

**Robson José de Oliveira**  
Organizador



# **SILVICULTURA & MANEJO FLORESTAL**

**TÉCNICAS DE UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO  
DA NATUREZA**

**VOLUME 2**



editora científica

**Robson José de Oliveira**  
Organizador



# **SILVICULTURA & MANEJO FLORESTAL**

**TÉCNICAS DE UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO  
DA NATUREZA**

**VOLUME 2**

**1ª EDIÇÃO**



editora científica

**2021 - GUARUJÁ - SP**

**Copyright© 2021 por Editora Científica Digital**

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2021 Os Autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

S586 Silvicultura e manejo florestal [livro eletrônico] : técnicas de utilização e conservação da natureza: volume 2 / Organizador Robson José de Oliveira. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-89826-19-4

DOI 10.37885/978-65-89826-19-4

1. Agricultura. 2. Silvicultura. 3. Ecologia florestal. I. Oliveira, Robson José de.

CDD 634.97

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

### Parecer e Revisão Por Pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que no formato Acesso Livre (Open Access) com os créditos atribuídos aos respectivos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma ou utilização para fins comerciais.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).



editora científica

**EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA**

Guarujá - São Paulo - Brasil

[www.editoracientifica.org](http://www.editoracientifica.org) - [contato@editoracientifica.org](mailto:contato@editoracientifica.org)



# CORPO EDITORIAL

## Direção Editorial

---

Reinaldo Cardoso

João Batista Quintela

## Editor Científico

---

Prof. Dr. Robson José de Oliveira

## Assistentes Editoriais

---

Elielson Ramos Jr.

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

## Bibliotecário

---

Maurício Amormino Júnior - CRB6/2422

## Jurídico

---

Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852



editora científica



# CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

**Robson José de Oliveira**

Universidade Federal do Piauí, Brasil

**Eloisa Rosotti Navarro**

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

**Rogério de Melo Grillo**

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

**Carlos Alberto Martins Cordeiro**

Universidade Federal do Pará, Brasil

**Ernane Rosa Martins**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil

**Rossano Sartori Dal Molin**

FSG Centro Universitário, Brasil

**Edilson Coelho Sampaio**

Universidade da Amazônia, Brasil

**Domingos Bombo Damião**

Universidade Agostinho Neto, Angola

**Elson Ferreira Costa**

Universidade do Estado do Pará, Brasil

**Carlos Alexandre Oelke**

Universidade Federal do Pampa, Brasil

**Patrício Francisco da Silva**

Universidade CEDMA, Brasil

**Reinaldo Eduardo da Silva Sales**

Instituto Federal do Pará, Brasil

**Dalízia Amaral Cruz**

Universidade Federal do Pará, Brasil

**Susana Jorge Ferreira**

Universidade de Évora, Portugal

**Fabricio Gomes Gonçalves**

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

**Erival Gonçalves Prata**

Universidade Federal do Pará, Brasil

**Gevair Campos**

Faculdade CNEC Unaí, Brasil

**Flávio Aparecido De Almeida**

Faculdade Unida de Vitória, Brasil

**Mauro Vinicius Dutra Girão**

Centro Universitário Inta, Brasil

**Clóvis Luciano Giacomet**

Universidade Federal do Amapá, Brasil

**Giovanna Moraes**

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

**André Cutrim Carvalho**

Universidade Federal do Pará, Brasil

**Silvani Verruck**

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

**Auristela Correa Castro**

Universidade Federal do Pará, Brasil

**Oswaldo Contador Junior**

Faculdade de Tecnologia de Jahu, Brasil

**Claudia Maria Rinhel-Silva**

Universidade Paulista, Brasil

**Dennis Soares Leite**

Universidade de São Paulo, Brasil

**Silvana Lima Vieira**

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

**Cristina Berger Fadel**

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

**Graciete Barros Silva**

Universidade Estadual de Roraima, Brasil

**Juliana Campos Pinheiro**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

**Cristiano Marins**

Universidade Federal Fluminense, Brasil

**Silvio Almeida Junior**

Universidade de Franca, Brasil

**Raimundo Nonato Ferreira Do Nascimento**

Universidade Federal do Piauí, Brasil

**Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva**

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, Brasil

**Carlos Roberto de Lima**

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

**Iramirton Figuerêdo Moreira**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

**Daniel Luciano Gevehr**

Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

**Maria Cristina Zago**

Centro Universitário UNIFAAT, Brasil

**Wescley Viana Evangelista**

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

**Samylla Maira Costa Siqueira**

Universidade Federal da Bahia, Brasil

**Gloria Maria de Franca**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

**Antônio Marcos Mota Miranda**

Instituto Evandro Chagas, Brasil

**Carla da Silva Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

**Dennys Ramon de Melo Fernandes Almeida**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

**Francisco de Sousa Lima**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

**Reginaldo da Silva Sales**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

**Mário Celso Neves De Andrade**

Universidade de São Paulo, Brasil

**Maria do Carmo de Sousa**

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

**Mauro Luiz Costa Campello**

Universidade Paulista, Brasil

**Sayonara Cotrim Sabioni**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

**Ricardo Pereira Sepini**

Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

**Flávio Campos de Moraes**

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

**Sonia Aparecida Cabral**

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil

**Jonatas Brito de Alencar Neto**

Universidade Federal do Ceará, Brasil

**Moisés de Souza Mendonça**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

**Pedro Afonso Cortez**

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

**Iara Margolis Ribeiro**

Universidade do Minho, Brasil

**Juliano Pizzano Ayoub**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

**Cynthia Mafra Fonseca de Lima**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

**Marcos Reis Gonçalves**

Centro Universitário Tiradentes, Brasil

**Vitor Afonso Hoeflich**

Universidade Federal do Paraná, Brasil

**Bianca Anacleto Araújo de Sousa**

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

**Bianca Cerqueira Martins**

Universidade Federal do Acre, Brasil



Daniela Remião de Macedo

Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, Portugal

Dioniso de Souza Sampaio

Universidade Federal do Pará, Brasil

Rosemary Laís Galati

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Maria Fernanda Soares Queiroz

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Leonardo Augusto Couto Finelli

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Thais Ranielle Souza de Oliveira

Centro Universitário Euroamericano, Brasil

Alessandra de Souza Martins

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Claudiomir da Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Fabício dos Santos Ritá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Danielly de Sousa Nóbrega

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Livia Fernandes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Liege Coutinho Goulart Dornellas

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Ticiano Azevedo Bastos

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Walmir Fernandes Pereira

Miami University of Science and Technology, Estados Unidos da América

Jónata Ferreira De Moura

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Camila de Moura Vogt

Universidade Federal do Pará, Brasil

José Martins Juliano Eustaquio

Universidade de Uberaba, Brasil

Adriana Leite de Andrade

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Universidade Federal do Pará, Brasil

Bruna Almeida da Silva

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Brasil

Ronei Aparecido Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Julio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil

Juliano José Corbi

Universidade de São Paulo, Brasil

Thadeu Borges Souza Santos

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Francine Náthalie Ferraresi Rodrigues Queluz

Universidade São Francisco, Brasil

Maria Luzete Costa Cavalcante

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Luciane Martins de Oliveira Matos

Faculdade do Ensino Superior de Linhares, Brasil

Rosenerly Pimentel Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Irlane Maia de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Lívia Silveira Duarte Aquino

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Xaene Maria Fernandes Mendonça

Universidade Federal do Pará, Brasil



Thaís de Oliveira Carvalho Granado Santos

Universidade Federal do Pará, Brasil

Fábio Ferreira de Carvalho Junior

Fundação Getúlio Vargas, Brasil

Anderson Nunes Lopes

Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Carlos Alberto da Silva

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Francisco das Chagas Alves do Nascimento

Universidade Federal do Pará, Brasil

Réia Sílvia Lemos da Costa e Silva Gomes

Universidade Federal do Pará, Brasil

Arinaldo Pereira Silva

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil

Laís Conceição Tavares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Ana Maria Aguiar Frias

Universidade de Évora, Brasil

Willian Douglas Guilherme

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Evaldo Martins da Silva

Universidade Federal do Pará, Brasil

Biano Alves de Melo Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

António Bernardo Mendes de Seíça da Providência Santarém

Universidade do Minho, Portugal

Valdemir Pereira de Sousa

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida

Universidade Federal do Amapá, Brasil

Miriam Aparecida Rosa

Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil

Rayme Tiago Rodrigues Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Priscyla Lima de Andrade

Centro Universitário UniFBV, Brasil

Andre Muniz Afonso

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

Gabriel Jesus Alves de Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil




# APRESENTAÇÃO

Esta obra constituiu-se a partir de um processo colaborativo entre professores, estudantes e pesquisadores que se destacaram e qualificaram as discussões neste espaço formativo. Resulta, também, de movimentos interinstitucionais e de ações de incentivo à pesquisa que congregam pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento e de diferentes Instituições de Educação Superior públicas e privadas de abrangência nacional e internacional. Tem como objetivo integrar ações interinstitucionais nacionais e internacionais com redes de pesquisa que tenham a finalidade de fomentar a formação continuada dos profissionais da educação, por meio da produção e socialização de conhecimentos das diversas áreas do Saberes.

Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicação para o desenvolvimento e conclusão dessa obra. Esperamos também que esta obra sirva de instrumento didático-pedagógico para estudantes, professores dos diversos níveis de ensino em seus trabalhos e demais interessados pela temática.

Que essa coletânea, some ao seu conhecimento!

Robson José de Oliveira



# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 01

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DA MUDANÇA NO USO DA TERRA SOB DIFERENTES USOS AGRÍCOLAS E EM UMA FLORESTA NA REGIÃO OESTE DO PARÁ

Geomarcos da Silva Paulino; Raimundo Cosme de Oliveira Júnior; Avner Brasileiro dos Santos Gaspar; Quêzia Leandro de Moura Guerreiro

DOI: 10.37885/210102862..... 13

## CAPÍTULO 02

AVALIAÇÃO ESPACIAL E FITOSSANITÁRIA DE ÁRVORES URBANAS NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO, RJ

Rafael Vinícius Lima Nobre; Henrique Trevisan; Acácio Geraldo de Carvalho

DOI: 10.37885/210303773..... 25

## CAPÍTULO 03

CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO SUDOESTE AMAZÔNICO COM DADOS DE SATÉLITE

Julio Roberto da Rocha Almeida; Karla da Silva Rocha

DOI: 10.37885/210303552..... 55

## CAPÍTULO 04

CRESCIMENTO INICIAL DE *OCHROMA PYRAMIDALE* SOB DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E ESPAÇAMENTO NO BRASIL.

Leandro Schwertner Charão; Andre Zampieri; Guilherme Augusto Borges; Marcos Leandro Garcia; Rafael **Delgado**-Martínez; Jacinto **Treviño**-Carreón; Luiz Eduardo **Tamayo**-Ruiz

DOI: 10.37885/210203246..... 71

## CAPÍTULO 05

EFEITO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS NA QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO

Richardson Barbosa Gomes da Silva; Magali Ribeiro da Silva; Danilo Simões; Jhuan Lucas Melo Maciel; Débora Zanoni do Prado; Jenickson Rayron da Silva Costa

DOI: 10.37885/210404431..... 91

## CAPÍTULO 06

EFEITO DE SUBSTRATO DE FOLHAS DE *ACACIA MANGIUM* SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CEDRO ROSADO (*ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS* WEIGHT & ARN.)

Flávio Pereira Silva; Jose Mauro Paes Valente; Robson José de Oliveira; Fabio Daniel Tancredi

DOI: 10.37885/210504540..... 105



# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 07

### HARVESTING CRITERIA APPLICATION AS A TECHNICAL AND FINANCIAL ALTERNATIVE FOR MANAGEMENT OF DEGRADED TROPICAL FORESTS: A CASE STUDY FROM BRAZILIAN AMAZON

Marco Antonio Siviero Siviero; Ademir Roberto Ruschel Ruschel; Jorge Alberto Gazel Yared Yared; Osmar José Romeiro Aguiar Aguiar; Paulo Cezar Gomes Pereira Pereira; Sabrina Benmuyal Vieira Vieira; Agust Sales Sales

DOI: 10.37885/210404392 .....117

## CAPÍTULO 08

### HÁ DIFERENÇA NO CONHECIMENTO ACERCA DOS USOS DE PLANTAS POR COMUNIDADES DE CABOCLOS E QUILOMBOLAS DO PARQUE ESTADUAL E TURÍSTICO DO ALTO RIBEIRA, IPORANGA, SP E SEU ENTORNO?

Lin Chau Ming; Veridiana Toledo Rego; Rodrigo De-Próspero; Eduardo Callera Pedrosa; Miguel Angel Pinedo-Vasquez

DOI: 10.37885/210102899 .....137

## CAPÍTULO 09

### IN VITRO PROPAGATION OF *CASEARIA SYLVESTRIS* SWARTZ (SALICACEAE)

Juçara Terezinha Paranhos; Lisiane löbler; Joanei Cechin; Tiéle Stüker Fernandes; Elvis Fao; Hilda Hildebrand Soriani

DOI: 10.37885/210404152 .....159

## CAPÍTULO 10

### INCREMENTO EM ÁREA BASAL E RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA DE *TECTONA GRANDIS* L. F. PARA A REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Julio Cesar Wojciechowski; Wagner Varanda de Sousa; Ronaldo Drescher; Wescley Viana Evangelista

DOI: 10.37885/210203350 .....171

## CAPÍTULO 11

### POTENCIAL BIOINDICADOR DE FORMIGAS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Junir Antônio Lutinski; Cladis Juliana Lutinski; Carin Guarda; Maria Assunta Busato

DOI: 10.37885/210203019 .....192

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 12

### REVEALED COMPARATIVE ADVANTAGE OF BRAZILIAN NATURAL HONEY EXPORTS

Maristela Franchetti de Paula; Humberto Angelo; Alexandre Nascimento de Almeida; Anadalvo Juazeiro do Santos; João Carlos Garzel Leodoro da Silva; Eder Pereira Miguel; Pedro Guilherme de Andrade Vasconcelos; Marcio Alexandre Facini; Ademir Juracy Fanfa Ribas; Ari Schwans

DOI: 10.37885/210404153..... 207

## CAPÍTULO 13

### ÍNDICES DE QUALIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *ALBIZIA LEBBECK* (L.) BENTHAM SOB DIFERENTES FORMULAÇÕES E DOSES DE OSMOCOTE®

Marília Dutra Massad; Tiago Reis Dutra; Marcos Vinícius Miranda Aguiar; Eduarda Soares Menezes; Aline Ramalho dos Santos; Fabiano Guimarães Silva

DOI: 10.37885/210303681..... 225

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 239**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 240**

---

# Atributos químicos do solo em função da mudança no uso da terra sob diferentes usos agrícolas e em uma floresta na Região Oeste do Pará

- | **Geomarcos da Silva Paulino**  
UFOPA
- | **Raimundo Cosme de Oliveira Júnior**  
EMBRAPA
- | **Avner Brasileiro dos Santos Gaspar**  
UFOPA
- | **Quêzia Leandro de Moura Guerreiro**  
UFOPA



# RESUMO

O trabalho objetivou avaliar as alterações na fertilidade do solo em função das práticas de manejo e da mudança no uso da terra, comparando áreas agrícolas com uma área de floresta nativa na região Oeste do Pará. As amostras de solo foram coletadas em oito áreas distintas, onde foi delimitado uma parcela de 25x50 m e coletada as amostras compostas, constituídas por nove amostras simples por área, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em caixa térmica e encaminhada ao departamento de solos do museu Emilio Goeldi para análise dos atributos químicos dos solos. Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, anova e as medias comparadas entre si pelo teste de Tukey utilizando o software Past. Os resultados mostram que os macro e micronutrientes apresentaram alta variação entre as áreas estudadas, e quando comparadas com a floresta nativa verificou-se que em sua maioria os solos agrícolas diferiram do solo de floresta. Com exceção da área de fruticultura todos os solos agrícolas apresentaram teores de Al elevado que corroboram para os altos valores de saturação por alumínio. Os teores de Na nos solos agrícolas foram insignificantes e não diferiram estatisticamente quando comparados com o solo sob floresta, o que já é esperado em solos da região. Conclui-se que a variação dos atributos químicos nos solos evidencia que a mudança no uso da terra alterou as concentrações destes. Sendo que em sua maioria, mesmo quando não houve diferenças significativas, apresentaram valores acima dos registrados no solo de floresta. Esse comportamento foi registrado para os macro e micronutrientes, CTC, S, relação C:N e V. Entre as áreas de cultivo agrícolas, a que melhor se destacou foi a de cultivo de fruticultura.

**Palavras-chave:** Uso Do Solo, Cobertura Vegetal, Fertilidade, Região Amazônica.



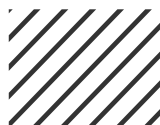
## ■ INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimento, juntamente com a pressão social e econômica e exploração inadequada e não planejada dos recursos naturais tem provocado a degradação de extensas áreas devido as mudanças no uso da terra de áreas impróprias para práticas agrícolas, cujo impactos refletem diretamente no solo, um dos principais recursos que está ligado diretamente com a sustentabilidade dos ecossistemas naturais e que influencia na produtividade dos sistemas agrícolas (COOPER, 2008; FONSECA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2015). Os sistemas de produção agropecuário estão sobre constante pressão para alcançar uma ótima produtividade. Contudo, para tal feito é necessário entender que o solo possui uma grande variabilidade espacial, visto que é um recurso heterogêneo, cuja variabilidade é resultante dos processos de formação e pode ser agravada com práticas de manejo inadequada resultante da mudança no uso da terra (CUNHA et al., 2008; SILVEIRA JUNIOR et al., 2014).

Nesse cenário a Amazônia tem sofrido grandes alterações devido as mudanças do uso da terra, principalmente para pastagem, que devido o manejo inadequado acaba se degradando e sendo abandonada. E conjuntamente com as ações antrópicas de corte e queima causa grandes impactos nos ciclos biogeoquímicos e afetam a biomassa microbiana do solo e os atributos físicos e químicos (CERCIANI et al., 2009; MAKEWITZ et al., 2004). Além disso, também houve um aumento na transformação dos ecossistemas de floresta em sistemas agrícolas tais como monocultivo (AQUINO et al., 2014; CAMPOS et al., 2016).

A remoção da vegetação nativa para implantação de sistemas agrícolas associada a aplicação de fertilizantes e corretivos, ocasiona alterações nas propriedades do solo e interfere no rendimento das culturas, bem como na conservação do solo e do ambiente. O uso de corretivos e fertilizantes pode implicar em melhoria de certos atributos químicos como pH, soma de bases, CTC. Contudo, o uso inadequado pode acelerar o processo de degradação do solo. A exemplo da perda de matéria orgânica, que devido ao cultivo, é favorecida pelo aumento da exposição do solo, que propicia erosão e aumento da taxa de decomposição (CARMO et al., 2010).

As atividades agrícolas quando manejadas de maneira inadequada causam degradação do ambiente, seja por exaurir o recurso ou pela extinção da flora e fauna. E as alterações das propriedades químicas em função das mudanças no uso do solo implicam em alterações na dinâmica dos nutrientes em função da demanda pelas plantas e pela microbiota (FERREIRA; STONE; MARTIN-DIDONET, 2015). Além de alterar a taxa de deposição e decomposição da matéria orgânica (ROSA et al., 2018). Santos et al. (2010), relatam que as modificações da cobertura vegetal para implantação de culturas agrícolas aliada a práticas de manejo inadequada acaba rompendo o equilíbrio do solo. Nutrientes como fosforo, potássio, cálcio





e magnésio possuem aumento em sua variabilidade espacial em áreas agropecuárias em relação a solos de florestas nativas.

Devido a isso estudos que visem elucidar como o manejo e mudança no uso da terra alteram as propriedades químicas do solo são fundamentais para identificar e estabelecer práticas de manejo mais conservacionistas que contribuam para a preservação do recurso e de seu usufruto por maior período sem promover o seu exaurimento . A determinação da variação dos macro e micronutrientes em áreas agrícolas resulta em gestão mais adequada dos fertilizantes aplicados no solo evitando assim a aplicação em excesso e de acordo com a exigência das culturas cultivadas. Em suma, determinar os teores de macro e micronutrientes no solo de cultivo resulta em uso racional dos fertilizantes e manejo adequado do solo. Além de prolongar o usufruto da área agricultável evitando assim a abertura de novas áreas para fins agrícolas.

## ■ OBJETIVO

O estudo objetivou avaliar as alterações na fertilidade do solo em função das práticas de manejo e da mudança no uso da terra, comparando áreas agrícolas com uma área de floresta nativa na região oeste do Pará.

## ■ MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em oito áreas de estudos distintas, localizadas no município de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, região oeste do estado do Pará. O solo predominante na região é o Latossolo Amarelo Distrófico. O clima predominante na região é quente e úmido, característico das Florestas Tropicais. Temperaturas médias e máximas variam entre 26°C e 31 °C. As mínimas variam 21°C e 23°C. A precipitação pluviométrica média na região gira em torno de 2300 mm, ocorrendo distribuição irregular durante os meses, com ocorrência de dois períodos nítidos de chuva (SILVA, 2013). A seguir temos a descrição granulométrica dos solos onde o estudo foi desenvolvido na qual podemos observar que os solos em sua predominação são argilosos.

**Tabela 1.** análise granulométrica dos solos das diferentes áreas de estudo.

Uso do Solo	Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm	g.kg			
ILPF (1)	0-10	80	60	220	640
	10-20	60	50	200	690
Cultivo de Macaxeira (2)	0-10	30	20	260	690
	10-20	20	20	230	730





Uso do Solo	Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	cm	g.kg			
Cultivo de Fruticultura (3)	0-10	160	110	250	480
	10-20	130	90	260	520
Cultivo Convencional (4)	0-10	20	10	270	700
	10-20	20	10	230	740
Cultivo Orgânico (5)	0-10	80	110	210	600
	10-20	60	110	240	590
Capoeira (6)	0-10	140	130	240	490
	10-20	100	130	220	550
Floresta (7)	0-10	240	150	140	470
	10-20	190	170	160	480
Pastagem (8)	0-10	20	20	160	800
	10-20	30	20	200	750

As áreas de estudo foram selecionadas a partir do seu uso, sendo sete propriedades cuja mudanças são oriundas da ação antrópica e uma de floresta nativa. Cada propriedade apresenta características específicas que variam desde o tipo de uso do solo até o tipo de manejo empregado e o nível de tecnologia empregado. Além das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade e precipitação). Entre os sistemas agrícolas temos:

Local	Descrição da área
Floresta (F)	Floresta Nacional do Tapajós (Flona Tapajós), criada em 1974 (Decreto Federal 73.684), caracterizada como uma floresta ombrófila densa de terra firme.
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	Sistema implantado que integra o cultivo de espécies florestais (andioba, mogno africano e cumaru); lavoura – milho, soja, macaxeira e banana; pecuária – gramíneas. Tratos culturais: adubação, gradagem, roçagem. Cerca de 13 anos de implantado.
Cultivo fruticultura (CF)	Área com cultivo de acerola. Os tratos culturais consistem de adubação (aplicação de dejetos suínos líquidos), roçagens e capinas manuais, irrigação e colheita manual.
Pastagem (P)	Pastagem implantada com capim Mombaça com 6 anos e já apresenta certo grau de degradação. Tratos culturais apenas roçagem.
Cultivo convencional (CC)	Local de plantio convencional com rotação de cultura milho e soja. São adotadas práticas como a gradagem para preparo da área e aplicação de calcário e fertilizantes para correção do solo. Todas as atividades são mecanizadas.
Cultivo de macaxeira (CM)	Plantio de macaxeira em área de cultivo com preparo convencional do solo, gradagem e aplicação de calcário para preparo do solo e o plantio e a colheita são manuais.
Capoeira (C)	Floresta secundária em regeneração com aproximadamente 12 anos.
Cultivo orgânico (CO)	Cultivo de hortaliças em sistema de cultivo orgânico e plantio de açaí consorciado com maracujá. Adubação com estercos, capinas, revolvimento manual do solo para formação das leiras de plantio. Sistema de cultivo instalado a cerca de 4 anos.

A amostragem, realizada no mês de outubro de 2018, período menos chuvoso na região amazônica, consistiu em delimitação de uma parcela de 25x50 m, em cada área de estudo, onde foram coletadas amostras de solo com auxílio de trados holandês, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Em cada área de estudo obteve-se duas amostras compostas, constituídas de 9 amostras simples cada, nas respectivas profundidades. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica e encaminhadas para o laboratório do museu Emilio Goeldi, Belém-PA, para analisar os atributos químicos do solo. As análises foram feitas para determinar os teores



dos macros e micronutrientes, pH em água, soma de bases, matéria orgânica, acidez, CTC, determinou-se ainda a granulometria.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva e ao teste de normalidade, o teor de fósforo (P) não apresentou normalidade e foi transformado pelo log e posteriormente realizou-se a ANOVA e as médias foram comparadas entre si pelo teste de tukey e gráficos foram elaborados utilizando o software estatístico Past.

## ■ RESULTADOS

Os valores médios registrados para os atributos químicos analisados estão expostos na tabela 2, onde também é possível observar que não houve diferença significativa para os teores de Carbono (C), Matéria orgânica (MO), Nitrogênio (N) e relação C:N quando comparados os solos sob uso agrícola com o solo sob floresta.

**Tabela 2.** valores médios e desvio padrão dos teores dos atributos químicos analisados nos diferentes usos do solo no período menos chuvoso na região amazônica.

Uso do Solo	pH	Carbono	Matéria orgânica	Nitrogênio	Relação C/N	Fósforo disponível	Alumínio	Ácidez	Sódio
	H2O		g/kg			mg/kg		Cmolc/Kg	
ILPF (1)	5,06* ± 0,32	24,42ns ± 3,43	42,11ns ± 5,92	1,42ns ± 0,16	17,52ns ± 4,43	15,49* ± 8,11	0,86* ± 0,56	6,07ns ± 0,74	0,026ns ± 0,0081
Cultivo de Macaxeira (2)	4,44ns ± 0,52	23,5ns ± 7,54	40,51ns ± 13,00	1,63ns ± 0,45	14,36ns ± 2,87	4,70ns ± 3,22	1,53ns ± 0,57	7,31ns ± 1,97	0,025ns ± 0,0164
Cultivo de Fruticultura (3)	5,82* ± 0,55	18,30ns ± 7,21	31,55ns ± 12,44	1,35ns ± 0,49	13,54ns ± 3,59	148,99* ± 139,57	0,05* ± 0,06	2,92* ± 1,34	0,035* ± 0,0054
Cultivo Convencional (4)	5,13* ± 0,15	21,08ns ± 3,70	36,35ns ± 6,37	1,48ns ± 0,17	14,16ns ± 1,54	10,50ns ± 4,10	0,60* ± 0,25	5,22ns ± 0,74	0,01ns ± 0,0000
Cultivo Orgânico (5)	4,86* ± 0,22	20,84ns ± 4,44	35,93ns ± 7,65	1,45ns ± 0,33	14,58ns ± 2,51	7,67ns ± 2,29	1,43ns ± 0,41	7,12ns ± 0,70	0,023ns ± 0,0051
Capoeira (6)	3,75ns ± 0,12	19,17ns ± 4,46	33,05ns ± 7,69	1,14ns ± 0,18	16,62ns ± 2,25	7,45ns ± 2,29	2,63ns ± 0,19	8,05ns ± 1,05	0,019ns ± 0,0052
Floresta (7)	3,87ns ± 0,10	17,87ns ± 3,11	30,81ns ± 5,37	1,28ns ± 0,20	13,89ns ± 1,49	3,03ns ± 1,02	2,19ns ± 0,28	6,49ns ± 0,84	0,020ns ± 0,0000
Pastagem (8)	4,66* ± 0,43	24,36ns ± 6,52	42,00ns ± 11,25	1,41ns ± 0,23	17,10ns ± 3,28	3,17ns ± 1,09	1,09* ± 0,61	7,07ns ± 0,71	0,026ns ± 0,0051

**Legenda:** ILPF - Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta; SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca de cátions; V - saturação por bases; m - saturação por alumínio; \* - significativo ( $p \leq 0,05$ ); ns - não significativo;





	Potássio	Cálcio	Magnésio	SB	CTC	V	M
	Cmolc/Kg					%	
Continuação...	0,146* ± 0,0926	1,59ns ± 0,77	0,61ns ± 0,34	2,38ns ± 1,09	3,24ns ± 0,54	27,50* ± 11,44	29,81* ± 22,54
	0,073ns ± 0,0441	1,36ns ± 1,21	0,33ns ± 0,28	1,82ns ± 1,50	3,36ns ± 1,09	17,27ns ± 12,47	53,37ns ± 32,24
	0,296* ± 0,0571	4,69* ± 1,46	0,82* ± 0,14	5,85* ± 1,64	5,90* ± 1,62	67,25* ± 8,46	0,98* ± 1,41
	0,028ns ± 0,0354	3,31* ± 0,62	0,44ns ± 0,12	3,79* ± 0,76	4,40* ± 0,86	41,88* ± 2,99	13,69* ± 4,67
	0,026ns ± 0,0196	1,52ns ± 1,03	0,54ns ± 0,31	2,11ns ± 1,34	3,54ns ± 0,95	21,27ns ± 9,02	44,98ns ± 20,41
	0,018ns ± 0,0040	0,43ns ± 1,00	0,08ns ± 0,07	0,54ns ± 1,08	3,17ns ± 1,06	5,46ns ± 10,26	88,19ns ± 19,80
	0,013ns ± 0,0051	0,28ns ± 0,22	0,22ns ± 0,11	0,54ns ± 0,32	2,73ns ± 0,38	7,31ns ± 3,57	80,74ns ± 10,29
	0,026ns ± 0,0051	1,83ns ± 1,30	0,76* ± 0,56	2,65ns ± 1,87	3,74ns ± 1,34	24,89ns ± 12,19	35,72* ± 26,18

A propriedade com cultivo de fruticultura apresentou níveis mais elevados de pH 5,8. Com exceção da área de macaxeira e capoeira todas as demais diferiram estatisticamente da área de floresta nativa ( $p \leq 0,05$ ). O pH do solo nas áreas estudadas diminuiu em profundidade, mesmo não havendo diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), ao contrário do que ocorreu na área de capoeira que apresentou valores menos ácidos na profundidade de 10-20 cm. O pH nos solos agrícolas variou de 5,13 a 6,5.

Os teores de matéria orgânica (MO) dos solos foram maiores nos solos agrícolas que em área de floresta nativa. No sistema ILPF, pastagem e cultivo de macaxeira os valores médios foram de 42,15 g.kg<sup>-1</sup>, 42,00 g.kg<sup>-1</sup> e 40,51 g.kg<sup>-1</sup>. Contudo, não foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre a área de floresta e as áreas agrícolas.

O que fica evidente com os resultados é que houve uma variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as profundidades dentro de cada área de cultivo para o teor de MO. O sistema de ILPF apresentou teores mais elevados na profundidade de 10-20 cm, e para o cultivo de fruticultura que apresentou uma redução acentuada em profundidade quando comparada com as demais áreas.

Os teores de carbono (C) e nitrogênio (N) das áreas de cultivo não diferiram estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) em relação a floresta nativa. Contudo, observou-se que houve diferença nos teores de C e N entre profundidade, sendo que no cultivo de fruticultura observou-se a maior redução no teor dos nutrientes, o que evidencia que há altas concentrações na camada superficial. No sistema de ILPF o comportamento foi semelhante ao observado para o teor de MO, no qual houve incremento de C em profundidade. Os valores da relação carbono:nitrogênio (C:N) variaram de 13,5 no solo sob fruticultura a 17,5 no sistema de ILPF.

Todos os solos sob cultivo apresentaram teores de fósforo (P) acima dos encontrados em solo de floresta nativa, variando de 3,17 mg. Kg<sup>-1</sup> na área de pastagem a 148,99 mg. Kg<sup>-1</sup> no cultivo de fruticultura (Tabela 2). Contudo, apenas o cultivo de fruticultura e o sistema ILPF diferiram estatisticamente da floresta nativa. Quanto aos teores elevados de P no cultivo de fruticultura, é devido aos tratamentos culturais adotados pelo produtor tal como aplicação de dejetos líquidos de suínos na área.





Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos solos cultivados foram superiores aos da área sob floresta nativa e capoeira nas duas profundidades avaliadas. Na área de cultivo de fruticultura, cultivo convencional e pastagem foram registrados os maiores teores de Ca, 4,69, 3,31 e 1,83  $\text{Cmol}_c/\text{Kg}$ , respectivamente (Tabela 2). Contudo, apenas as áreas de cultivo convencional e de fruticultura diferiram estatisticamente da área de floresta nativa. Os maiores teores médios de Mg foram registrados no cultivo de fruticultura e pastagem, respectivamente com 0,82 e 0,76  $\text{Cmol}_c/\text{Kg}$ . Coincidentemente as áreas citadas foram as únicas que diferiram estatisticamente da área de floresta nativa. As áreas de cultivo de fruticultura (5,85  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) e convencional (3,79  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) foram as únicas que diferiram estatisticamente da área de floresta nativa nos teores de SB.

Os teores de potássio (K) nas áreas agrícolas foram relativamente superiores aos de floresta nativa. Sendo que foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para as áreas de fruticultura (0,2966  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) e ILPF (0,1466  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) quando comparadas ao solo de floresta nativa (0,0133  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ). Apesar da alta suscetibilidade desse nutriente a lixiviação, não foram observadas variações significantes entre os teores de K em profundidade nas diferentes áreas estudadas. Os teores de sódio (Na) foram insignificantes e não diferiram estatisticamente entre si, o que é comum em solos da região amazônica.

No solo sob cultivo de fruticultura o valor médio de alumínio (Al) foi de 0,05  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ , valor inferior a 0,2 que enquadra o solo com baixo teor de Al. Em todas as demais áreas estudadas os solos apresentaram altos teores de Al. Conseqüentemente a acidez potencial (H+Al) na área de fruticultura (2,92  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) foi inferior as demais áreas, sendo a única a diferir estatisticamente da área de floresta nativa (6,49  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ ). Os valores médios da capacidade de troca de cátions (CTC) foram baixos em todas as áreas, sendo que o cultivo de fruticultura e convencional apresentaram os maiores valores com 5,9 e 4,4  $\text{Cmol}_c \cdot \text{Kg}^{-1}$ , respectivamente. Também foram as únicas áreas a diferir estatisticamente da área de floresta nativa.

A saturação por bases (V) das áreas de cultivo foi superior aos da floresta nativa e da capoeira variando de 5,46 a 67,25% (Tabela 2). Sendo que apenas o sistema ILPF (27,5%), cultivo de fruticultura (67,25%) e convencional (41,88%) apresentaram diferenças significativas quando comparada com a floresta nativa (7,31%). No cultivo convencional a alta saturação por bases se deve a aplicação de corretivos agrícolas e fertilizantes. Quanto a saturação por alumínio (m) os menores valores foram registrados no cultivo de fruticultura (0,98 %) e convencional (13,69%).

Os solos agrícolas, em geral, apresentaram variabilidade para os atributos químicos. Variabilidade está decorrente da mudança no uso da terra e do manejo do solo, visto que nesses ambientes, geralmente, ocorre adição, conservação ou perda dos nutrientes.



## ■ DISCUSSÃO

A variação de pH em profundidade nas áreas de cultivo pode ser justificada pela baixa solubilidade dos corretivos agrícolas e em áreas que não é feito o uso de tais corretivos, a flutuação de pH em profundidade pode ser explicada pelos valores de soma de bases, matéria orgânica e CTC, (CORREA et al., 2001; COSTA et al., 2019). Mesmo com o pH nos solos agrícolas variando de 5,13 a 6,5, estes valores de pH, embora tenham diferido entre si, apresenta-se em faixa considerada adequada (FERREIRA et al., 2014).

Na área de pastagem os altos teores de MO são justificáveis, visto que apresenta uma grande produção de biomassa, tanto da parte aérea como de raízes. Oliveira et al. (2015), ao estudarem atributos biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na região amazônica, observaram acúmulo de MO em áreas de pastagem convencional. Segundo Netto et al. (2009) esse acúmulo resulta da eficiência das gramíneas de incorporar matéria orgânica no solo. No ILPF em estudo isso se deve principalmente ao acúmulo de restos culturais dos cultivos anuais e das espécies florestais cultivadas. Oliveira et al. (2015), também observaram incremento MO em sistema de ILPF. Segundo os autores, esse aumento resulta da contribuição dos restos culturais dos cultivos anuais e das folhas e galhos das espécies florestais integradas ao sistema. No cultivo de fruticultura essa redução se deve principalmente a baixa produção de biomassa vegetal, visto que as plantas são perenes e o cultivo adensado não permite o acesso de tratores com grade para fazer a incorporação dos restos culturais resultantes das roçagens.

Costa et al. (2019) esclarecem que esse maior índice de MO nos solos de pastagem e Sistemas agroflorestais é decorrente da adição contínua e acúmulo de resíduos vegetais feitos de maneira natural. Enquanto que no cultivo de macaxeira a principal justificativa é devido a área ter sido desmatada no ano de plantio, o que resultou em acúmulo de biomassa remanescente. O fato das diferentes áreas de cultivo não terem diferido estatisticamente da floresta nativa evidencia que apesar das diferentes interações que ocorrem nas diferentes áreas as vegetações têm fornecido biomassa vegetal que garantam um estoque de MO garantindo assim o funcionamento da ciclagem de nutrientes.

No que se refere a variação do teor de C nos solos agrícolas em profundidade, Kato et al. (2010), também observaram reduções no teor de C em profundidade em função do tipo de cobertura vegetal. A redução de C e N em profundidade aliada a baixa relação C:N nos solos agrícolas, em geral, representam uma redução dos teores de C e N, o que acarreta em perda de qualidade do solo, com reflexo direto na ciclagem de nutrientes e na atividade microbiana, isso se deve principalmente as modificações na dinâmica da MO em função da mudança no uso da terra (BONA, et al., 2006; DANTAS et al., 2012).





Quanto ao teor de P, Carmo et al. (2010), também constataram baixos teores em solos sob pastagem, que resultou da menor ciclagem de nutrientes quando comparados a mata nativa. Além disso, a pastagem atua como um dreno de P, e isso aliado a não adubação resulta em redução dos teores de P nos solos sob pastagem. Em relação aos altos teores de P no solo sob cultivo de fruticultura, Marques et al. (2004), afirmam que o acúmulo de P na superfície do solo pode ser resultante da decomposição dos resíduos culturais ou da utilização de dejetos animais como fertilizante.

Em relação a variação dos teores de Ca e Mg entre as áreas de cultivo e floresta, Corrêa et al. (2001), ao avaliarem as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar, também registraram valores médios de Ca e Mg superiores aos encontrados em solos de floresta nativa.

Quanto ao teor de K, Carmo et al. (2010), ao avaliarem as características químicas de um Argiloso sob diferentes usos não constataram diferenças significativas para os teores de K em profundidade, mesmo com a alta suscetibilidade a lixiviação.

Sabe-se que a variabilidade do solo é decorrente das características de cada tipo de solo e pode ser resultado das diferentes exigências de cada cultura e da taxa de exportação de nutrientes das culturas, e pode ainda ser decorrente de adubação em áreas específicas e de perdas e/ou complexação dos nutrientes em pontos distintos (SILVEIRA JUNIOR, et al, 2014).

## ■ CONCLUSÃO

Conclui-se que a variação dos atributos químicos nos solos é resultante da mudança no uso da terra e do manejo adotado em cada área. Sendo que em sua maioria, mesmo quando não houve diferenças significativas, os solos sob cultivos agrícolas apresentaram valores acima dos registrados no solo sob floresta.

Os macros e micronutrientes apresentaram alta variação entre as áreas estudadas, e quando comparadas com a floresta nativa verificou-se que em sua maioria os solos agrícolas diferiram do solo de floresta. O solo sob cultivo de fruticultura apresentou baixos teores de Al e conseqüentemente baixa H+Al e saturação por alumínio. Entre as áreas de cultivo agrícolas, foi a que apresentou alta fertilidade recorrente das práticas de manejo adotadas.

A variabilidade espacial dos atributos químicos influenciou no método de manejo em cada área de cultivo o que implicou em melhoria nas propriedades do solo garantindo assim um melhor aproveitamento e uso racional do solo. Em outras palavras, conhecer as propriedades químicas do solo promove a reutilização das áreas agricultáveis.



## ■ FINANCIAMENTO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Nível Mestrado Acadêmico.

## ■ REFERÊNCIAS

1. AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em latossolo sob floresta nativa e pastagem na Região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 397-406, 2014.
2. BONA, F. D.; BAYER, C.; BERGAMASCHI, H.; DIECKOW, J. Carbono orgânico no solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.911-920, 2006.
3. CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente & Água** vol. 11 n. 2, p. 339-349, 2016.
4. CARMO, S. D.; FERNANDES, A. R.; NORONHA, N. C.; SAMPAIO, F. A. R. Características químicas de um Argissolo sob diferentes usos em Ji-Paraná/RO. **Revista de Ciências Agrárias**, v.53, n.2, p.143-149, 2010.
5. CERCIANI, K.; LAMBAIS, M. R.; CERRI, C. C.; AZEVEDO, L. C. B.; FEIGL B. J. Bacteria diversity and microbial biomass in forest, pasture and fallow soils in the southwestern amazon basin. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 33, p. 907-916, 2009.
6. COOPER, M. **Degradação e Recuperação de Solos**. Recuperação de Áreas Degradadas. ESALQ –Piracicaba. 2008. p.31.
7. CORRÊA, M. C. M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J. F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1159-1163, 2001.
8. COSTA, H. S.; SANTOS, T. S.; CANDIDO, J. S.; JESUS, L. M.; SOUZA, T. A. A.; MARTINS, J. C. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, Suplemento, p. 42-48, 2019.
9. CUNHA, N.R.S; LIMA, J.E; GOMES, M.F.M; BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.46, n.2, p.291-323, 2008.
10. DANTAS, J. D'A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no perímetro irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 18-26, 2012.
11. FERREIRA, E. P. de B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017.



12. FERREIRA J.T.P.; FERREIRA E.P.; SILVA W.C.; ROCHA, I.T.M. Atributos químicos e físicos do solo sob diferentes manejos na microrregião serrana dos quilombos – Alagoas. **Agrarian Academy**. 1(1):89-101, 2014.
13. FONSECA, G.C.; CARNEIRO, M.A.C.; COSTA, A.R.; OLIVEIRA, G.C.; BALBINO, L.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.1, p.22-30, 2007.
14. KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo vermelho-amarelo do cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 732-738, 2010.
15. MAKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 177-199. 2004.
16. MARQUES, J.D.O.; LIBARDI, P.L.; TEIXEIRA, W.G.; REIS, A.M. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo da Região Amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.2, p.145-154, 2004.
17. NETTO, I.T.P.; KATO, E.; GOEDERT, W.J. Atributos físicos e químicos de um Latossolo vermelho-amarelo sob pastagem com diferentes tipos de usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.5. p.1441-1448, 2009
18. NOGUEIRA, E.; D.; C. JUNIOR, J. I. T.; VASCONCELLOS, B. M. C. Atributos químicos do solo sob diferentes coberturas Vegetais em áreas do platô de Neópolis-Se. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-4, 2012.
19. OLIVEIRA, B. S.; CARVALHO, M. A. C.; LANGE, A.; WRUCK, F. J.; DALLACORT, R. Atributos biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na região amazônica. **Reveng Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v. 23, n. 5, p. 448-456, 2015.
20. ROSA, S. F.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; FLEIG, F. D.; RODRIGUES, M. F.; GELAIN, N. S. Propriedades físicas e químicas de um Argissolo sob cultivo de *Eucalyptus dunnii* Malden no pampa gaúcho. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 580-590, 2018.
21. SANTOS, A.C; SALCEDO, I.H.; CANDEIAS, A.L.B. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário: estudo de caso na microbacia vaca – PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v.2, n. 62, p. 119- 124, 2010.
22. SILVA, H. A. S. **Dinâmica da Paisagem na Microbacia Hidrográfica do Rio Mojuí, Oeste do Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas – Botucatu-SP, 2013
23. SILVEIRA JUNIOR, O.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; ROCHA, J. M. L.; ALEXANDRINO, E. Distribuição espacial de atributos químicos do solo em áreas sob diferentes usos agrícolas. **Reveng Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v. 22, n. 5, p. 442-455, 2014.



---

# Avaliação espacial e fitossanitária de árvores urbanas no município de Nova Friburgo, RJ

| **Rafael Vinícius Lima Nobre**  
UFRRJ

| **Henrique Trevisan**  
UFRRJ

| **Acácio Geraldo de Carvalho**  
UFRRJ

# RESUMO

A arborização quando empregada em cidades caracteriza uma estratégia para atenuar altas temperaturas e a poluição sonora, além de outros benefícios indiretos que culminam em melhorias significativas na qualidade de vida da população. Portanto, ações voltadas para avaliação e conservação de árvores urbanas são consideradas imprescindíveis. Nesse contexto, esse estudo objetivou elencar informações sobre a fitossanidade, dados dendrométricos, relação dos vegetais com os elementos urbanos, ação e ocorrência de insetos e informações sobre a integridade de troncos, galhos e copa, através de inspeções visuais e medições diretas nas árvores da praça Getúlio Vargas, no município de Nova Friburgo, RJ. Foram identificadas 20 espécies arbóreas, classificadas em 12 famílias botânicas, totalizando 152 indivíduos arbóreos vivos. A espécie florestal *Eucalyptus robusta* Smith representou mais da metade do número de árvores, com densidade relativa de 51,97%. A altura média, em metros, das árvores e da primeira ramificação foi: 17,63 e 4,93, respectivamente. 59,21% dos indivíduos arbóreos da praça foram classificados em bom estado e 7,24% como excelente, no que tange parâmetros fitossanitários e espaciais. Ainda, 15,79% e 17,76% foram classificados como péssimo e regular, respectivamente, para os mesmos parâmetros. Insetos da ordem Blattodea, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera foram coletados nas árvores, sendo Blattodea (cupins), a ordem que revelou as interações mais nocivas para esses vegetais. Conclui-se, ainda, que embora a PGMV tenha árvores consideradas maduras, o estado geral da maioria desses indivíduos foi considerado bom, necessitando, em alguns casos, medidas de manejo e ações fitossanitárias. As numerosas brotações epicórmicas registradas em *E. robusta*, indicam caracterizar uma situação de risco futuro, pois crescendo em altura e diâmetro podem romper-se com o tempo, necessitando, portanto, uma intervenção mais premente.

**Palavras-chave:** Arborização Urbana, Fitossanidade, Eucalyptus Robusta.



## ■ INTRODUÇÃO

A arborização quando empregada em ambiente urbano proporciona a criação de áreas agradáveis que atenuam o clima e a poluição sonora, trazendo melhorias significativas para esses atributos (SILVA *et al.*, 2017). Portanto, áreas verdes em grandes centros urbanos são extremamente benéficas para a qualidade de vida da população. Porém, a maioria das construções urbanas surgem após o estabelecimento das vegetações nesses locais, onde até mesmo cidades se desenvolvem no entorno de parques, jardins e praças já estabelecidos, o que pode resultar em conflitos com as árvores (SILVA *et al.*, 2016). Sendo assim, essa condição configura situações onde demanda-se um olhar técnico que identifique esses conflitos e proponha soluções adequadas à essa realidade.

Pode-se, ainda, pontuar que as transformações urbanas que ocorrem ao longo do tempo, provocam, muitas vezes de maneira precipitada, a substituição de árvores por pavimentações e construções, resultando numa série de problemas conhecidos, entre eles: a impermeabilização do solo, aumento da temperatura local, diminuição da biodiversidade e o aumento de danos à saúde da população local (CERQUEIRA; SILVA, 2013). Também se faz importante apontar que o ambiente urbano pode não conter as condições ideais para o ciclo de vida das árvores, sendo assim, estudos e planejamento prévios são de suma importância para evitar a ocorrência de problemas futuros, como a interferência na rede elétrica, raízes expostas, quedas de galhos, ação de insetos nocivos e diversos outros fatores que devem ser considerados. Assim, a escolha correta da espécie florestal a ser empregada em arborização urbana, deve ser norteada pela preconização de árvores que ao se desenvolverem expressem características que minimizem a ocorrência desses problemas.

Ainda, no que se refere a presença de árvores em ambiente urbano, ressalta-se que as praças são locais que cumprem esse objetivo. Concretizam, portanto, espaços verdes que, geralmente, são considerados os mais relevantes para as cidades. Mello e Cañelas (2000) descreveram as praças como uma parcela do território urbano que configura um espaço público. Em urbanismo, a praça é comumente caracterizada pelo contraste com a malha urbana que a cerca, com a função de quebrar a continuidade dos quarteirões edificados introduzindo um elemento de surpresa e descontração (BARBOZA *et al.*, 2015).

Além disso, também se faz relevante enfatizar que muitas das vezes esses locais são considerados patrimônios históricos e culturais. Portanto, uma praça que também configura um patrimônio histórico, desempenha relevante função social, ao fazer uma mediação entre o passado, o presente e o futuro, e, assegurar sua continuidade no tempo e sua integridade no espaço urbano, é de suma importância (GONÇALVES, 2007). A Praça Getúlio Vargas (PGV), local onde o presente trabalho foi desenvolvido, sem dúvida insere-se nesse contexto.







Sendo assim, a “Praça dos Eucaliptos”, como é conhecida popularmente a PGV, é um patrimônio construído no fim do século XIX, sendo projetada pelo renomado paisagista e botânico francês Auguste François Marie Glaziou, e executada pelo engenheiro Carlos Engert, em 1880 com financiamento do 2º Barão de Nova Friburgo, no final do século XIX (FOLLY, 2007). É uma praça tombada pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) desde 1972, onde o conjunto arbóreo constituído pela espécie florestal *Eucalyptus robusta* Smith (Myrtales: Myrtaceae), também faz parte do tombamento do espaço.

A origem da concepção da arborização da praça utilizando eucaliptos é desconhecida, mas as evidências e suposições apontadas por Folly (2007), indicam que Glaziou tinha a intenção de que as copas dos eucaliptos se fundissem. O objetivo era promover grandes áreas sombreadas, fazendo com que a PGV se tornasse um local de ócio, descanso e desfrute da paisagem, servindo também como ferramenta de aprendizagem ambiental e ecológica para todos os visitantes e moradores da cidade.

No entanto, a estratégia de utilizar eucaliptos na arborização da PGV não se demonstrou promissora ao longo do tempo, pois com frequência relatam-se quedas de ramos, podendo, inclusive, ocasionar transtornos de diversos níveis, além do fato dessa espécie de árvore atingir grandes alturas, muitas vezes, incompatível com o ambiente das cidades, proporcionando conflitos espaciais com os elementos urbanos. Perante isso, surgiram preocupações com a integridade e conservação dessas árvores históricas, por parte sociedade civil e do poder público, concretizando os motivos ensejadores para a realização deste trabalho. Motivos extremamente nobres, uma vez que a queda de árvores urbanas pode ocasionar a morte de pessoas, bem como danos ao patrimônio público (SARAIVA, 1983), principalmente em praças, locais, onde habitualmente há grande circulação de pessoas diariamente.

Diante do exposto, este trabalho objetivou levantar informações sobre a fitossanidade, dados dendrométricos, relação dos vegetais com os elementos urbanos, ação e ocorrência de insetos fitofágos, bem como informações sobre a integridade de troncos, galhos e copa das árvores da praça Getúlio Vargas, no município de Nova Friburgo, RJ. Objetiva, ainda, reunir informações que possam ser úteis para o manejo e conservação de árvores urbanas.

## ■ MATERIAL E MÉTODOS

### **Caracterização do local de estudo.**

A cidade de Nova Friburgo (Latitude: 22° 17' 14" Sul, Longitude: 42° 32' 1" Oeste) possui 933,4 km<sup>2</sup> de extensão e está localizada no estado do Rio de Janeiro, tem ao longo do ano a temperatura variando de 10 °C a 27 °C e raramente inferior a 7 °C ou superior a 31 °C e com variação sazonal extrema na precipitação mensal de chuva, que ocorre ao





longo de todo o ano, com média de 221 milímetros (INPE), e de acordo com o último censo, contava com 182.082 habitantes (IBGE, 2010).

Vizinha dos municípios de Cachoeiras de Macacu, Bom Jardim e Casimiro de Abreu, a cidade está situada a 858 metros de altitude, que é representada por um marco de ferro aos pés da estátua de Alberto Braune, no centro da Praça Getúlio Vargas, assim como o ponto geodésico aos pés da estátua de Getúlio Vargas, na mesma praça, que representa o ponto exato onde fica o centro do estado do Rio de Janeiro.

A Região Serrana do Rio de Janeiro tem terrenos íngremes, elevados e consequentemente pouco acessíveis, facilitando a preservação da cobertura florestal em cerca de 60% do município (FRANCISCO; ALMEIDA, 2012), incluindo florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão (CASTRO, 2015). A cidade está inserida no Bioma Mata Atlântica e tem como formação vegetal dominante a Floresta Ombrófila Densa Montana (VELOSO, 1991; LIMA, 2017), sendo considerada como de alta prioridade para a conservação de espécies vegetais e animais (ROCHA *et al.*, 2009).

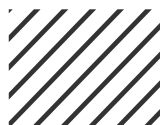
### **Metodologia de avaliação das árvores urbanas.**

As avaliações nas árvores foram categorizadas pelas diretrizes expressas na norma: ABNT NBR 16246-3: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas, Parte 3: Avaliação de risco de árvores e também seguindo as recomendações do Manual de Avaliação de Risco de Árvores da Sociedade Internacional de Arboricultura (ISA).

A localização dos indivíduos arbóreos na praça foi realizada por meio de plotagem em mapa da PGV fornecido, previamente, pela Prefeitura Municipal de Nova Friburgo. A altura total e altura da primeira bifurcação, foram determinadas utilizando o clinômetro de Haglof, instrumento de medição que permite a obtenção destas variáveis a partir de uma distância definida pelo operador, em que as leituras são apresentadas de forma direta, digital, em metros. Para a determinação do DAP, mensurou-se a circunferência na altura do peito (CAP - 1,30 m), com o auxílio de uma trena, a partir desse valor calculou-se o DAP ( $CAP/\pi$ ) das árvores.

As avaliações de fitossanidade se basearam nos procedimentos propostos por Teixeira e Nunes (2019), portanto, o Método Expedito de Análise da Arborização, sugerido por esses autores, consiste em uma verificação visual de oito parâmetros relacionados a aspectos qualitativos do tronco e copa, sendo eles: inclinação do tronco, qualidade da copa, qualidade de poda, equilíbrio da árvore, deterioração do tronco, fitossanidade, presença de hemiparasitas e características da bifurcação.

Teixeira e Nunes (2019) consideram, ainda, sete variáveis onde são elencadas a relação das árvores com o meio ambiente urbano, sendo elas: distância para construções, distância para calçada ou meio fio, distância para outra árvore, raízes superficiais, presença





de solo exposto no entorno do exemplar, contato com a fiação e compatibilidade com o meio. Portanto, a mensuração dessas variáveis e a atribuição de notas, em função das características dos troncos e copas bem como a relação das árvores com o ambiente urbano, foram realizadas com os parâmetros descritos nas tabelas 1 a 15.

**Tabela 1. Qualidade da copa** – Refere-se à exuberância da copa, ritmo de brotação, coloração das folhas, epicórmicas e sazonalidade.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Qualidade da copa	Copa com a presença de galhos mortos e danificados devido a podas anteriores, acidentadas e eventos climáticos	1
	Copa com brotações epicórmicas com ritmo adequado e/ou em período sazonal com ausência de folhas.	2
	Copa exuberante, robusta e sadia	3

**Tabela 2. Qualidade da poda** - Avalia os resquícios deixados por podas anteriores na planta e o quanto esses resquícios influenciaram no desenvolvimento da árvore.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Qualidade da poda	Presença de poda drástica com tocos residuais, linha de corte irregular e lascas.	1
	Presença de má cicatrização como resultado de podas anteriores, mas com intervenção e manejo pode-se resolver.	2
	Podas anteriores com boa cicatrização e que o formato da espécie não foi descaracterizado.	3

**Tabela 3. Equilíbrio da árvore** - Analisa a árvore considerando a condição o equilíbrio da copa e tronco como resultados de intervenções sofridas anteriormente ou crescimento inadequado.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Equilíbrio da árvore	Copa e tronco não condizem com as características da espécie na arborização urbana devido a poda drásticas, de rebaixamento de copa e/ou liberação de fiação.	1
	Copa ou tronco fora do padrão esperado de ocorrência na arborização urbana, com manejo e intervenção pode solucionar.	2
	Copa e tronco de acordo com as características da espécie implantada na arborização.	3

**Tabela 4. Presença de hemiparasitas** – Avaliação da presença e a proporção das “ervas de passarinho” na copa do exemplar arbóreo.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Presença de hemiparasitas	> ou = 75 % da copa ocupada, tendência de futura supressão;	1
	Entre 74% e 26% da copa ocupada, nesse caso intervenção ainda é válida;	2
	< 25% da copa ocupada - fácil manejo	3

**Tabela 5. Fitossanidade** – Considera a presença e ação de organismos nocivos ao crescimento e desenvolvimento da árvore.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Fitossanidade	Presença de agentes fitossanitários como pulgão, cochonilha, cupim e exsudação.	1
	Planta sadia, sem infestação.	3





**Tabela 6. Deterioração do tronco** – Considera a situação de deterioração do tronco, identificando lesões e ocós evidentes.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Deterioração do tronco	Tronco possui cavidades e lesões que facilitam entrada de patógenos e <u>dificultam a estabilidade da árvore.</u>	1
	Tronco injuriado devido acidentes e lascas por podas antigas.	2
	Tronco íntegro que garante estabilidade para a árvore.	3

**Tabela 7. Características da bifurcação** – Identifica a altura onde a primeira bifurcação ocorre na árvore.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Características da bifurcação	Bifurcação abaixo do DAP caracterizando maiores chances de queda, pois <u>cria um ponto de acúmulo de umidade.</u>	1
	Bifurcação acima do DAP que garante maior estabilidade.	2
	Sem bifurcação que possibilita copa ampla e menor índice de intervenções e podas.	3

**Tabela 8. Inclinação do tronco** – Avalia a condição do tronco em função da inclinação da árvore.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Inclinação do tronco	Tronco que apresenta risco de queda aparente.	1
	Tronco com inclinação aceitável para o local.	2
	Tronco de acordo com o padrão da espécie	3

**Tabela 9. Contato com a fiação** - Analisa a situação da árvore em relação a qualquer tipo de contato com fiação elétrica.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Contato com fiação	Exemplar arbóreo em contato com a fiação.	1
	Exemplar arbóreo com potencial de contato com a fiação	2
	Exemplar arbóreo sem possibilidade de contato com a fiação elétrica.	3

**Tabela 10. Afloramento de raízes** – Analisa a exposição aérea de raízes da árvore.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Afloramento de raízes.	Apresenta afloramento de raízes e/ou enovelamento	1
	Não apresenta afloramento de raízes	3

**T**

**Tabela 11. Solo exposto** – Analisa superficialmente a condição do solo onde a árvore se desenvolve, no que tange a exposição e cobertura vegetal.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Solo exposto	Apresenta solo exposto na projeção da copa do exemplar, que aumenta a lixiviação do solo, diminui a aeração e cria uma camada superficial de solo diminuindo a absorção de água pelo mesmo.	1
	Solo coberto por vegetação e protegido.	3

**Tabela 12. Compatibilidade com o meio** – Avalia se a árvore está harmonizada no ambiente onde é cultivada, apontando conflitos e possibilidades de adequações com os elementos urbanos.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Compatibilidade com o meio	Indivíduo arbóreo não está compatível com o meio devido a podas <u>irregulares</u> , espécie, porte e local inadequados.	1
	Indivíduo arbóreo que pode tornar-se compatível com o meio se realizadas intervenções e manejos adequados.	2
	Indivíduo arbóreo que se encontra compatível com o meio.	3





**Tabela 13. Distância para construções e edificações** – Avalia o espaço livre para crescimento de raízes e copa em relação às construções.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Distância para construções e edificações	Distância <2 metros para construções ou edificações.	1
	Distância de 2 a 5 metros de construções.	2
	Distância maior que 5 metros de construções ou edificações.	3

**Tabela 14. Distância da árvore mais próxima** – Avalia o espaço livre para crescimento de raízes e copa em relação à árvore mais próxima.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Distância para árvore mais próxima	Distância <2 metros para espécie mais próxima.	1
	Distância de 2 a 5 metros para espécie mais próxima.	2
	Distância maior que 5 metros para espécie mais próxima.	3

**Tabela 15. Distância da calçada ou meio-fio** – Avalia o espaço livre de crescimento para raízes em relação aos limites de calçada e meio fio.

Parâmetro	Qualificação	Nota
Distância da calçada ou meio-fio	Distância <2 metros para calçada ou meio fio.	1
	Distância de 2 a 5 metros para calçada ou meio fio.	2
	Distância maior que 5 metros para calçadas ou meio fio.	3

As variáveis expressas nas tabelas de 1 a 15 foram consideradas nas avaliações visuais, feitas diretamente em cada árvore, durante inspeções e com auxílio de uma ficha de campo para registros. Após serem inspecionadas com base nesses critérios e as notas serem atribuídas para cada parâmetro, os valores foram somados para cada árvore, obtendo-se, desta forma, a classificação do estado geral do indivíduo arbóreo, que poderia ser enquadrada em: excelente, boa, regular ou péssima, conforme o intervalo de notas expresso na tabela 16. Essa classificação é sugerida por Teixeira e Nunes (2019).

**Tabela 16.** Intervalo de notas que indica a classificação do estado geral da árvore em quatro categorias.

Intervalo de notas	Classificação
15 - 25	Péssima
26 - 30	Regular
31 - 38	Boa
39 - 45	Excelente

Desta forma, a verificação desses parâmetros e a classificação do estado geral de cada árvore, foram possíveis em função da obtenção de informações provindas única e exclusivamente por inspeções visuais realizadas durante o caminhar ao redor de cada indivíduo arbóreo. Devido a essa característica, essa avaliação é categorizada no nível um e dois, dentre os três níveis de avaliação arbórea, definidos pela NBR 16246-3 (2019).

Os artrópodes encontrados durante as inspeções das árvores foram coletados com auxílio de pinça entomológica, pincel e/ou pás, armazenados em recipientes de vidro contendo álcool 70%, com tampa e etiquetados. Para serem identificados, foram levados ao Laboratório







de Entomologia Florestal, no Instituto de Florestas, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os exemplares da Família Termitidae foram enviados ao laboratório de termitologia, do professor Dr. Reginaldo Constantino que está subordinado ao Departamento de Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas, na Universidade Federal de Brasília.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Diversidade vegetal arbórea e aspectos dendrométricos das árvores da PGV.

Foram registradas 20 espécies arbóreas pertencem a 12 famílias botânicas, totalizando 152 indivíduos arbóreos vivos, a espécie *E. robusta* representou mais da metade do número de indivíduos, 79, e com densidade relativa (DR) de 51,97% (Tabela 17).

**Tabela 17.** Nome científico, família, densidade absoluta (DA) e densidade Relativa (DR) das árvores da Praça Getúlio Vargas, Nova Friburgo, RJ.

Nome científico da árvore	Família	DA	DR
<i>Eucalyptus robusta</i> (Smith.)	Myrtaceae	79	51.97
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	20	13.15
<i>Palmaceae</i> sp.	Arecaceae	10	6.56
<i>Dyopsis lutescens</i> (H. Wendel)	Arecaceae	7	4.6
<i>Grevillea robusta</i> (A. Cunn)	Proteaceae	4	2.65
<i>Melia azedarach</i> (L.)	Meliaceae	4	2.65
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	Fabaceae	3	1.98
<i>Platanus acerifolia</i> Willd.	Platanaceae	3	1.98
<i>Ficus gomelleira</i> (Kunth)	Moraceae	3	1.97
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> (Benth)	Fabaceae	2	1.31
<i>Persea americana</i> (Mill)	Lauraceae	2	1.31
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	2	1.31
<i>Mangifera indica</i> (L.)	Anacardiaceae	2	1.31
<i>Myrsine</i> cf.	Myrsinaceae	1	0.66
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.)	Fabaceae	1	0.66
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.)	Fabaceae	1	0.66
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.)	Bignoniaceae	1	0.66
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.)	Bignoniaceae	1	0.66
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Bignoniaceae	1	0.66
<i>Cecropia</i> sp.	Urticaceae	1	0.65
<i>Spondias mombin</i> (L.)	Anacardiaceae	1	0.66
<b>Não identificadas</b>		10	1.98
<b>Total</b>		152	100

Considera-se que quando há a dominância de apenas uma espécie vegetal, a fitossanidade pode ser afetada negativamente, pois expõe o conjunto arbóreo às pragas que encontram facilidade de proliferação face a oferta abundante de apenas um tipo de alimento, no qual o organismo praga pode estar associado. Sampaio (2006) reportou esse tipo de situação em um estudo sobre a arborização urbana de Maringá-PR, quando relatou que 50% das árvores pertenciam a uma única espécie vegetal. A altura geral (H) média dos





indivíduos arbóreos da PGV foi de 17,63 metros, registrando árvores que chegaram à altura máxima de 47,20 e altura mínima de 3 metros (Tabela 18). Sobre esse registro, se faz relevante esclarecer que o recomendado para este tipo de ambiente, onde existem canteiros de no máximo 2,50 metros de largura, a altura máxima das árvores deve ser 12 metros (MILANO; DALCIN, 2000).

**Tabela 18.** Altura geral (H), altura da primeira ramificação (H. 1ª ramificação) e diâmetro na altura do peito (DAP), em metros, dos indivíduos arbóreos na praça Getúlio Vargas. Nova Friburgo, RJ.

Parâmetro	Média	Máximo	Mínimo
H.	17,63 ± 6,05	47,20	3,00
H. 1ª ramificação	4,93 ± 2,23	14,50	0,45
DAP	0,46 ± 0,27	1,70	0,07

A altura média da primeira ramificação foi de 4,93 metros, porém, a mínima foi de 0,45 metros (Tabela 18). Sobre esse parâmetro, recomenda-se que a altura da primeira bifurcação (ponto de inserção do primeiro galho no tronco), não seja menor que 1,8 metros, pois poderia representar um problema ao trânsito dos pedestres, principalmente para aqueles com mobilidade reduzida (LIMA NETO *et al.*, 2010).

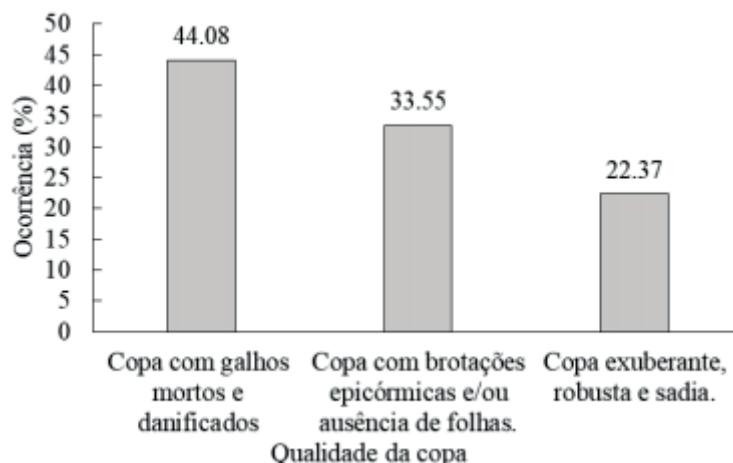
Em geral, o crescimento das árvores pode ser medido pelo diâmetro na altura do peito (DAP), quando jovem, a árvore cresce primeiro em altura e com o passar do tempo, cresce em diâmetro (PAGLIARI, 2013). As árvores da PGV apresentaram um DAP médio de 0,46 metros (Tabela 18), com valor máximo de 1,70 metros, indicando a idade avançada destes indivíduos e mínimo de 0,07 metros.

### **Avaliação dos Parâmetros Espaciais e Fitossanitários das árvores.**

Entre as avaliações realizadas, no que tange a qualidade da copa, observou-se que 44,08 % das árvores possuíam galhos mortos e/ou danificados em sua copa (Figura 1). Segundo o manual da Prefeitura de São Paulo (2012), o manejo de árvores urbanas deveria restringir-se às podas de formação, de limpeza (eliminação de galhos mortos ou danificados) e de emergência, apenas quando há risco iminente para os transeuntes e com potencial de interferência em elementos urbanos, evitando que as árvores sejam mutiladas. Portanto, para as árvores da PGV, que apresentaram galhos mortos e danificados, talvez, esse manejo seja considerado necessário.



**Figura 1.** Qualidade da copa dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ



Dos indivíduos arbóreos da praça, 33,55% possuíam algum desequilíbrio entre folhagem e raízes. Nesse contexto, observou-se que quando houve remoção de grande massa de galhos, ou mesmo o fuste todo, a reação da árvore ou o toco restante, conforme o caso, se caracterizou pela emissão vigorosa de brotações provindas de gemas epicórmicas dormentes (MILANO; DALCIN, 2000).

Os brotos de *E. robusta* aparentam vitalidade, mas na realidade tem uma fixação deficiente no seu ponto de origem. Associado ao corte de grandes dimensões que fatalmente originará uma cavidade, cria-se um futuro e provável ponto de ruptura, debilitando, portanto, o vegetal (SEITZ, 1996) e que levam a um aumento do número de podas, que geram em pouco tempo novos galhos a serem podados futuramente (MILANO; DALCIN, 2000).

No caso observado dos eucaliptos que foram removidos da PGV, observou-se a emissão de várias brotações epicórmicas do toco (Figura 2a). Sendo assim, especula-se que rupturas possivelmente poderão ocorrer face a essa condição. Essas brotações estão crescendo em altura e diâmetro, e, dessa forma, ganhando peso, estando, ainda, ligadas ao toco, que em muitas vezes apresenta-se em estado de deterioração significativa (Figura 2b). Ainda, a cavidade formada na madeira pela retirada do fuste, configura um sítio de desenvolvimento para diversos organismos xilófagos (insetos e fungos), o que acelera os processos de decomposição.



**Figura 2. a** Brotações epicórmicas do toco de *E. robusta*. **b** – Presença de agentes deterioradores da madeira no toco de *E. robusta* na praça Getúlio Vargas, no município de Nova Friburgo, RJ.



Portanto, pela própria natureza das brotações epicórmicas, bem como pela condição fitossanitária do toco a que estão conectadas, considera-se prudente entender que essas características sinalizam para uma situação que deve ser categorizada como de risco futuro. Pois, essas brotações, face a seu crescimento vigoroso, podem atingir grandes dimensões, e com isso proporcionar condições para o rompimento no ponto de ligação com o toco, que já está deteriorado, ou em processo de deterioração em curso.

Para que as árvores se mantenham em estado adequado de desenvolvimento, das quais apenas 22,37% receberam esta classificação (Figura 1), um dos fatores relevantes a ser levado em conta é a qualidade da poda, que deve ser feita por profissionais e norteadas através de conhecimentos técnico- científicos (MILANO; DALCIN, 2000). Quando realizada de maneira errônea, sem as técnicas adequadas, proporciona prejuízos à árvore, expondo-a a patógenos e descaracterizando a forma natural da espécie, como observou-se em alguns eucaliptos da PGV.

Nesse contexto, apenas 32,89 % das árvores da PGV possuíam podas com boa cicatrização e que não denotavam riscos futuros aos indivíduos arbóreos avaliados. Ainda, 36,18% dos indivíduos tinham sinais de podas drásticas e 30,93% com presença de má cicatrização (Figura 3). Estas árvores, quando tem o seu lenho exposto em lesões, neste local, cria-se condições favoráveis para atração e ação de artrópodes e micro-organismos que deterioram a madeira e podem provocar doenças, o que, evidentemente afeta negativamente a sanidade da árvore (MARTINS *et al.*, 2010).

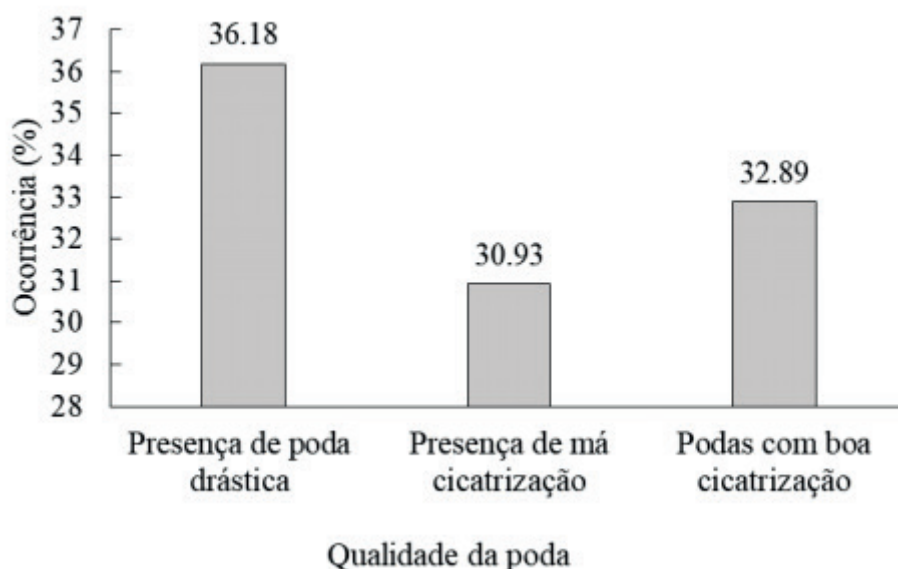
Sobre esses aspectos, principalmente no que tange a cicatrização de lesões, é importante ressaltar o conhecido fato de que as árvores não têm a capacidade de extinguir esses ferimentos, eles permanecem existindo, no entanto, o vegetal reage fisiologicamente no sentido de “cobrir” e “selar” a lesão, através do desenvolvimento de novo tecido vegetal sobre o local danificado. Diante disso, é coerente afirmar que árvores cultivadas em condições





que favorecem o desenvolvimento vegetal, estão, por consequência, mais aptas a reagirem vigorosamente a essa situação, bem como a reagir a ação de pragas e doenças. A utilização de técnicas de manejo e cultivo de árvores urbanas que procurem beneficiar o desenvolvimento vegetal, concretiza, desta forma, uma eficiente estratégia no que tange a conservação e gestão dos exemplares arbóreos.

**Figura 3.** Qualidade da poda dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



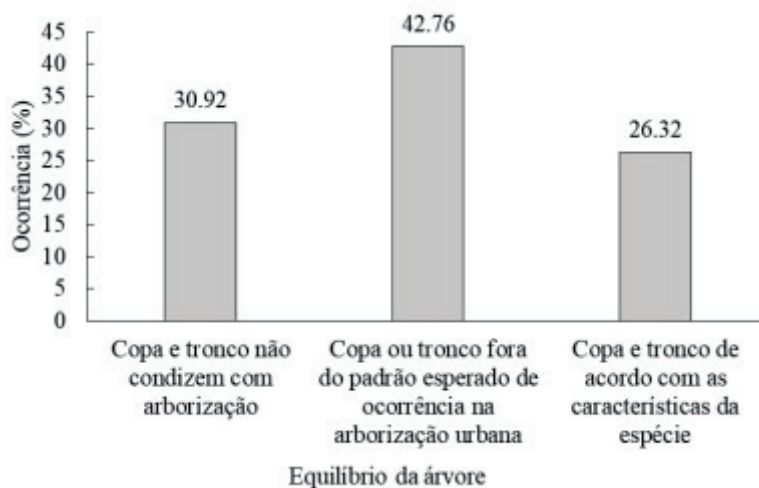
A retirada drástica da copa danifica a estrutura natural da planta, além de colocar em risco a sanidade vegetal (ARAÚJO; ARAÚJO, 2016), afetando as funções fotossintéticas e a capacidade de sombreamento. Nesse sentido, é considerada necessária a escolha de espécies vegetais que não demandem podas frequentes, afim de evitar-se deformidades nas estruturas vegetais (ALENCAR *et al.*, 2014). Estas ações influenciam diretamente no equilíbrio dos indivíduos, e no caso da PGV, registrou-se apenas 26,32% de árvores com a copa e o tronco de acordo com as características naturais das respectivas espécies (Figura 4).







**Figura 4.** Características da copa e tronco, em relação ao equilíbrio, das árvores da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ



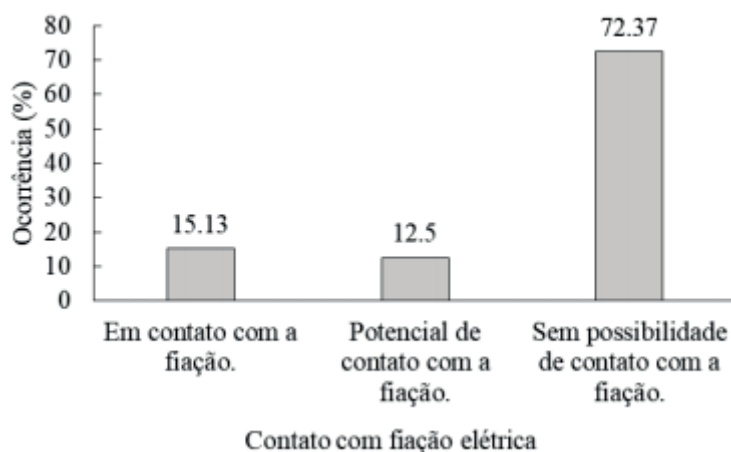
Portanto, enfatiza-se que antes de serem realizadas qualquer tipo de intervenções nas árvores, como a poda, é necessário que se conheça o padrão natural de desenvolvimento das espécies arbóreas, uma vez que cada uma possui características peculiares, e considerar essas características, nessas intervenções, se faz necessário para manter-se a integridade estrutural da árvore. Nesse contexto, observou-se que 42,76% das árvores estavam com a copa e/ou tronco fora do padrão esperado e 30,92% não estavam condizendo com a arborização urbana e precisavam de algum tipo imediato de intervenção. Desta forma, quando o tipo de poda a ser aplicada é previamente definido, se obtém um melhor aproveitamento do espaço em que a árvore está inserida, acarretando diminuição de custos de manutenção e garantindo o adequado desenvolvimento desses vegetais (ARACRUZ, 2013).

Grande parte das árvores da PGM não possuía contato com fiação elétrica aérea, cabeadamentos e/ou instalações elétricas, totalizando 72,37% (Figura 5). Por possuir indivíduos de médio a grande porte, este foi um parâmetro considerado “ideal”. Ainda, sobre esse aspecto, pode-se observar que tanto os potenciais conflitos, como os conflitos registrados com fiação, a ocorrência é baixa, o que sinaliza uma condição adequada da PGM para essas questões.





**Figura 5.** Indivíduos arbóreos com possíveis contatos com a fiação elétrica da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



Por outro lado, observou-se que grande parte da fiação elétrica da PGV é subterrânea, porém, em diversos locais se encontram expostas inadequadamente, podendo representar um risco potencial aos transeuntes, devido a facilidade de contato, principalmente por crianças. Em 15,13% das árvores foi evidenciado o contato com a fiação elétrica aérea. No entanto, esse percentual pode ser bem maior, se considerar o fato de que as raízes das árvores podem estar em contato, também, com a fiação no ambiente subterrâneo, porém, esse parâmetro não foi mensurado neste trabalho.

Nas inspeções foram registrados que apenas 31,58% das árvores continham o tronco íntegro externamente, 38,16% dos troncos estavam com algum tipo de injúria causadas por podas e 30,26% possuíam cavidades e lesões (Figura 6). Nas que possuíam algum tipo de lesão, pode-se afirmar que essas condições podem levar a planta a um enfraquecimento progressivo e causar desequilíbrio entre a copa e o fuste, além de ser porta de entrada para patógenos e insetos que deterioram a madeira, como já apontado anteriormente. Portanto para os indivíduos arbóreos que apresentam essas características, consideram-se necessárias intervenções fitossanitárias, como podas de manutenção ou de segurança.





**Figura 6.** Deterioração do tronco dos indivíduos arbóreos da praça Getulio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



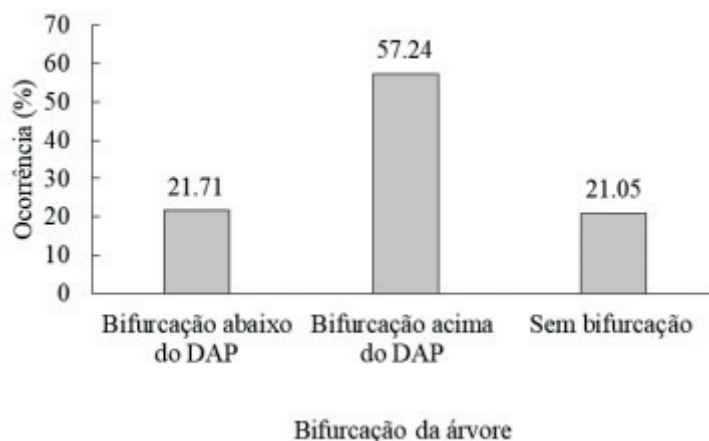
Quando o tronco possui algum tipo de lesão, seja ela causada por fricção mecânica, vandalismo ou ação intensa de xilófagos, como constatado em diversos indivíduos arbóreos da praça, essa situação favorece a fragilidade da árvore, ao passo que se estivesse em ambiente natural essa condição geralmente apresenta-se menos acentuada (ROSSETTI *et al.*, 2010). Portanto, de fato pode-se apontar que o ambiente urbano proporciona situações que intensificam a criação de lesões nos troncos das árvores.

No que tange a escolha de espécies arbóreas utilizadas em arborização urbana, recomenda-se árvores que possuam altura da primeira bifurcação (ponto de inserção do primeiro galho no tronco) menor que 1,8 metros, pois representa um problema com relação ao trânsito livre dos pedestres, principalmente para aqueles com mobilidade reduzida, diminuindo o tamanho do passeio (LIMA NETO *et al.*, 2010). Na PGV a predominância foi de árvores com altura de bifurcação superior ao que é recomendado por Lima neto *et al.* (2010), sendo observado que 57,24 % das árvores estavam acima deste patamar e 21,05 % não possuíam bifurcação. A bifurcação abaixo do DAP ocorre em 21,7% das árvores na PGV (Figura 7).



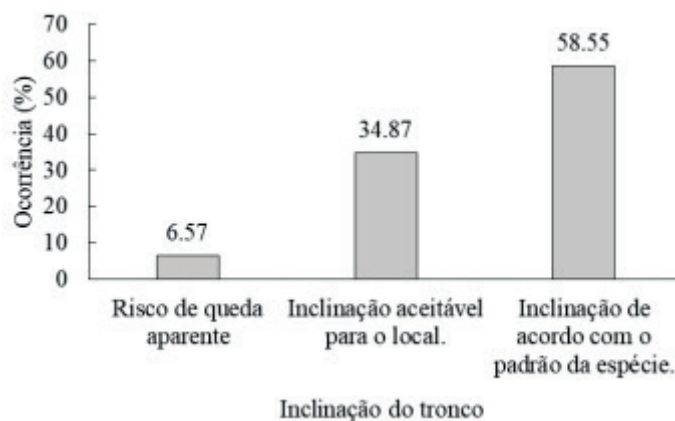


**Figura 7.** Características da bifurcação dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.

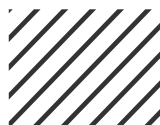


As lesões no tronco das árvores podem ser evidenciadas pelo desenvolvimento do calo cicatricial, e quando ocorrem por toda a circunferência do caule, promovem o secamento da copa e, comumente, rompimento do fuste pelo vento, na altura da região lesionada. Outro fator importante e que contribui para a rompimento do fuste é a inclinação, segundo Brazolin (2009), somente árvores com inclinação de tronco inferior a 60° devem ser suprimidas, pois possuem elevado grau de risco de queda, o que ocorreu em 6,57% das árvores na PGV. Em 34,87 % dos indivíduos haviam algum tipo de inclinação, porém, com ângulos que são aceitáveis para os locais em que estavam situadas (Figura 8).

**Figura 8.** Inclinação do tronco dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



Quando são feitos cortes nas raízes ou são realizadas podas mal executadas devido a conflitos, por exemplo com à fiação, essa ação pode culminar em plantas totalmente desestabilizadas (SAMPAIO, 2006; MOSER *et al.*, 2010). Apesar destes fatos terem sido registrados na PGV, 58,55% das árvores apresentaram inclinação de acordo com o padrão da espécie (Figura 8). Sobre essa questão de poda de raízes, a experiência tem demonstrado que quando realizada em determinado momento do desenvolvimento da árvore, fatalmente caracteriza uma ação que desestabiliza os processos biomecânicos da árvore, acentuando,

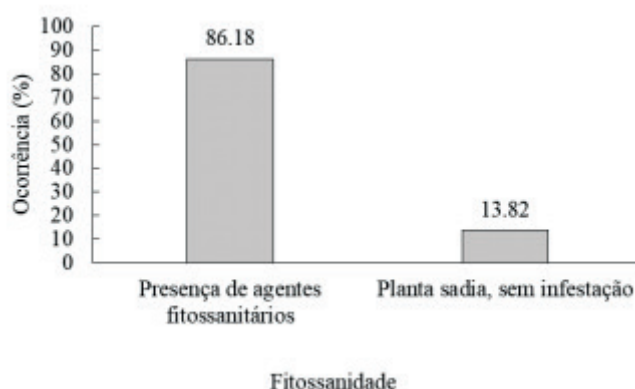




quase sempre, a possibilidade dessa árvore cair futuramente. Portanto, poda de raízes em árvores urbanas não são recomendadas.

Em relação a presença de agentes fitossanitários, como insetos fitófagos, 86,18% das árvores da PGM apresentaram ocorrência de alguns desses organismos (Figura 9), cabendo, no entanto, enfatizar que o simples registro da presença de fitófagos em árvore urbanas, não necessariamente configura um problema fitossanitário. A ação desses organismos pode ser favorecida por situações onde hajam ramificações quebradas ou parcialmente ligadas a cavidades abertas no tronco ou galhos mortos com presença de podridão (INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE, 2011), sendo, inclusive, condições frequentemente apontadas como causas de falhas no manejo das arborizações urbanas.

**Figura 9.** Aspectos fitossanitários dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



Sendo assim, observou-se a ocorrência de oito espécies de insetos fitófagos, distribuídas em quatro ordens: Blattodea, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (Tabela 19).

**Tabela 19.** Artrópodes coletados nas árvores da praça Getúlio Vargas, Nova Friburgo, RJ

Artrópodes	Família	Hospedeiro
<i>Embriatermes heterotypus</i> (Silvestri, 1901)	Termitidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.
<i>Nasutitermes cf. rotundatus</i> (Holmgren, 1924)	Termitidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.
<i>Neocapritermes opacus</i> (Hagen, 1858)	Termitidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.
<i>Silvestritermes heyeri</i> (Snyder, 1926),	Termitidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.
<i>Homalinotus deplanatus</i> (Sahlberg, 1823)	Curculionidae	Palmeira
<i>Macraspis bivittata</i> (MacLeay, 1819)	Scarabaeidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.
<i>Pantophthalmus pictus</i> (Wiedemann, 1821)	Pantophthalmidae	<i>Platanus acerifolia</i>
<i>Camponotus</i> sp.	Formicidae	<i>Eucalyptus robusta</i> Smith.

As coletas ocorridas de forma direta, durante os três meses de estudo, não possibilitaram avaliar precisamente o nível de infestação da termitofauna e de outros organismos nocivos às árvores da praça, e, nesse sentido, a realização de um monitoramento temporal







é considerado necessário em ações que visem avaliar precisamente os reais danos de artrópodes em árvores urbanas.

No entanto, ecologicamente, pode-se ressaltar o registro da térmita *Silvestritermes heyeri*, onde nas avaliações fitossanitárias foram observadas a presença de ninhos (Figura 10), e de inúmeras árvores e tocos danificados por esse grupo de insetos (Figura 11). Sendo assim, pode-se entender que há uma população termítica ativa na PGV, cabendo, portanto, investigações suplementares para definir a necessidade, ou não, de tratamentos. Segundo Milano e Dalcin (2000), a predominância de uma espécie de árvore, como ocorre na PGV, facilita a proliferação de determinadas pragas, como as das diferentes espécies de térmitas registrados. No caso de cupins, árvores maduras costumam instaurar condições favoráveis à ação desses insetos.

**Figura 10.** Ninho ativo de cupim associado ao tronco de *Eucalyptus robusta*, na praça Getúlio Vargas, Nova Friburgo, RJ.



**Figura 11.** Injúria no tronco de *Eucalyptus robusta* proporcionada pela ação de cupins, na praça Getúlio Vargas, Nova Friburgo, RJ.



O registro de ocorrência do Diptera *Pantophthalmus pictus*, espécie conhecida popularmente como mosca da madeira, danificando o fuste de árvores de platanus, também merece destaque, uma vez que é um inseto pouco representado em coleções entomológicas. Na PGV sua ação foi observada promovendo danos considerados graves à essa espécie florestal, caracterizados pelo broqueamento do fuste. Portanto, recomenda-se intervenções fitossanitárias para garantir a sanidade das árvores que estão sendo danificadas pelas larvas do inseto.

Entre a ordem Coleóptera, *Homalinotus deplanatus* (Sahlberg, 1823), que foi observado associado aos coqueiros, pode promover danos significativos a esse grupo de plantas. Sendo assim, espécies do gênero *Homalinotus* danificam o pedúnculo floral, e com isso, prejudicam, especialmente a produção de cocos. Em relação a ação desse inseto em coqueiros empregados em paisagismo, é prudente avaliar se a infestação é persistente e caso estejam sofrendo lesões significativas e constantes, neste caso, adotar uma intervenção fitossanitária. No momento da avaliação, a população desse Coleoptera não foi considerada alta.

Ainda sobre a ordem Coleoptera, um besouro que não proporciona diretamente um problema fitossanitário, mas que foi frequentemente registrado nas avaliações, cabendo,





portanto, seu registro, é *Macraspis bivittata* (MacLeay, 1819). Esse coleóptero está associado à decomposição de matéria orgânica, e no caso da praça Getúlio Vargas, em função da grande presença de tocos em processo de decomposição, provindos da derrubada dos fustes de *E. robusta*, mantem-se um nicho ecológico onde se observa a presença de larvas e adultos desse inseto.

A atividade de insetos fitófagos interfere diretamente na longevidade e integridade da planta, além de promover desconformo à população, seja pelos excrementos ou dano estético às árvores. Esses são problemas comuns em árvores de ambientes urbanos, mas que, em sua maioria podem ser facilmente resolvidos, substituindo indivíduos atacados, conforme o caso, ou com a aplicação de inseticidas para o controle das pragas (ROLON; SIQUEIRA, 2018). Sobre a aplicação de inseticidas em área urbana, é importante frisar que existe legislação que disciplina essa atividade, e, sendo assim, se houver ausência de regramento legal para determinadas pragas, deve-se optar por produtos inseticidas naturais, cuja a utilização é permitida em ambiente urbano. Ainda, em 13,82% dos indivíduos não foi detectada a presença de agentes fitossanitários, porém, essa observação não isenta a árvore da presença desses organismos (Figura 9).

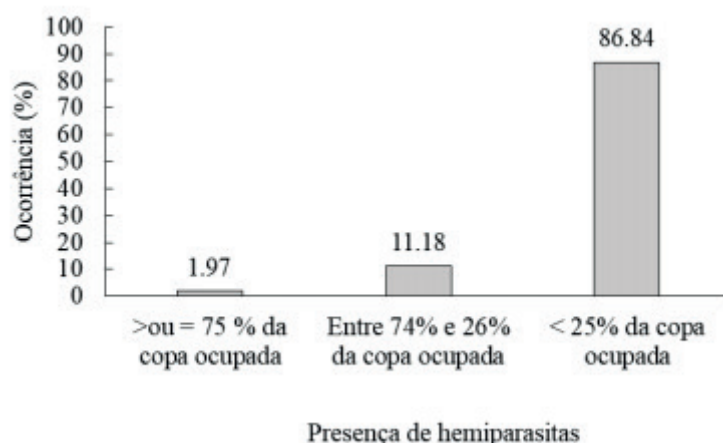
Também, sobre os danos de insetos em árvores urbanas, considera-se necessárias amostragens periódicas para a identificação exata dos insetos-pragas, bem como a extensão e gravidade de seus danos nas árvores, visando nortear a adequada tomada de decisão quanto ao uso de defensivos (SILVA *et al.*, 2017). Não raro observam-se populações sazonais de insetos pragas em árvores urbanas, que por si só se estabilizam, sem, necessariamente, necessitar intervenção fitossanitária, ao contrário de uma população que se apresenta persistente e atuante ao longo do tempo, promovendo danos significativos e constantes. Portanto, avaliar essa situação deve ser um norte para a tomada de decisão quanto a adotar, ou não, uma intervenção fitossanitária em árvores urbanas.

Uma outra classe de pragas urbanas que causam transtornos na arborização são os hemiparasitas, que pela sua ação retiram apenas a seiva bruta do hospedeiro, diferentemente de parasitas, que atuam sugando a seiva elaborada (ROTTA, 2001). A ação de hemiparasitas depaupera a árvore, enfraquecendo-a e deixando-a susceptível à ação de diversos agentes fitófagos. Sobre essa relação parasitária, observou-se que 86,84% das árvores possuíam menos que 25% da copa ocupada, indicando uma baixa ocorrência de hemiparasitismo na PGV e 11,18% estavam com a ocupação da copa entre 74 e 26% (Figura 12).





**Figura 12.** Presença de hemiparasitas presentes nos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



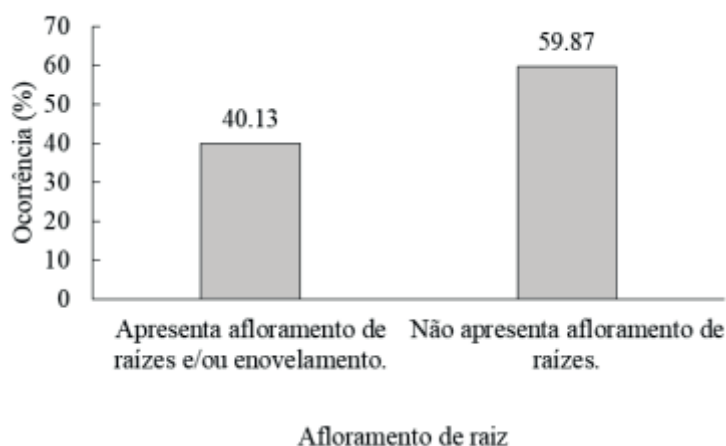
Como medida de segurança, em árvores com mais de 75% da copa ocupada, como ocorreu em 1,97% dos indivíduos arbóreos da PGM (Figura 12), devem ser estabelecidas medidas de supressão, afim da diminuição da taxa de hemiparasitismo. Contudo, ressalta-se que a ação de hemiparasitas proporciona sérios problemas à sanidade das árvores, a ponto, conforme o caso, da remoção arbórea ser recomendada, pois a integridade da árvore pode estar efetivamente comprometida, proporcionando risco aos transeuntes (PEREIRA *et al.* 2011). Em Irati, no Paraná, Schallenberger *et al.* (2010) relatam que árvores consideradas em condições ruins ou péssimas, devido a ação de hemiparasitas, a supressão destas foi indicada, por estarem configurando risco aos transeuntes e ao patrimônio material.

Em relação ao afloramento de raízes, 40,13% das árvores da PGM apresentavam este comportamento (Figura 13). Em alguns locais, em casos de afloramento de raízes e/ou enovelamento, também ocorriam o levantamento de calçada (Figura 14), com proporções que não acompanham o tamanho dos canteiros, podendo dificultar até mesmo o tráfego de transeuntes. Ao mesmo tempo, 59,87% das árvores não apresentavam afloramento de raízes, acompanhando assim os limites dos canteiros.





**Figura 11.** Percentual do afloramento de raízes dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.



**Figura 14.** Toco de *E. robusta* com afloramento de raízes e brotações epicórmicas, elevando o solo e a calçada, PGM, Nova Friburgo, RJ.



De acordo com Mascaró e Mascaró (2005), árvores de grande porte e com sistema radicular superficial, devem ser evitadas na arborização, para impedir danos aos passeios. A seleção das espécies arbóreas deve se basear em critérios onde se considere o dimensionado do porte vegetal com o ambiente onde a árvore se desenvolverá. Com isso, evita-se futuros problemas de incompatibilidade da árvore com os elementos urbanos, além de reduzir as intervenções de contenção de raízes e copas, que quase sempre prejudicam as plantas.

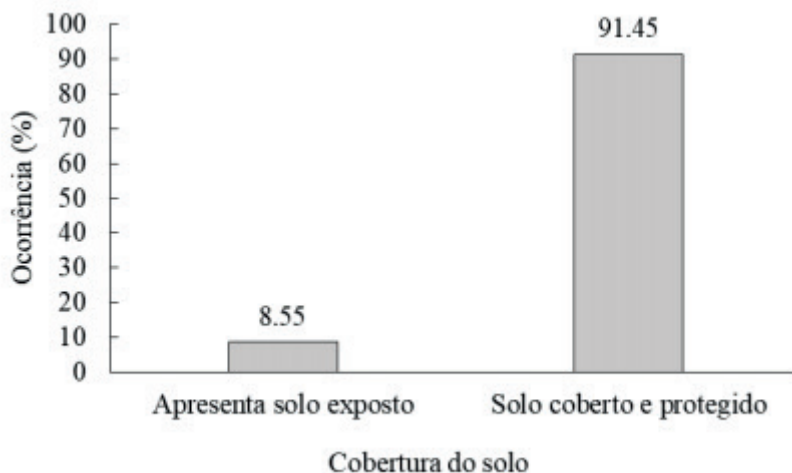
Um dos fatores que pode influenciar a redução da necessidade de intervenções, no sentido de conter raízes e copas, é a qualidade da cobertura do solo. Sendo assim, 8,55% dos indivíduos da PGM apresentavam solo exposto no local de cultivo (Figura 15). Sobre essa questão, Biondi e Althaus (2005) afirmam que o solo exposto apresenta um pH mais ácido, prejudicando a ciclagem de nutrientes e resultando numa modificação na atividade dos microrganismos, que, conseqüentemente, afeta negativamente a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Por outro lado, 91,45% estavam com o solo coberto e protegido,





porém, esse fato não indica que o solo esteja rico em nutrientes, cabendo, portanto, investigações suplementares (Figura 15).

**Figura 15.** Cobertura do solo no entorno dos indivíduos arbóreos da praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ



Ainda, sobre essa questão da qualidade do solo, pode-se informar que uma condição onde não haja impermeabilização, estimula-se a infiltração de água, favorecendo a disponibilidade desse recurso aos vegetais. A PGV possui em toda sua extensão uma cobertura de placas de concreto, e, somente os canteiros centrais e laterais, possuem cobertura vegetal.

A compatibilidade entre o espaço físico e a espécie vegetal selecionada para o plantio está diretamente relacionada tanto com o porte bem como a aspectos reprodutivos, como floração e frutificação. Sendo assim, apenas 21,06% das árvores foram consideradas compatíveis com o meio em que estavam (Figura 16). O conflito com estruturas físicas da praça, susceptibilidade a organismos nocivos e até mesmo propensão a conflito com outras espécies vegetais, são características que sinalizam para árvores que estão em desarmonia com o meio, no entanto, após intervenção, há árvores que apresentam potencial para tornarem-se, novamente, adequadas ao espaço. Sobre esse aspecto, observou-se que mais da metade, (51,97%) das árvores da PGV, foi classificada nesta situação (Figura 16).







**Figura 16.** Compatibilidade dos indivíduos arbóreos com o meio ambiente urbano, na praça Getúlio Vargas no município de Nova Friburgo, RJ.

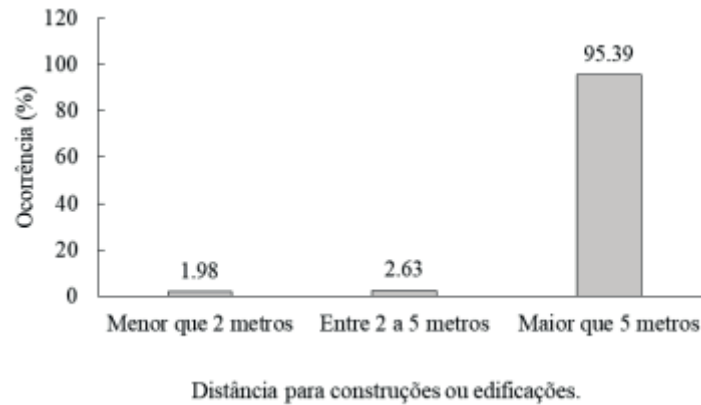


Quando foram detectados problemas estruturais visíveis nas árvores ou conflitos com o meio urbano, bem como infestações significativas de fitófagos ou situações que potencialmente colocavam as pessoas em risco, a atribuição dada a esses exemplares arbóreos era não compatível com o meio, e em 26,97% dos casos a situação foi detectada (Figura 16). As avaliações periódicas das árvores nas cidades podem ajudar no planejamento e manutenção da vegetação urbana e na sua gestão, na medida em que são identificadas as características da vegetação (NOWAK *et al.*, 1996; SILVA, 2000; MENEGUETTI, 2003) e de possíveis problemas que possam surgir.

Por serem árvores centenárias, tendo, inclusive, alguns indivíduos da espécie *E. robusta* com mais de 40 metros de altura, e, nesse contexto a grande quantidade de prédios históricos, residenciais multifamiliares e comerciais instalados no entorno da PGV resulta em apreensão, tanto no poder público quanto da sociedade civil. Sendo assim, a distância observada das árvores, em relação às construções ou edificações, pode justificar essa preocupação, e apesar de 95,39% das árvores estarem a mais de 5 metros das construções (Figura 17), o elevado porte de algumas árvores, pode sinalizar risco, considerando uma eventual queda de exemplares que tem altura suficiente para atingir as edificações.

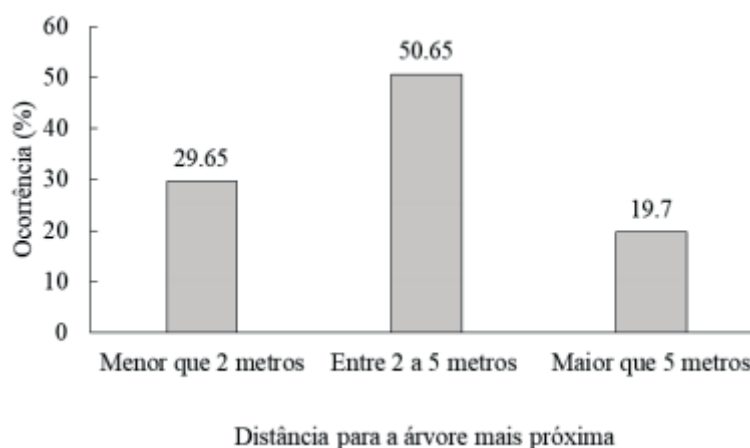


**Figura 17.** Distância das árvores para construções na praça Getúlio Vargas, no município de Nova Friburgo, RJ.



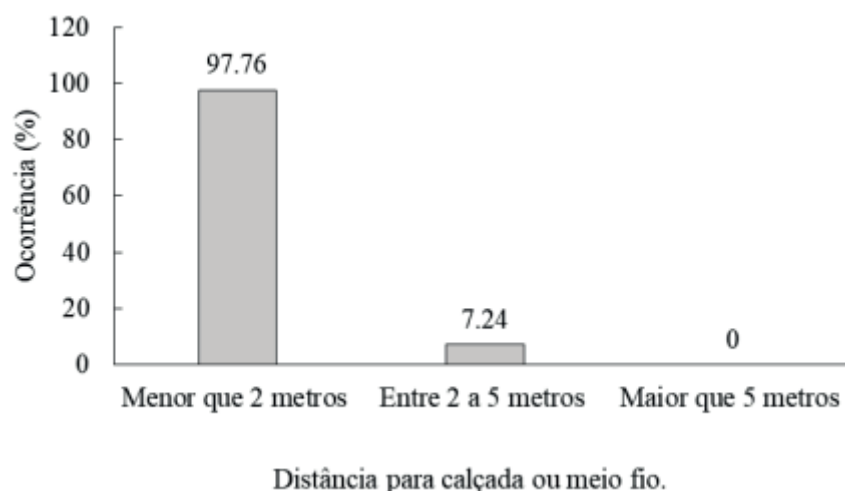
Para evitar o conflito entre árvores e redes subterrâneas, Pivetta *et al.* (2002) indicam que o plantio seja feito de 2 m, ou mais, de distância uma das outras, para evitar que as raízes causem problemas. Nesse aspecto, 29,65% das árvores estavam a menos de 2 metros de distância umas das outras, enquanto 50,65% estão entre 2 e 5 metros (Figura 18). Além disso, quando há espaço considerado adequado para o desenvolvimento das raízes, se tem uma baixa probabilidade de problemas com o calçamento (PERIOTTO *et al.*, 2016). O grande número de árvores em um único canteiro foi uma situação recorrente observada na PGV. Árvores que se registrou a distância maior que 5 metros uma das outras representam 19,7% dos indivíduos (Figura 18). Sobre isso, pode-se apontar que se trata de porcentagem considerada pequena, tendo em vista que a área de abrangência de copas das árvores chegou a atingir 23,5 metros de diâmetro, culminando, portanto, em sobreposições nestes casos.

**Figura 18.** Distância de uma árvore para outra na praça Getúlio Vargas, município de Nova Friburgo, RJ



A pequena área dos canteiros, local onde grandes árvores se desenvolviam, resultava, muitas vezes no levantamento do meio fio e da calçada. Observou-se que 97,76% das árvores da PGV estão localizadas a uma distância menor que 2 metros das estruturas de concreto que delimitam os canteiros (Figura 19).

**Figura 19.** Distância das árvores até a calçada ou meio fio na praça Getúlio Vargas, município de Nova Friburgo, RJ.



O levantamento de calçada foi um problema recorrente observado na PGV. Por serem árvores de grande porte, os eucaliptos estão causando danos ao calçamento, e apenas 7,24% das árvores estavam entre 2 e 5 metros de distância para o meio fio e/ou calçada (Figura 20).

**Figura 20.** Levantamento da calçada e do passeio causado pela raiz de *E. robusta* na praça Getúlio Vargas, no município de Nova Friburgo, RJ.



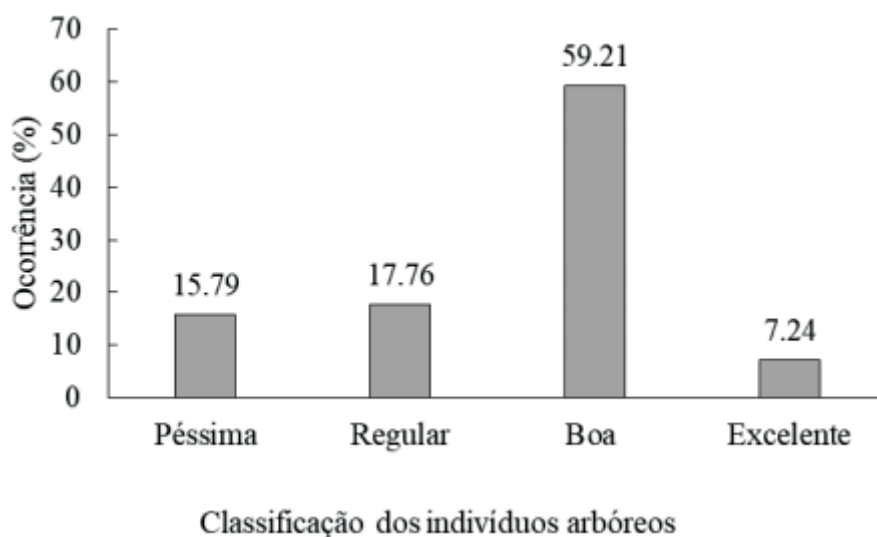
Segundo o Manual de recomendações técnicas para projetos de arborização urbana e procedimentos de poda, (2013), em calçamentos com largura igual ou superior a 1,50 m e inferior a 2,00 m, recomenda-se o plantio apenas de árvores de pequeno porte, e onde o calçamento tem largura igual ou superior a 2,00 m e inferior a 2,40 m, podem ser plantadas árvores de pequeno e médio porte com altura até 8,00 m. A altura média das árvores da PGV é de 17,63 metros, com árvores chegando a mais de 47 metros, o que sinaliza necessidade



de monitoramento constante, tendo em vista os potenciais riscos e prejuízos proporcionados por indivíduos arbóreos desse porte, no caso de eventuais falhas.

Baseado em todos os parâmetros analisados neste trabalho, e seguindo os critérios expressos no trabalho de Teixeira e Nunes (2019), a classificação do estado geral das árvores da PGV é apresentada na Figura 21.

**Figura 21.** Classificação geral das árvores da praça Getúlio Vargas em função de aspectos fitossanitários e relacionados a conflitos com elementos urbanos.

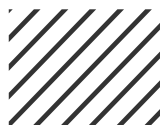


Cabe, no entanto, ressaltar que a metodologia empregada neste trabalho, proposta por Teixeira e Nunes (2019), não envolve somente a análise de parâmetros fitossanitários e dendrológicos dos indivíduos arbóreos, mas aborda, também, informações onde são considerados aspectos da relação da árvore com o ambiente urbano. Ainda, cabe relatar que o município de Nova Friburgo sofre recorrentemente eventos climáticos extremos, em especial durante o verão, o que ressalta a importância do monitoramento constante das árvores, sobretudo das de grande porte, como medida de segurança.

Embora metodologias de avaliações visuais de árvores urbanas trazem relevantes informações sobre a sanidade, integridade e conflitos com o meio, sugere-se, complementarmente, a adoção de técnicas onde sejam empregadas outras tecnologias de análises arbóreas, como as abordadas pela norma ABNT NBR 16246-3 e pelo Manual de Avaliação de Risco de Árvores da Sociedade Internacional de Arboricultura (ISA), a citar a tomografia e resistografia.

## ■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PGV por ser um espaço tombado pelo IPHAN, concretiza uma situação peculiar, onde árvores históricas estão incluídas no tombamento. O estado geral da maioria desses





exemplares, de acordo com a metodologia empregada no trabalho, foi considerado bom. Porém, requerem atenção e monitoramento, principalmente nos indivíduos de grande porte e avançada idade. Ainda, nas interações inadequadas com o meio urbano e nas situações nocivas à sanidade, como no caso da presença de cupins, recomenda-se ações de controle desses insetos. Nos exemplares de *E. robusta* que tiveram supressão do fuste em anos anteriores e que, atualmente, apresentam numerosas rebrotas epicórmicas partindo do toco e com dimensões consideráveis, aponta-se para uma situação de risco futuro. Tecnologias de análises arbóreas, como tomografia e resistografia, devem ser consideradas em novas avaliações, bem como no monitoramento, sobretudo nas árvores que foram classificadas com estado geral péssimo e regular. Por fim, ressalta-se que a utilização de técnicas de manejo e cultivo de árvores urbanas que procurem beneficiar o desenvolvimento vegetal, respeitando, inclusive, o porte natural das espécies florestais, viabiliza, desta forma, uma eficiente estratégia no que tange a conservação e gestão dos exemplares arbóreos.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR 16246-3: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas Parte 3: Avaliação de risco de árvores. Primeira edição. 14p. ISBN 978-85-07-08192-0. 2019.
2. ALENCAR, L. S. *et al.* Inventário quali-quantitativo a arborização urbana em São João do Rio do peixe-PB. Revista Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, PB, v. 10, n. 2, p. 117-124, 2014.
3. ARACRUZ, E.S., Manual de Recomendações Técnicas para Projeto de Arborização Urbana e Procedimentos de Poda. Aracruz-ES: SEMAM, 2013.
4. ARAÚJO, M. N.; ARAÚJO, A. J. Arborização urbana. Série de cadernos técnico da agenda parlamentar: Paraná-PR, 2016.
5. BARBOZA, E. C.; MACHADO, A. J. Razão de bowen como diretriz de projeto para espaços livres: praças públicas em cidades do oeste paulista, sp. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S.l.], v. 11, n. 9, nov. ISSN 1980-0827. 2015.
6. BIONDI, D.; ALTHAUS, M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 179 p. 2005.
7. BRAZOLIN, S. Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de *tipuana*, *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009.
8. CASTRO, P. F. (Org.). Atlas das unidades de conservação do Rio de Janeiro. 2. ed. São Paulo: Metalivros, 191 p. 2015.
9. CERQUEIRA, M. C. R.; SILVA, D. A. M. Análise do processo de arborização pública da cidade de Santanópolis – Bahia. [s. l.]: Inter – saberes, 2013





10. FOLLY, L. F. D. A história da Praça Princesa Izabel em Nova Friburgo: o projeto esquecido de Glaziou. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007.
11. FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Avaliação de desempenho de atributos estatísticos e texturais em uma classificação de cobertura da terra baseada em objeto. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 18, p. 302-326, 2012.
12. GONÇALVES, J. R.; Antropologia dos objetos: coleções, museus e patrimônios. Rio de Janeiro: IPHAN, 2007.
13. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>>. Acesso em: janeiro de 2021.
14. INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. Recognizing Tree Risk. 2011.
15. IPHAN. Carta dos Jardins Históricos Brasileiros. Juiz de Fora/MG, 2010.
16. LIMA NETO, E.M. *et al.* Fotografias aéreas para mensuração da área de copa das árvores de ruas de Curitiba - PR. *Revista Floresta*, Curitiba, v.42, p.577-588, 2012.
17. LIMA, B. C., FRANCISCO, C. N.; BOHRER, C. B. D. A. Deslizamentos e fragmentação florestal na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. *Ciência Florestal*, 27(4), 1283-1295. 2017.
18. MARTINS, L. F. V.; DE ANDRADE, H. H. B.; DE ANGELIS, B. L. D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 5, n. 4, p. 141-155, 2010.
20. MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L. Vegetação urbana. 2 ed. Porto Alegre: Editora Mais Quatro, 2005.
- MELLO, E.; CAÑELAS, K. Conceitos de paisagismo. In apostila de aula. Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2000.
21. MENEGUETTI, Karin Schwabe. Maringá: o desenho urbano, a imagem da cidade e a qualidade de vida. Maringá Espaço e Tempo. Ensaio de Geografia Urbana. Maringá: Programa de Pós-graduação em Geografia–UEM, p. 49-88, 2003.
22. MILANO, M.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 206p. 2000.
23. MOSER, P. *et al.* Avaliação pós-tempestade da Arborização do Campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. Piracicaba, v.5, n.2, p.40-51, 2010.
24. NOWAK, D.J. *et al.* Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*. v.36, p.49-57, 1996.
25. PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B. Arborização urbana: importância das espécies adequadas. *Unoesc & Ciência*, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013.
26. PEREIRA, P. H. *et al.* Estudo de caso do risco de queda de árvores urbanas em via pública na cidade de Dois Vizinhos-PR. *Synergismus scyentifica*, 6(1), 1-10. 2011.
27. PERIOTTO, F. *et al.* Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 11, n. 2, p. 59-74, 2016.







28. PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. A. Arborização urbana. Jaboticabal: UNESP, 2002.
29. ROCHA, C. F. D. *et al.* Análise da distribuição da diversidade da fauna no estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G. *et al.* (Og.). Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, p. 111-126. 2009.
30. ROLON, M. S.; SIQUEIRA, M. V. B. M. Diagnóstico arbóreo comparativo em bairros de Lençóis Paulista – SP. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Curitiba, PR, v. 13, n. 1, p. 43- 56, 2018.
31. ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. REVSBAU, Piracicaba - SP, v.5, n.1, p.1-24, 2010.
32. ROTTA, E. Erva-de-passarinho (Loranthaceae) na arborização urbana: Passeio Público de Curitiba, um estudo de caso. 135f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
33. SAMPAIO, A. C. F. Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do plano piloto de Maringá-PR. 2006. 117 f. Dissertações (Mestrado em Geografia, área de concentração Análise Regional e Ambiental) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
34. SÃO PAULO. Manual técnico de poda de árvores. Secretária do Verde e Meio Ambiente. São Paulo: Secretária de Coordenação de Subprefeituras, 2012.
35. SARAIVA, G. A. J. Aerodinâmica dos edifícios altos: características do escoamento e resposta à turbulência de formas prismáticas. Tese de Doutorado. Lisboa. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 261p. 1983.
36. SCHALLENBERGER, L. S.; ARAÚJO, A. J. de; ARAÚJO, M. N. de; DEINER, L. J.; MACHADO, G. de O. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010.
38. SEITZ, R. A. A Poda de Árvores Urbanas: 1º curso em treinamento sobre poda em espécies arbóreas florestais e de arborização urbana. IPEF; USP: Piracicaba, SP, 1996.
39. SILVA, K.A.R.; LELES. P.S.S.; GIÁCOMO, R.G.; MENDONÇA, B.A.F. Diagnostico e uso de geoprocessamento para manejo da arborização urbana do bairro centro da cidade do Rio de Janeiro – RJ. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba, v.11, n.4, p.98-114, 2016.
40. SILVA, L. D. C. *et al.* Inventário e diagnóstico da arborização em quatro áreas públicas na cidade de Guaçuí – ES. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v.12, n.2, p. 117-128, 2017.
41. TEIXEIRA, I. F; DOS SANTOS NUNES, J. Método Expedito De Análise Qualitativa Da Arborização Da Praça Eufrásio Correia, Curitiba-Pr. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 14, n. 3, p. 17-36, 2019.
42. VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE. 123 p. 1991.



---

# Caracterização da cobertura vegetal em área de proteção ambiental no Sudoeste Amazônico com dados de satélite

| **Julio Roberto da Rocha Almeida**  
UFAC

| **Karla da Silva Rocha**  
UFAC

# RESUMO

A demanda por estudos e metodologias que quantifiquem o estoque de CO<sub>2</sub> em ambientes florestais vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas, tanto em florestas plantadas quanto tropicais. Isto porque as florestas plantadas ou nativas realizam diversos processos ambientais, e um desses processos em destaque atualmente, é o sequestro e estoque de carbono. Dessa forma, a uma crescente demanda por estudos e métodos voltados para quantificação do estoque de carbono e sobre o potencial serviço ecossistêmico das florestas prestado para o meio ambiente. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo contribuir com esta literatura no sentido de avaliar os índices de vegetação (NDVI, PRI e CO<sub>2</sub> Flux). Estes índices foram de fundamental importância para caracterizar a cobertura vegetal, assim como para estimar relações de sequestro e estoque de carbono na área de proteção ambiental no município de Rio Branco – AC dentro de um período de 5 anos (2013 – 2018). Para as análises, foram utilizadas duas cenas do sensor OLI do satélite Landsat 8, a escolha das cenas tiveram como critério o período de menor cobertura de nuvens. Para o processamento das imagens foi utilizado o software QGIS 3.16. Os resultados encontrados apresentaram pouca diferença em relação ao estoque de carbono na APA para as duas datas em estudo, de modo a ser possível concluir que a APA vem contribuindo para a manutenção e equilíbrio do ecossistema em estudo no recorte temporal estudado.

**Palavras-chave:** Fluxo de Carbono, Índices de Vegetação, Monitoramento Ambiental, Sensoriamento Remoto.

## ■ INTRODUÇÃO

A conversão do solo através do desmatamento acarreta uma série de impactos negativos ao meio ambiente. Dentre estes impactos podemos citar a redução dos serviços ecossistêmicos que são prestados pelos ambientes florestais, como por exemplo, o sequestro de carbono. (FLIZIKOWSKI, 2012). Os gases de efeito estufa (GEE's), são liberados na atmosfera principalmente pela ação antrópica resultante da queima de combustíveis fósseis e da queima de florestas. Sendo considerados os principais: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (BRASIL, 2012).

Neste sentido, se fazem necessários estudos que quantifiquem estes gases em ambientes florestais. Assim, diversos estudos vêm sendo orientados no sentido de mensurar o estoque de carbono tanto em florestas plantadas, como em florestas nativas tropicais (Gorgens et al., 2005). Isto porque as florestas plantadas ou nativas realizam diversos processos ambientais, e um desses processos em destaque atualmente, é o sequestro e estoque de carbono (RIBEIRO, et al. 2009).

Diante dessa necessidade, novas metodologias vão surgindo com o intuito de se quantificar o estoque de carbono em ambientes florestais, como por exemplo, as geotecnologias, especialmente o sensoriamento remoto (SR) e os sistemas de informação geográfica (SIGs). Estas geotecnologias, fornecem uma série de informações que quando combinadas podem ser aplicadas para um melhor uso dos recursos naturais (MUNIZ, 2017).

A partir das imagens de satélite, é possível a obtenção de índices espectrais que permitem quantificar estes gases. Dentre estes índices estão o NDVI, PRI e CO<sub>2</sub> Flux os quais atualmente são considerados importantes índices para a manutenção de bons níveis de CO<sub>2</sub> bem como para estimar variáveis biofísicas e parâmetros agrônômicos, tais como: (índice de área foliar, biomassa, clorofila ou estimativa da produtividade da cultura). Estes índices, também podem ser utilizados como um bom estimador da refletância espectral dos dosséis que também são correlacionados com sequestro e estoque de carbono (WINK, 2009).

Desta forma, a caracterização de áreas protegidas, principalmente aquelas que estão sob forte influência antrópica (APARIS) é importante, pois, ao longo dos anos essas áreas tem sofrido cada vez mais com os impactos negativos oriundos dos processos de urbanização das cidades, que muitas vezes adentram aos limites dessas áreas protegidas causando grandes impactos a biodiversidade local.

Neste contexto, a geração de índices de vegetação a partir de imagens de satélite são de extrema importância para o planejamento e gestão ambiental de áreas protegidas. Os mesmos podem ser considerados ferramentas que possibilitam um manejo mais adequado dessas áreas. Assim, o levantamento do fluxo de carbono na APA Irineu Serra, utilizando técnicas de sensoriamento remoto a partir de imagens do satélite Landsat 8 – OLI é importante, de



modo a permitir avaliar o impacto das mudanças de uso do solo em um intervalo de tempo de 5 anos (2013 e 2018). Isto permite avaliar o comportamento do fluxo de carbono dentro da APA e em seu entorno, possibilitando a partir dos resultados obtidos com esse índices fomentar políticas públicas voltadas para a valoração de serviços ambientais e conservação de áreas protegidas.

## ■ OBJETIVOS

- Caracterizar a cobertura vegetal da APARIS utilizando índices espectrais (NDVI, PRI e CO2 Flux), obtidos a partir de técnicas de sensoriamento remoto.
- Produzir mapas de uso e cobertura da terra para a APA Irineu Serra utilizando imagens do satélite Landsat 8 – OLI para os anos de 2013 e 2018.
- Quantificar os índices de vegetação (NDVI, PRI e CO2 Flux) para os anos de 2013 e 2018.
- Analisar os índices de vegetação (NDVI, PRI e CO2 Flux) para os anos de 2013 e 2018.

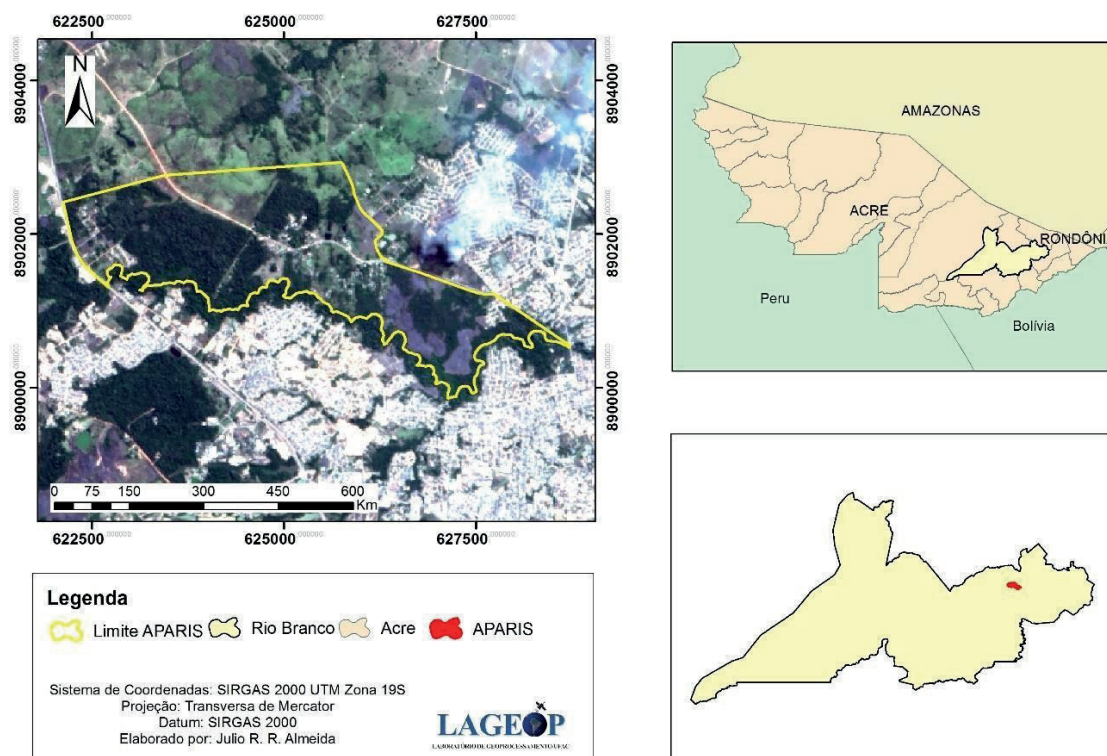
## ■ MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Área de estudo se refere a área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra (APARIS), localizada no estado do Acre, município de Rio Branco (Figura 1). Criada em 2005 através do decreto municipal nº 500 de 07/06/2005, a APA se enquadra de acordo com o SNUC como uma unidade de conservação (uso sustentável), tendo como tipologias florestais predominantes Floresta Aberta com Bambu e Áreas Antropizadas, além de solo predominantemente do tipo Luvissole (ACRE, 2010), sua principal via de acesso se dá pela Estrada Raimundo Irineu Serra.



Figura 1. Localização da área de estudo.



## AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DAS IMAGENS

Esta etapa consistiu na escolha das imagens do satélite LANDSAT 8 OLI/TIRS para os anos de 2013 e 2018. As cenas foram obtidas no catálogo de imagens do Serviço Geológico Americano (USGS), e estão disponíveis para download através do seguinte site: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

A escolha das cenas teve como critério básico o período com a menor cobertura de nuvens, neste sentido foram obtidas as cenas nas datas de 31/07/2013 e 29/07/2018. Após o download das cenas foi realizado um pré-processamento nas imagens utilizando-se o software QGIS 3.16, onde foram realizadas as composições RGB 432 (cor verdadeira) e RGB 654 (falsa cor), bem como a fusão entre essas duas composições RGB com a banda pancromática (banda 8) do satélite Landsat 8, com o objetivo de se otimizar a resolução espacial, passando de uma resolução de 30 m para 15 m, melhorando dessa forma a acurácia dos resultados. Para a geração dos índices de vegetação se fez necessário também a conversão dos valores de número digital (DN) da imagem para valores de refletância de topo de atmosfera (TOA).

A conversão de número digital (DN) para refletância de topo da atmosfera, foi realizada através da ferramenta calculadora raster do software QGIS 3.16, onde foram processadas as bandas 2, 3, 4 e 5 que são as bandas do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, respectivamente. Para tal cálculo foi utilizada a metodologia disponibilizada pelo Serviço





Geológico Americano (USGS) para os dados do Landsat 8, a equação foi adaptada para realizar correção da elevação solar podendo ser visualizada abaixo:

$$\rho\lambda' = \frac{M_p * Q_{cal} * A_p}{\theta_{SE}}$$

Onde:

$\rho\lambda'$  = Refletância planetária TOA, corrigida para o ângulo solar.

$M_p$  = Fator de redimensionamento multiplicativo específico da banda dos metadados (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x, onde x é o número da banda).

$A_p$  = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda dos metadados (REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_x, onde x é o número da banda).

$Q_{cal}$  = Valores de pixel do produto padrão (DN) quantificados e calibrados.

$\theta_{SE}$  = ângulo de elevação do sol local. O ângulo de elevação do sol do centro da cena em graus é fornecido nos metadados (SUN\_ELEVATION).

De posse da composição RGB 654, fusionada com a banda pancromática, foi realizada a classificação quanto ao uso e cobertura do solo na APARIS para os anos de 2013 (Figura 2) e 2018 (Figura 3). Para isto, fez-se uso do software QGIS 3.16, onde em um primeiro momento foi feito um recorte da cena, de modo a trabalhar somente com a área de estudo.

Após realizado o recorte estabeleceu-se quatro classes de cobertura da terra: floresta, pastagem, solo exposto e áreas urbanizadas. Após a definição dessas classes foram coletadas amostras, para em seguida realizar a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. Uma pós classificação, permitiu corrigir possíveis imperfeições da classificação. Por fim para realizar a validação da classificação utilizou-se a ferramenta matriz de confusão, onde obteve-se o coeficiente Kappa, que trata-se de um método estatístico para avaliar a concordância entre dois conjuntos de dados.

Todos os mapas gerados neste trabalho tiveram como base os dados vetoriais provenientes do Zoneamento Ecológico Econômico do Acre (ACRE, 2010), sendo os mesmos reprojatados para SIRGAS 2000 19S.

## **GERAÇÃO DOS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO**

### **ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA – NDVI**

Para a geração do NDVI foram utilizadas as bandas 5 e 4, que são as bandas do infravermelho próximo e do vermelho, respectivamente.

O NDVI é definido “como um índice de vegetação capaz de determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área” (MELO ET AL., 2011).





Os valores mais altos desse índice se relacionam com coberturas vegetais mais densas e vigorosas, enquanto os menores valores se referem à vegetação alterada ou áreas desnudas (VIGANÓ ET AL.,2011).

O NDVI pode ser calculado de acordo com o método proposto para o (Rouse et. al., 1973), conforme indicado na equação abaixo:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Onde:

NIR = Refletância relativa a banda do Infravermelho próximo;

RED = Refletância relativa a banda do vermelho.

### ÍNDICE DE REFLETÂNCIA FOTOQUÍMICA – PRI

Para a geração do PRI foram utilizadas as bandas 3 e 2, que são as bandas do verde e do azul, respectivamente. O índice de refletância fotoquímica é sensível as mudanças nos pigmentos carotenoides (principalmente a xantofila) na folhagem. Tais pigmentos são indicativos da eficiência do uso da luz fotossintética ou da taxa de dióxido de carbono armazenada pela folhagem por unidade de energia absorvida. Esse índice é usado em estudos de estresse e de produtividade da vegetação. Os valores variam entre - 1 e 1, e valores comuns para vegetação sadia ficam entre - 0,2 e 0,2 (Gamon et al., 1992). O PRI pode ser calculado conforme indicado na equação 3.

$$PRI = \frac{(GREEN - BLUE)}{(GREEN + BLUE)}$$

Onde:

GREEN = Refletância relativa a banda do verde;

BLUE = Refletância relativa a banda do azul.

Salienta-se, porém, que os dados de PRI devem ser reescalados para valores positivos, gerando um novo índice, o sPRI (equação 4). Assim o sequestro florestal de carbono depende da integração desses dois índices (NDVI e sPRI), que geram um novo índice: o CO2 Flux (Baptista, 2003; Baptista, 2004).



$$sPRI = \frac{PRI + 1}{2}$$

## FLUXO DE CO2

O CO2 Flux é a integração do índice de reflectância fotoquímica, ou PRI, que representa a eficiência do uso da luz na fotossíntese, com o NDVI (Rahman et al., 2000), que representa o vigor da vegetação fotossinteticamente ativa, o que tornaria possível integrar as feições de absorção decorrentes do sequestro de carbono.

A esse índice integrado, Baptista (2003) chamou de CO2 Flux. O CO2 Flux pode ser estimado conforme a equação 5.

$$CO2 \text{ flux} = sPRI * NDVI$$

## RESULTADOS

### USO DA TERRA NA APARIS

Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo para o ano de 2013 na APARIS.

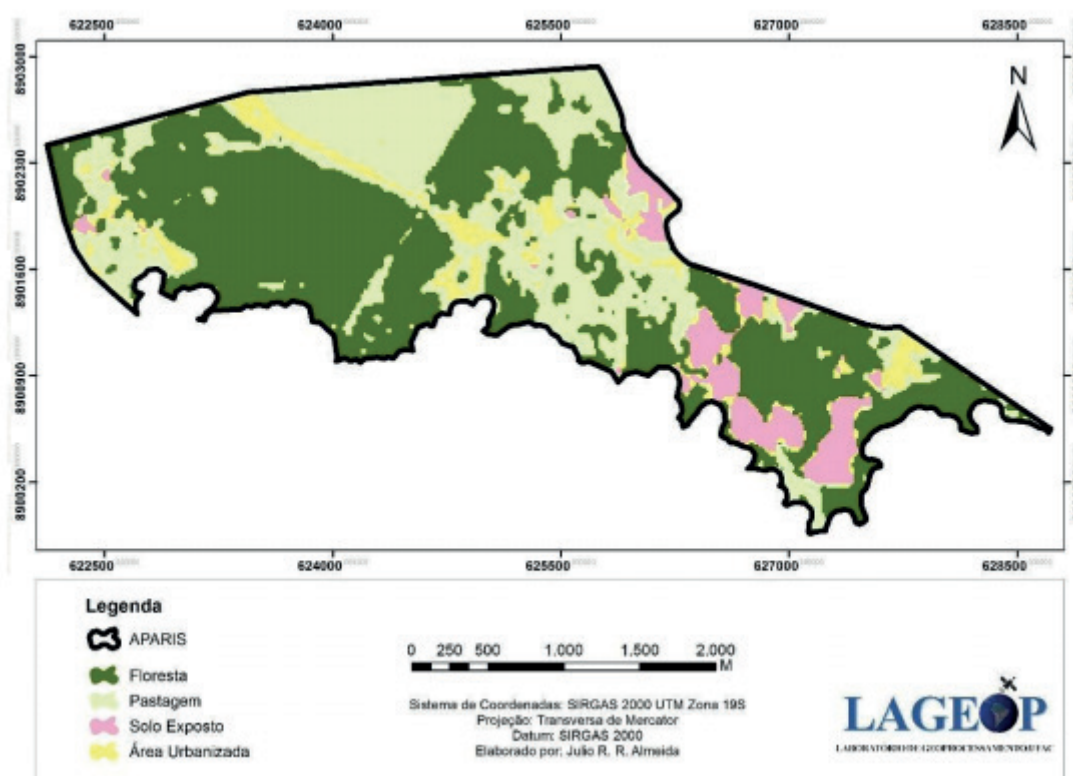


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo para o ano de 2018 na APARIS.

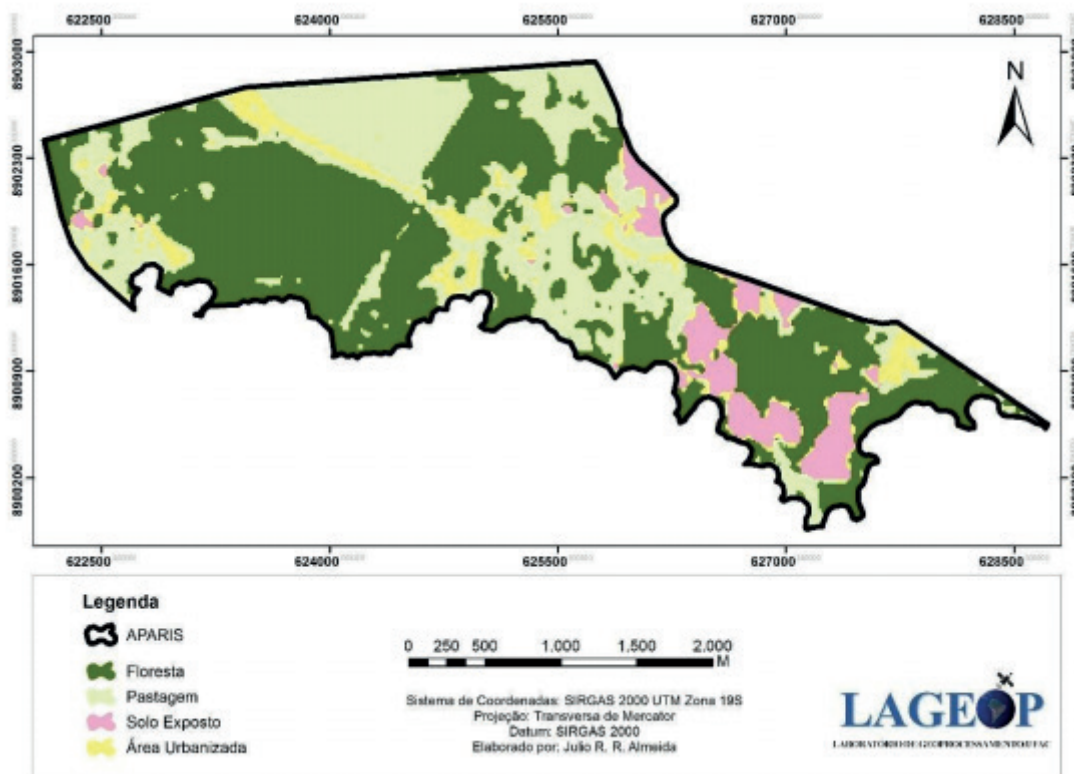


Tabela 1. Resultado da classificação do uso do solo.

USO DO SOLO	ANO	
	2013	2018
UNIDADE (HECTARES)		
Floresta	408,31	409,56
Pastagem	305,70	258,51
Solo Exposto	37,35	57,79
Área Urbanizada	27,12	52,63

# NDVI

Figura 4. NDVI para o ano de 2013 na APARIS.

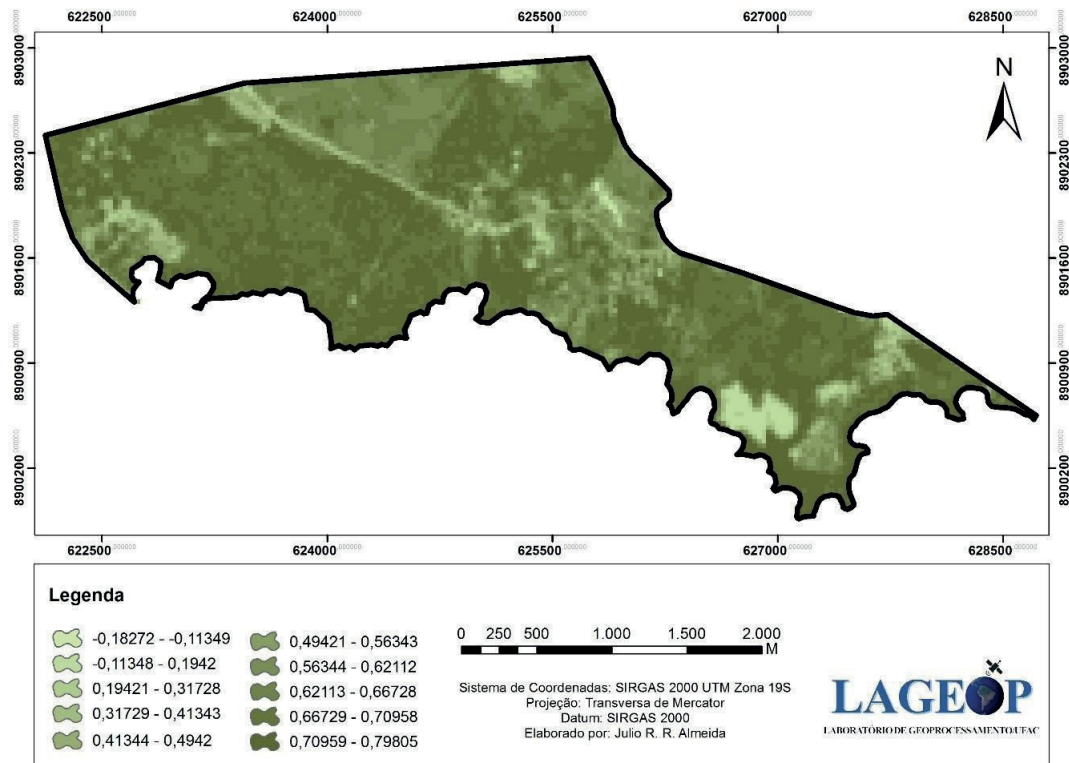


Figura 5. NDVI para o ano de 2018 na APARIS

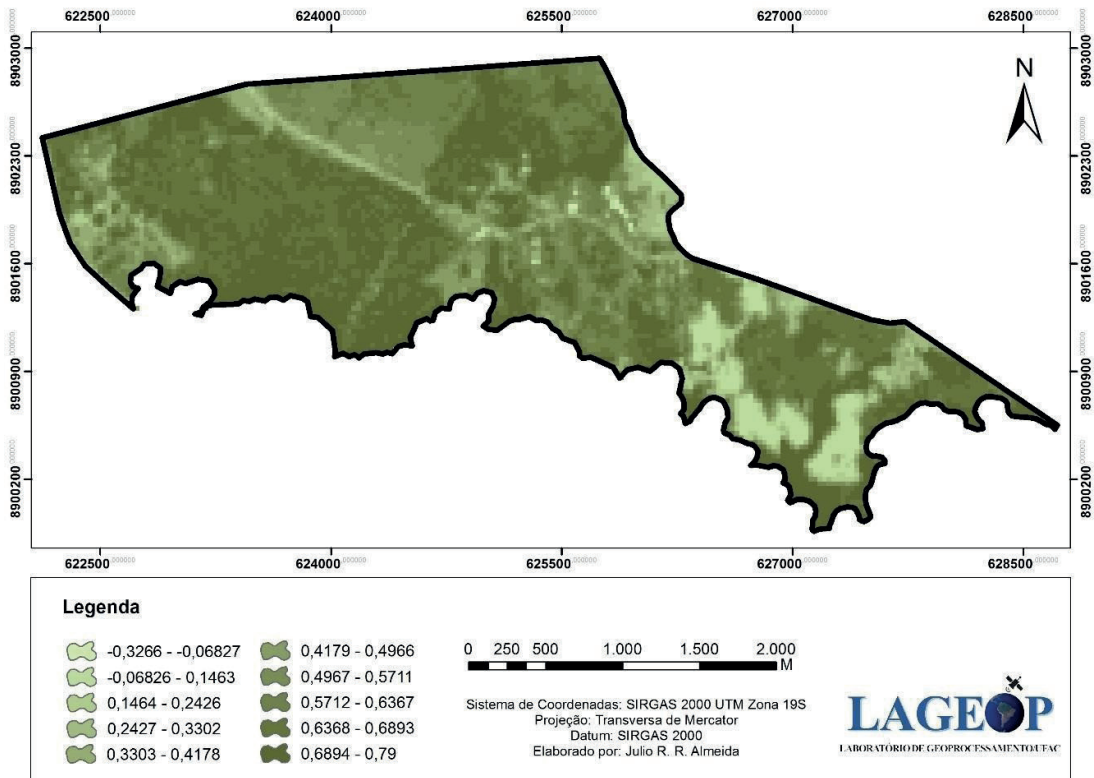




Figura 6. PRI para o ano de 2013 na APARIS.

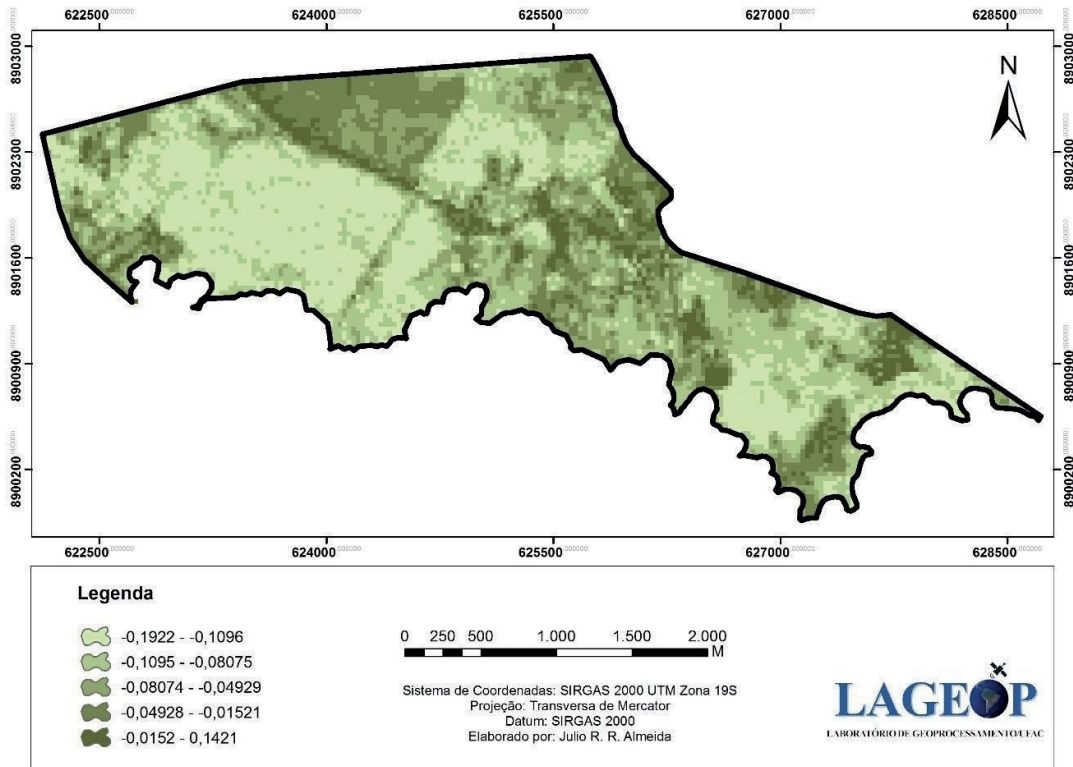


Figura 7. PRI para o ano de 2018 na APARIS.

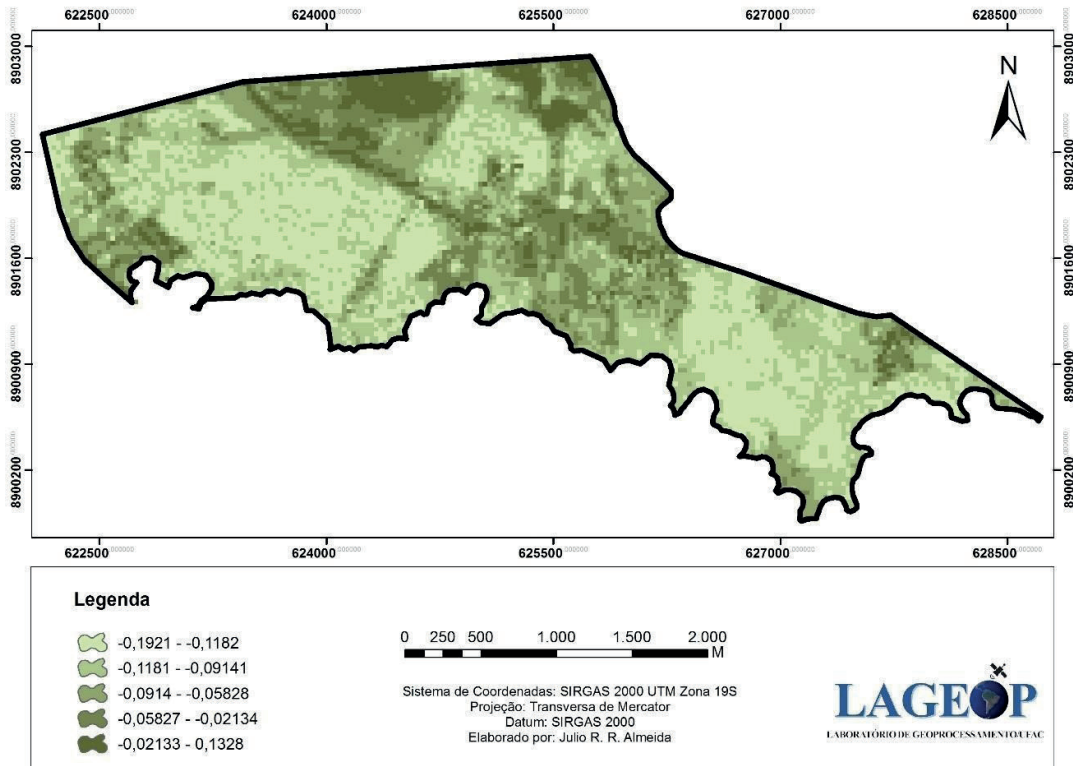
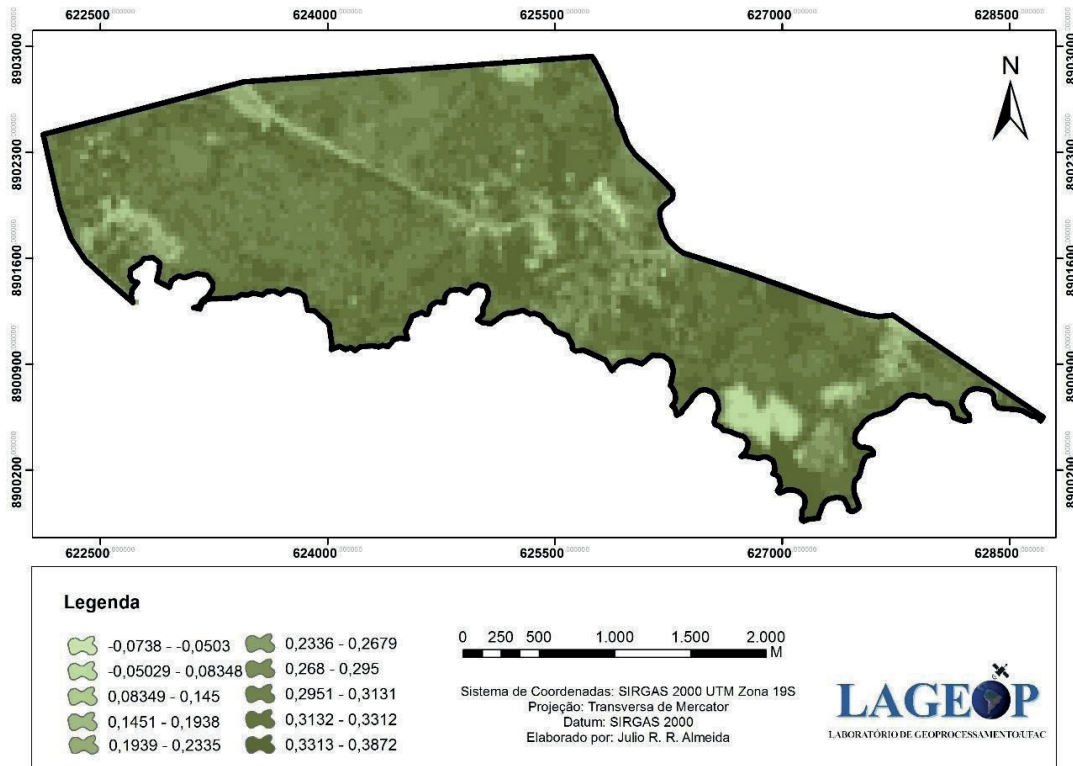


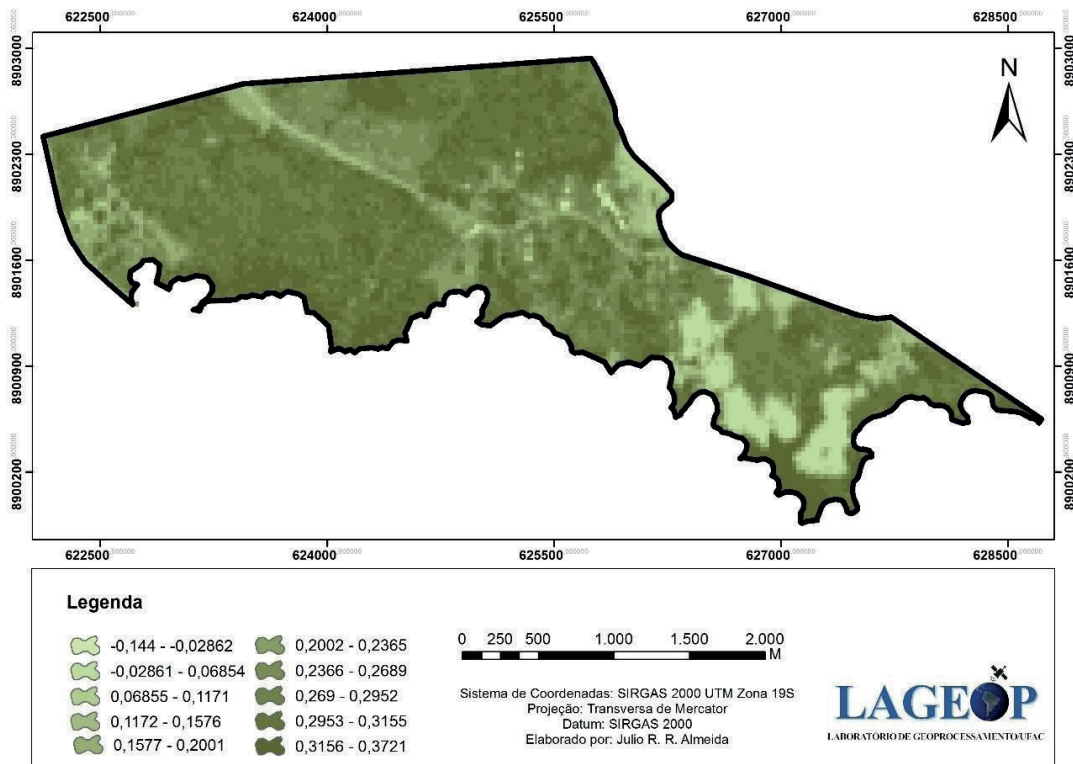


Figura 8. CO2 Flux para o ano de 2013 na APARIS



## CO2 flux

Figura 9. CO2 Flux para o ano de 2018 na APARIS.





## ■ DISCUSSÃO

### USO DA TERRA APARIS

Os resultados da classificação de uso da terra para o período temporal estudado (2013 – 2018) podem ser visualizados na Tabela 1. As principais mudanças se deram nas classes de pastagem, onde houve uma redução de 305,7 hectares para 258,51 hectares, o que representa uma redução aproximada de 15%. Essa redução de cerca de 47 hectares de áreas de pastagem está diretamente relacionada com a degradação da mesma, o que implica no aumento das classes de solo exposto e também das áreas urbanizadas.

Por outro lado, as classes de solo exposto e área urbanizada apresentaram um aumento de 54% e 94%, respectivamente. Onde a classe denominada solo exposto aumentou de 37,35 ha para 57,79 ha, enquanto a classe de área urbanizada saltou de 27,12 ha para 52,63 ha. A classe denominada de floresta foi a única que se manteve “constante”, passando de 408,31 hectares em 2013 para 409,56 hectares em 2018. Os resultados demonstrados na Tabela 1 também podem ser visualizados nas Figuras 2 e 3.

O coeficiente Kappa obtido para as classificações de uso da terra na APARIS para os anos de 2013 e 2018 foram iguais a 0,98 e 0,97, respectivamente. Com relação a acurácia da classificação os resultados obtidos foram de 99% e 98% para os anos de 2013 e 2018 respectivamente.

### NDVI

Os resultados encontrados para o NDVI na Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra, para os anos de 2013 e 2018, podem ser visualizados nas Figuras 4 e 5, respectivamente. Quanto mais próximo de 1 são os resultados obtidos significa que mais densa é a cobertura vegetal na área, enquanto que os menores valores (valores próximos a 0) representam superfície não vegetada ou com pouca vegetação, já os valores negativos representam superfícies hídricas. Os resultados encontrados na APARIS para o ano de 2013 variaram entre - 0,18272 – 0,79805, já para o ano de 2018 os resultados obtidos foram entre - 0,3266 – 0,79, os maiores valores  $\geq 0,50$  indicam uma vegetação mais densa e vigorosa e podem ser relacionados diretamente com as regiões que foram classificadas como áreas de Floresta conforme pode ser visto nos mapas de uso do solo (Figuras 2 e Figura 3). Lima e Nelson (2003), encontraram valores médios de NDVI de 0,539 para áreas de vegetação localizadas próximas do perímetro urbano de Manaus, situação semelhante ao da APARIS que também fica dentro do perímetro urbano de Rio Branco. Trancoso (2013), também encontrou valores máximos de NDVI próximos aos dos valores encontrados na APARIS em





um estudo nos estados do Matogrosso e Pará em áreas de unidades de conservação de uso sustentável.

## **PRI**

O Índice de Refletância Fotoquímica (PRI), é um índice que determina a eficiência fotossintética de uma floresta, e de acordo com (GAMON, 1992) vegetações saudáveis apresentam resultados entre - 0,2 e 0,2. Sendo assim, segundo Gamon et al. 1997, quanto mais próximo de zero for o PRI, maior será a capacidade de utilização da luz pela fotossíntese, ou seja, maior será a eficiência da planta em realizar a fotossíntese. Os resultados do PRI encontrados para o ano de 2013 e 2018, também foram bastante semelhantes, onde os valores para 2013 foram de -0,19 – 0,14, já para o ano de 2018 os resultados obtidos foram de -0,19 – 0,13.

## **CO2 Flux**

De acordo com Rahman (2000), o fluxo de CO<sub>2</sub> é um índice que determina a eficiência do processo de sequestro de carbono por parte da cobertura vegetal. Os resultados obtidos para o fluxo de CO<sub>2</sub> para os anos de 2013 e 2018 na Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra ficaram compreendidos entre os intervalos de -0,07 a 0,38 e - 0,14 a 0,37, respectivamente, conforme podem ser visualizados nas figuras 9 e 10.

Esses resultados obtidos indicam praticamente nenhuma alteração expressiva na eficiência do processo de sequestro e estocagem de carbono por parte da APARIS, apesar de ser possível visualmente ao analisar os mapas de uso do solo para os anos de 2013 (figura 3) e 2018 (figura 4) notar um leve aumento das áreas de solo exposto/degradado, o que de certa forma poderia diminuir o Fluxo de CO<sub>2</sub> na área, entretanto, como este índice mede a eficiência do processo de sequestro e estocagem de carbono é possível que o fragmento florestal remanescente, assim como as áreas de pastagem tenham compensado esses valores, a partir do aumento da sua eficiência fotossintética a partir do processo de maturação da vegetação.

## **■ CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A produção dos mapas de uso e cobertura da terra utilizando-se de imagens de satélite são de fundamental importância para validar os resultados obtidos com os índices de vegetação, auxiliando diretamente na interpretação dos resultados dos mesmos, permitindo relacionar os resultados dos índices de vegetação com as classes de uso e cobertura da terra.





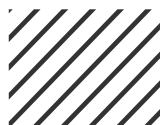
Foi possível concluir a partir dos índices de vegetação gerados que a floresta na APARIS tem elevada importância na estocagem de carbono, fato este que pode ser verificado através dos resultados obtidos com o NDVI, PRI e CO<sub>2</sub> Flux. Isto mesmo considerando que a área estudada possui uma razoável urbanização no seu entorno e é cortada por uma estrada com tráfego elevado.

O monitoramento da cobertura florestal com o sensoriamento remoto, por meio dos seus índices de vegetação, vem se aperfeiçoando e constantemente sendo aplicado na avaliação da vegetação mostrando-se uma ferramenta eficiente na caracterização da cobertura vegetativa, preservação e o desenvolvimento sustentável da área de estudo, localizada no bioma amazônico, assim como dos demais biomas. A APARIS é uma área de proteção ambiental localizada próxima ao perímetro urbano, o que torna este estudo de grande importância também para avaliar a quantidade de gases do efeito estufa e seu impacto na qualidade do ar, tornando assim este trabalho de grande importância para construção de políticas públicas e para sociedade local.

O uso das técnicas de sensoriamento remoto (SR) com a utilização de séries temporais e auxílio de sistemas de informação geográfica (SIG) consistem numa ótima ferramenta de análise da cobertura vegetal e quantificação de CO<sub>2</sub> flux.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico – Econômico do Estado do Acre Fase II – Documento Síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco. SEMA, 2010. 356p. Disponível em: [http://www.agencia.ac.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/downloads\\_zee\\_doc\\_sintese.pdf](http://www.agencia.ac.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/downloads_zee_doc_sintese.pdf). Acesso em: 15 set. 2018.
2. BAPTISTA, G. M. M. Validação da Modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado, por meio de dados Aviris e Hyperion. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. Anais eletrônicos...São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1037-1044. Disponível em: [http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.07.21.45/doc/10\\_002.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.07.21.45/doc/10_002.pdf). Acesso em: 15 set. 2017.
3. BAPTISTA, G.M.M. Mapeamento do Sequestro de Carbono e de Domo Urbanos de CO<sub>2</sub> em Ambientes Tropicais, por meio de Sensoriamento Remoto Hiperespectral. Geografia (Rio Claro), v. 29, p. 189- 202, 2004.
4. BRASIL. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. 44 p. ISBN: 978-85-17-00064-5.
5. FLIZIKOWSKI, L.C. Estimativa de emissões de dióxido de carbono na construção civil e neutralização com espécies florestais: um estudo de caso. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.





6. GAMON, J. A.; PENUELAS, J.; FIELD, C. B. A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. *Remote Sensing of Environment*, v.41, n.1, p.35-44, 1992.
7. GAMON, J.A.; SERRANO, L.; SURFUS, J.S. (1997). The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels. *Oecologia*, vol. 112 (4): 492-501. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226117209\\_The\\_Photochemical\\_Reflectance\\_Index\\_An\\_Optical\\_Indicator\\_of\\_Photosynthetic\\_Radiation\\_Use\\_Efficiency\\_across\\_Species\\_Functional\\_Types\\_and\\_Nutrient\\_Levels](https://www.researchgate.net/publication/226117209_The_Photochemical_Reflectance_Index_An_Optical_Indicator_of_Photosynthetic_Radiation_Use_Efficiency_across_Species_Functional_Types_and_Nutrient_Levels). Acesso em: 14 ago. 2018.
8. GORGENS, E. B et al. Metodologia para monitoramento do estoque de carbono: Revisão e estudo de caso. *Biomassa & Energia*, v. 2, n. 2, p. 169-175, 2005.
9. LIMA, D.J; NELSON, B.W. Uso de índices de vegetação no monitoramento da cobertura verde no perímetro urbano da cidade de Manaus. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Anais. São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1827 – 1833.
10. MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 23, 2011. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/raega/article/viewArticle/24919>. Acesso em: 15 set. 2017.
11. MUNIZ, J.M.C.P. Utilização de imagens do satélite Landsat para mapeamento de uso e cobertura do solo na área de proteção ambiental Raimundo Irineu Serra, Rio Branco, Acre, Brasil. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco – AC, 2017.
12. RAHMAN, A.F. et al. 2000. Modeling CO2 flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery. AVIRIS Workshop, JPL/NASA, Pasadena, Califórnia. Disponível em [https://aviris.jpl.nasa.gov/proceedings/workshops/00\\_docs/Rahman\\_web.pdf](https://aviris.jpl.nasa.gov/proceedings/workshops/00_docs/Rahman_web.pdf). Acesso em: 8 ago. 2018.
13. RIBEIRO, S.C. et al. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de Carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.917-926, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n5/v33n5a14.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.
14. ROUSE, J.W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS Symposium, NASA. 1973.
15. TRANCOSO, R. Análise comparativa de índices de vegetação por categoria territorial nos estados do Pará e do Mato Grosso. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Anais: São José dos Campos: INPE, 2013. p. 3344 – 3351.
16. VIGANÓ, H. A; BORGES, E. F.; FRANCA-ROCHA, W. J. S. Análise do desempenho dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI a partir de imagem Aster. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15. 2011, Curitiba. Anais eletrônicos... Curitiba: INPE, 2011. Artigos, p. 1828-1834. On-line. ISBN 978-85-17- 000056-0. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1364.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.
17. WINK, C. Estoque de Carbono em plantações de Eucalyptus sp. implantados em campo nativo. 2009. Dissertação (Mestrado em Silvicultura). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp081692.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2018.



---

# Crescimento inicial de *Ochroma pyramidale* sob diferentes níveis de adubação e espaçamento no Brasil.

| **Leandro Schwertner Charão**  
UNEMAT/UAT

| **Andre Zampieri**  
UNEMAT

| **Guilherme Augusto Borges**  
UNEMAT

| **Marcos Leandro Garcia**  
UNEMAT

| **Rafael Delgado-Martínez**  
UAT

| **Jacinto Treviño-Carreón**  
UAT

| **Luiz Eduardo Tamayo-Ruiz**  
UAT



# RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a interação entre níveis de adubação e densidade de plantas sobre o crescimento em diâmetro e altura das árvores de povoamentos homogêneos de pau-de-balsa, em Guarantã do Norte, MT. O plantio foi estabelecido em três espaçamentos sob quatro níveis de adubação. Os espaçamentos foram constituídos das combinações 3x3, 3x2 e 2x2 m. A adubação consistiu de níveis proporcionais crescentes de uma combinação de fertilizantes denominados 0; 0,5; 1 e 2 vezes a dose de referência para a espécie (DR: Fosfato de Gafsa, 400 kg.ha<sup>-1</sup>; NPK (04-30-16), 100 kg.ha<sup>-1</sup>; calcário dolomítico, 1000 kg.ha<sup>-1</sup> e gesso, 500 kg.ha<sup>-1</sup>). As plantas foram dispostas no arranjo de parcelas subdivididas 3x4 (três espaçamentos x quatro níveis de adubação), em quatro blocos casualizados, distribuídos em três faixas (parcelas). Aos 120 e 260 dias após o plantio foram avaliados a altura total (HT), diâmetro do tronco a 10 cm do solo (DAS), área seccional (AS), diâmetro quadrático médio (q), área basal (AB) e percentual de mortalidade (M). A adubação influenciou positivamente o crescimento em HT e DAS. O crescimento das árvores em DAS e HT em resposta a adubação apresentou comportamento raiz quadrático, sem atingir o ponto de máxima até os 260 dias. A média do DAS variou de 1,67 cm (testemunha) a 3,12 cm (nível de adubação 2) aos 120 dias e de 2,39 a 4,22 cm aos 260 dias. A média de crescimento em HT variou 70,26 cm (testemunha) a 123,56 cm (nível de adubação 2) aos 120 dias e de 101,86 a 198,42 cm aos 260 dias. O percentual de mortalidade foi menor que 5%. As maiores doses adubação avaliadas tiveram efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial do pau-de-balsa.

**Palavras-chave:** Pau-Balsa, Reflorestamento, Mato Grosso.

## ■ INTRODUÇÃO

*Ochroma pyramidale* (Cav.ex Lam.) Urb. conhecida no Brasil pelos nomes pau-de-balsa, pau-balsa, balsa, pau jangada, em países de língua espanhola é conhecida como balso, corcho, palo de balsa, entre outras denominações (FRANCIS, 1991; LORENZI, 2008). Trata-se de uma espécie com grande potencial para reflorestamento no Brasil, país que apresenta grande extensão territorial, solos aptos e condições climáticas favoráveis ao crescimento de florestas. O Brasil apresenta extensas áreas em processo de degradação que podem ser utilizadas para o reflorestamento, sem a necessidade de abertura de novas áreas produtivas com conseqüente derrubada da floresta nativa. Segundo Dias-Filho (2011) entre 50% e 70% das áreas de pastagens no Brasil apresentam algum grau de degradação. Dados oficiais do IBGE (2007), estimam que existem em torno de 100 milhões de hectares de pastagens no país com algum nível de degradação. Estas áreas apresentam baixa produtividade e podem ser utilizadas para o reflorestamento com pau-de-balsa. O Brasil possui alta competitividade na produção florestal, em 2018, a produção madeireira movimentou 18,5 bilhões de reais, sendo R\$15,9 bilhões oriundos da extração de madeira de reflorestamento e R\$ 2,6 bilhões provenientes da extração de árvores de floresta nativa, o volume de produção de madeira de reflorestamento superou 7,2 vezes a extração de madeira das florestas nativas (CERQUEIRA, et al., 2019).

O reflorestamento é importantíssimo para o setor madeireiro, pois além de fornecer continuamente matéria prima às indústrias, o reflorestamento contribui para reduzir a pressão sobre as florestas nativas. No estado de Mato Grosso, o cultivo de pau-de-balsa está surgindo como alternativa de renda extra para pequenos e médios produtores rurais (WEIRICH, 2008). Além dos benefícios econômicos, o reflorestamento apresenta importância ambiental uma vez que a floresta contribui para a conservação dos solos, proporcionam sequestro de carbono atmosférico através da fotossíntese e auxiliam na preservação e manutenção dos lençóis freáticos e em consórcios silvipastoris proporcionam sombra para a produção animal (HIGA et al., 2000).

Apesar da diversidade do uso da madeira de pau-de-balsa e do incremento das áreas de cultivo dessa espécie, pouco se conhece sobre o seu manejo, devido principalmente à falta de pesquisa o que constitui num dos entraves para a exploração racional dessa espécie (OKA et al., 2010).

Pouco é conhecido sobre as características de cultivo do pau-de-balsa, como a necessidade nutricional e espaçamento ideal. A necessidade de adubação baseia-se no fato de que determinados solos não são capazes de fornecer todos os nutrientes dos quais as plantas necessitam para seu crescimento adequado. As características e a quantidade do



adubo aplicado dependem das necessidades nutricionais da espécie, da fertilidade do solo e da reação dos adubos no solo (SILVA e ANGELI, 2006).

O espaçamento adotado para o plantio por sua vez influencia o crescimento da floresta, a qualidade da madeira produzida, a idade de corte, os desbastes, as práticas de manejo e, conseqüentemente, os custos de produção e o rendimento.

## ■ OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo estudar a interação entre diferentes níveis de adubação e densidade de plantas sobre o crescimento em diâmetro e altura de árvores em um reflorestamento com *Ochroma pyramida* em Guarantã do Norte, Mato Grosso.

## ■ REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

O pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) é uma espécie da família Malvaceae, amplamente distribuída na América Tropical, ocorre desde o sul do México, em toda América Central, incluindo Cuba, Antilhas sendo também encontrada na América do Sul em países como Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e Brasil (WEIRICH, 2008; JIMENEZ-ROMERO et al. 2017). No Brasil, ocorre na Amazônia, nos estados do Amazonas, Acre e Pará onde é encontrada na mata de galeria ou em clareiras, associada à vegetação secundária (WEIRICH, 2008). É encontrada preferentemente em áreas de baixa altitude, desenvolve-se relativamente bem em solo arenoso como nas margens inundáveis de rios e igapós, assim com em solos férteis, úmidos, bem drenados (LEÃO et al., 2008; MIDGLEY et al. 2010).

A taxa de crescimento da espécie é rápida e a densidade de sua madeira é muito baixa (VERA et al. 2020), a espécie alcança alturas entre 1,8 e 4,5 m no final do primeiro ano, podendo chegar aos 11 m no final do segundo (FRANCIS, 1991). Nos melhores sítios de Papua Nova Guiné algumas árvores da espécie chegaram aos 23 m de altura e 50 cm de diâmetro com 6 anos de idade, a altura final pode chegar entre 25 e 30 m e diâmetro de até 1 m. (HOWCROFT, 2002).

O tronco possui casca lisa, lenticelada com estrias lineares, de cor clara, às vezes parda ou pardo-acinzentada com manchas esbranquiçadas e espessura de até 1 cm. A copa é aberta e ampla podendo alcançar até 18 m de diâmetro. As folhas são simples, alternas e dispostas em espiral, apresentam pecíolo longo com 5 a 7 nervuras principais. O ápice da folha é arredondado ou subagudo e a base cordiforme (LEÃO et al., 2008, GAMARRA-TORRES et al., 2016).





As flores são solitárias, vistosas, aromáticas, com 10-15 cm de largura e 7-9 cm de diâmetro, apoiadas por pedúnculos largos e grossos. O fruto é uma cápsula loculicida quase cilíndrica, lenhosa de 10 a 25 cm de comprimento e 2 a 3 cm de diâmetro, de cor marrom-avermelhada a ferrugínea, pubescente. A deiscência locular se dá por cinco valvas longitudinais. Os frutos possuem elevado número de sementes envoltas por paina sedosa de cor pardo-clara ou amarelada. As sementes são ovóides com uma extremidade acuminada, de cor castanho escura de 2 a 5 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro; fortemente aderidas à paina, que auxilia na dispersão das sementes (LEÃO et al., 2008).

Para a obtenção de sementes os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando começam a abrir. Posteriormente, para terminarem a abertura são colocados ao sol e as sementes separadas manualmente da pluma. Um quilograma de semente possui aproximadamente 142.000 sementes. A semente é ortodoxa podendo ser guardada por até 5 meses (LORENZI, 2008).

## **CARACTERÍSTICAS E USOS DA MADEIRA**

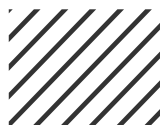
O cerne do pau-de-balsa tem cor marrom ou marrom avermelhado, o alburno, que fornece a maior parte da madeira comercial é branca a marrom. A madeira tem uma textura de média a grossa, com granulometria reta e brilhante, não possui anéis anuais (FRANCIS, 1991).

A densidade da madeira é muito baixa sendo considerada a madeira comercial mais leve em uso no mercado internacional. Os valores de densidade para a madeira da balsa normalmente variam de 100 a 250 kg/m<sup>3</sup>. A baixa densidade da madeira torna o pau-de-balsa extremamente valiosa em aplicações que requerem materiais leves. A madeira do pau-de-balsa é utilizada em painéis estruturais no núcleo de pás de turbinas eólicas, também muito valorizada para confecção de equipamentos esportivos, em acabamento de barcos e aeronaves (BORREGA et al., 2015), assim como na fabricação de aeromodelos, brinquedos, isolantes térmicos e em substituição à cortiça (CARVALHO, 2010).

## **REFLORESTAMENTO DE PAU-DE-BALSA**

O pau-de-balsa frequentemente cresce em terras não cultivadas e degradadas e pode ser usado satisfatoriamente para reabilitação ecológica de terras agrícolas bem como na restauração de ecossistemas florestais nativos (DOUTERLUNGNE et al., 2013; LEVY-TACHER et al., 2015).

Em 2008, o Equador foi o maior produtor mundial de madeira de pau-de-balsa, com área plantada de 18.000 ha com produção de 89% da madeira vendida mundialmente, seguido pela Papua Nova Guiné com 3.500 ha de área de plantio, com produção mundial equivalente a 8%. O restante do mercado está formado por plantios menores na Indonésia, Colômbia,





Costa Rica, Brasil e Peru. O comércio global de madeira de pau-de-balsa serrada e seca em estufa juntamente com produtos de madeira semi-acabados somaram um volume de 155.000 m<sup>3</sup> com um valor estimado em US \$ 71 milhões (MIDGLEY et al., 2010).

Plantações comerciais fora de sua área natural de ocorrência são encontradas na Indonésia, Sri Lanka, oeste da África, Ilhas Salomão e Papua Nova Guiné, em sua área de distribuição natural são encontrados plantios comerciais na Costa Rica, México, Bolívia, Brasil, Colômbia, Venezuela e Equador (MOLINA-SÁNCHEZ, 2014). No Brasil, mais especificamente no estado de Mato Grosso, a área plantada é de 3,7 mil hectares distribuídos entre 105 produtores (PERSONA, 2010).

O pau-de-balsa é exigente e requer local bem drenado e rico em nutrientes, áreas pantanosas ou temporariamente alagadas devem ser evitadas. Deve-se evitar sitios expostos a ventos fortes, os solos devem ser profundos para penetração das raízes, a área deve ter precipitação anual entre 1500 a 2000 milímetros por ano e temperaturas médias de 25° à 29° C. A espécie é normalmente propagada por sementes. O método mais comum de estabelecimento de plantações é através de produção das mudas em viveiro. Embora, onde o transporte de mudas é difícil, a semeadura direta é muitas vezes o método preferido de estabelecimento. Em Papua Nova Guiné as sementes podem ser coletadas durante todo o ano com maior produção de semente nos meses de abril a novembro e no Equador as sementes são coletadas de outubro a novembro (MIDGLEY et al., 2010).

O pau-de-balsa apresenta características potenciais para cultivo e produção de madeira no Brasil. No Estado de Mato Grosso o cultivo da espécie vem ganhando importância (REIS e FILHO, 2011). Em 2012, o Estado de Mato Grosso apresentava cerca de 7 mil hectares plantados. Por apresentar altas taxas de crescimento e resistência à luz direta, a espécie é recomendada para a recuperação de áreas degradadas e de preservação permanente, bem como no melhoramento do solo (CUNHA et al., 2016; GOMES e REIS, 2018). É usada também em sistemas silvipastoris, onde é plantada em pastos para fornecer sombreamento para o gado, contudo, os animais podem provocar danos ao fuste (LEÃO et al., 2008). Embora, na Unidade de Referência Tecnológica da EMBRAPA de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) em Nova Canaã do Norte, MT, os animais já estão no sistema e não há observação de danos aos troncos das árvores.

A COPROMAB (Cooperativa dos Produtores de Pau-de-Balsa de Mato Grosso) juntamente com parceiros industriais e SENAI está realizando testes de beneficiamento e aplicação com resultados altamente favoráveis na produção de laminas para compensados.





## VANTAGENS DA ADUBAÇÃO E ESPAÇAMENTO CORRETO

Nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas necessitam para o adequado crescimento, quando o solo apresenta deficiência ou toxidez de algum elemento químico se faz necessária a adubação. As características e a quantidade de adubo a aplicar dependem das necessidades nutricionais da espécie cultivada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos no solo, da eficiência dos adubos bem como de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

As recomendações de adubação devem ser definidas a nível regional para a espécie cultivada e o tipo de solo mais representativo, envolvendo experimentação de campo, que deve ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade do solo e de resposta às adubações. Assim, também, a determinação da recomendação de adubação deve permitir a otimização dos retornos financeiros (GONÇALVES, 1995).

Durante o planejamento do plantio florestal dois aspectos importantes que devem ser levados em conta são: a adubação e o espaçamento de plantio, devido as implicações do ponto de vista silvicultura tecnológico e econômico. O espaçamento tem grande influência na capacidade produtiva do povoamento florestal (STAPE et al., 2010; FERREIRA et al., 2014), ele afeta as taxas de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte, as práticas de exploração e manejo florestal e, conseqüentemente os custos de produção, o espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume de madeira com qualidade desejáveis de fuste em tamanho e forma de acordo com a finalidade do plantio (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

Em plantios de pau-de-balsa em Papua Nova Guiné no espaçamento 2x2 m, resulta em fuste maior com menos defeitos. No entanto, se faz necessário realizar desbastes com 1 ano e meio após o plantio. Com espaçamentos mais amplos como 2,5x2,5 m e 3x3m menos árvores precisam ser descartadas por desbastes em idades juvenis (HOWCROFT, 2002).

Atualmente, em Papua Nova Guiné, são utilizados espaçamentos mais adensados (2,5x2,5 m; 1.600 árvores/ha) em áreas onde se tem material genético não melhorado e baixo nível tecnológico do produtor, com desbaste não aproveitável na idade de 1,5 anos após o plantio, deixando 1.260 árvores/ha e outro desbaste comercial aos 3,5 anos de idade com 630 árvores/ha. Quando feito o plantio com material genético superior (clone) e maior nível tecnológico de produção, a adoção de espaçamento inicial mais amplo (4x4 m) possibilita retardar os efeitos da competição mútua e evitar o desbaste (MIDGLEY et al., 2010).







## ■ MÉTODO

### ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido no ano de 2011 no município de Guarantã do Norte, Mato Grosso. O experimento foi situado a 3 km da sede do município.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Am, tropical de monções, a temperatura média anual é próxima de 26°C e a precipitação média anual de 3000 mm. As chuvas concentram-se nos meses de verão e o inverno é marcado por um período seco (ALVARES et al., 2013).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico apresentando as seguintes características químicas na camada de 0-20 cm: pH(água) - 5,4; P(Mehlich) - 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; K(Mehlich) - 18 mg dm<sup>-3</sup>; Ca - 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg - 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al - 0,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO - 23,4 g dm<sup>-3</sup>. A textura é argilosa com 396 g kg<sup>-1</sup> de areia, 100 g kg<sup>-1</sup> de silte e 504 g kg<sup>-1</sup> de argila.

### DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS

A limpeza inicial da área experimental foi feita através de roçada manual para a retirada de vegetação arbustiva, posteriormente dessecado o capim braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv *marandu*) com herbicida à base de glifosato.

Após 15 dias da dessecação, o preparo de solo foi realizado no sistema de cultivo mínimo, com subsolagem na linha de plantio até 50 cm de profundidade através do uso de um subsolador sulcador florestal. Esse método de preparo do solo é muito utilizado nas empresas florestais, pois o preparo do solo tem grande importância no desenvolvimento das espécies florestais (GATTO et al., 2003).

O plantio foi realizado no arranjo de parcelas subdivididas 3x4 (três espaçamentos x quatro níveis de adubação), em quatro blocos casualizados, distribuídos em três faixas (parcelas), nas quais foram distribuídos os espaçamentos. Dentro das faixas foram casualizados os níveis de adubação (sub-parcelas). Os espaçamentos das plantas na linha e entre linha de plantio constituíram de 2x2 m, 3x2 m e 3x3 m. Os diferentes níveis de adubação, denominados 0; 0,5; 1 e 2 vezes a dose de referência, sendo esta baseada em adubações utilizadas em plantios homogêneos de pau-de-balsa e também na adubação de plantio recomendada para Eucalipto (GONÇALVES, 1995) (Tabela 1).





**Tabela 1.** Quantidades de adubo e corretivos aplicadas ao solo na época de plantio e aplicadas em cobertura, para o estabelecimento de *Ochroma pyramidale*, no município de Guarantã do Norte - MT.

Adubação	Sul. <sup>1</sup>	Cov. <sup>2</sup>	Cor. <sup>3</sup>	Lanc. <sup>4</sup>	Lanc. <sup>4</sup>
0	0	0	0	0	0
0,5	200	50	20	500	250
1	400	100	20	1000	500
2	800	200	20	2000	1000

FG - Fosfato de Gafsa; NPK 04-30-16; B – ácido bórico; CD - calcário dolomítico; G - gesso; <sup>1</sup> g/sulco; <sup>2</sup> g/planta/cova; <sup>3</sup> g/planta em coroamento, 60 dias após o plantio; e <sup>4</sup> kg/ha, distribuídos a lança.

A área útil da parcela, por faixa de espaçamento, é constituída de 114, 57 e 33 plantas centrais, descontando-se a bordadura tripla para minimizar o efeito de borda, totalizando a área efetiva de amostragem de 456, 342 e 297m<sup>2</sup> por parcela nos espaçamentos de 2x2 m, 3x2 m e 3x3 m, respectivamente.

O plantio foi realizado de forma manual com chucho de madeira. Após o término do plantio foram aplicadas as adubações de plantio, todas as adubações foram feitas manualmente para se minimizarem os erros.

As mudas de pau-de-balsa foram procedentes de dois locais diferentes. No espaçamento 2x2 m foram utilizadas mudas obtidas de viveiro comercial de Sorriso, MT e nos espaçamentos 3x2 m e 3x3 m mudas produzidas pela empresa de Compensados São Francisco.

Foram realizadas duas medições das plantas no experimento, a primeira aos 120 dias de idade após o plantio e sem déficit hídrico. A segunda medição foi realizada aos 260 dias após plantio, as plantas passaram por período de déficit hídrico de quatro meses. As medições de altura total (HT) foram feitas com régua métrica e da circunferência do tronco, na altura de 10 cm do solo (CAS), com uma fita métrica. A CAS foi usada para o calculo do DAS (diâmetro a 10 cm do solo).

A partir das medições foram feitos cálculos de:

- Área seccional (AS):  $AS = [(\pi \cdot d^2)/4]$
- Área basal (AB):  $G = [((\sum g) \cdot A_t)/A_p]$
- Diâmetro quadrático médio (q):  $q = [\sqrt{(g \cdot 4)/\pi}]$

Na análise estatística dos dados, primeiramente, foram realizados testes para verificar os pressupostos para a realização da análise de variância, normalidade pelo teste Lilliefors e homogeneidade de variâncias pelos testes Hartley, Cochran e Bartlett. Após a verificação dos pressupostos, aplicou-se o teste F (5%) para desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, isolando-se os efeitos principais e a interação entre os fatores com o programa Statistica 7.0. Por ser um experimento com tratamentos de natureza quantitativa os dados foram submetidos a análise de regressão e desdobramento dos efeitos principais da relação altura total (HT), diâmetro na altura do colo (DAS), área seccional (AS), área





basal (AB), diâmetro quadrático médio (q) e sobrevivência em função do espaçamento ou nível de adubação.

## ■ RESULTADOS

Dentre as variáveis analisadas a média de DAS variou de 1,67 cm a 3,12 cm, para os níveis de adubação 0 e 2, respectivamente aos 120 dias. Ao final do experimento aos 260 dias o DAS variou de 2,39 a 4,22 cm, refletindo um ganho médio de 0,72 a 1,10 cm que ocorreu na época de déficit hídrico da região que ocorre entre os meses de maio a agosto. O DAS apresentou efeito altamente significativo somente para o fator adubação ( $p < 0,001$ ), em ambas datas de avaliação.

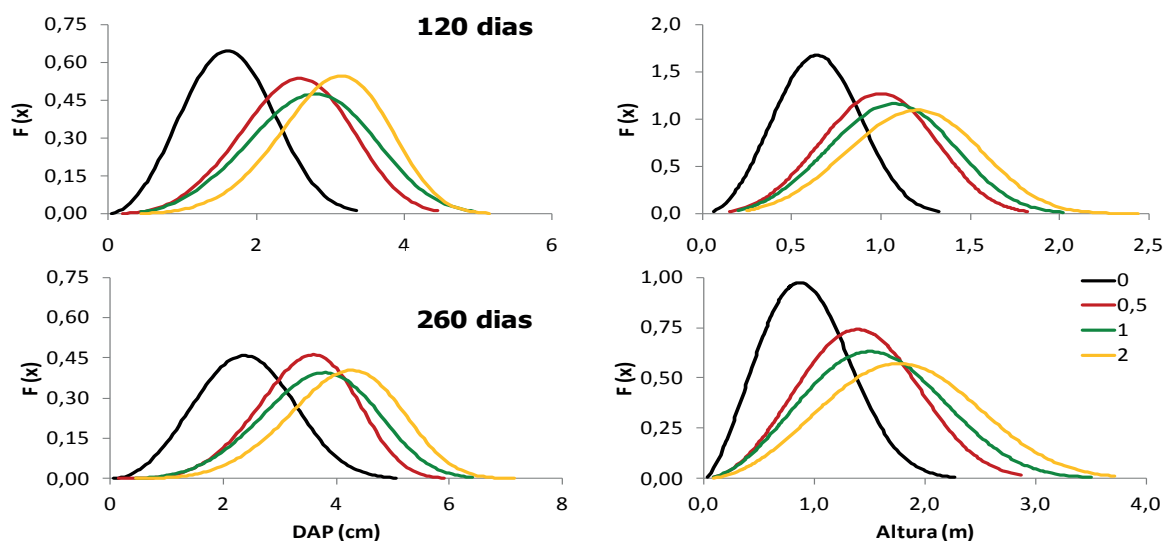
A resposta da variável altura HT foi semelhante ao DAS, com maior crescimento em altura nos tratamentos com maior adubação, o menor crescimento foi observado na testemunha e o maior crescimento no nível de adubação 2. A medida que aumentou o nível de adubação as diferenças foram menores entre os tratamentos, com maior sobreposição das curvas de distribuição, isso é corroborado pela lei dos incrementos decrescentes (Figuras 1 e 2). A adubação afetou positivamente o crescimento em altura das árvores com média de crescimento variando de 70,26 cm (testemunha) a 123,56 cm (nível 2) aos 120 dias de idade, resultando na taxa de crescimento de 0,59 a 1,03 cm dia<sup>-1</sup>. Na análise da altura total das plantas observa-se efeito significativo para o espaçamento ( $p < 0,05$ ) e altamente significativo para adubação ( $p < 0,001$ ) aos 120 dias. Aos 260 dias a interação espaçamento x adubação foi significativa ( $p = 0,06$ ).

A distribuição das árvores por classes de DAP e HT é importante para se ter idéia da estrutura do povoamento, sendo extremamente útil para plantios em que se pretende manejar mediante desbastes, principalmente plantios adensados. A distribuição de classes permite o acompanhamento do incremento das árvores em DAP e HT. A finalidade principal da exploração de plantios de pau-de-balsa é fornecer madeira para laminação e serraria, assim, conhecer a distribuição diamétrica das árvores é uma informação fundamental para o manejo adequado por desbastes. A função Weibull foi utilizada para descrever, de forma contínua, a distribuição diamétrica de árvores. Neste trabalho, foi observado efeito significativo somente do nível de adubação, realizou-se o ajuste dessa função aos dados de DAP e HT, para cada um dos níveis de adubação avaliados aos 120 e 260 dias. O aumento do nível de adubação elevou o número de árvores em classes superiores (Figura 1) e aos 260 dias houve número considerável de árvores que ingressaram em classes superiores de DAS e HT, nos diferentes níveis de adubação, comparadas aos 120 dias (Figura 2).





**Figura 1.** Distribuição de freqüência do DAS e HT das plantas em função do nível de adubação aos 120 e 260 dias após o plantio em Guarantã do Norte – MT, 2011.

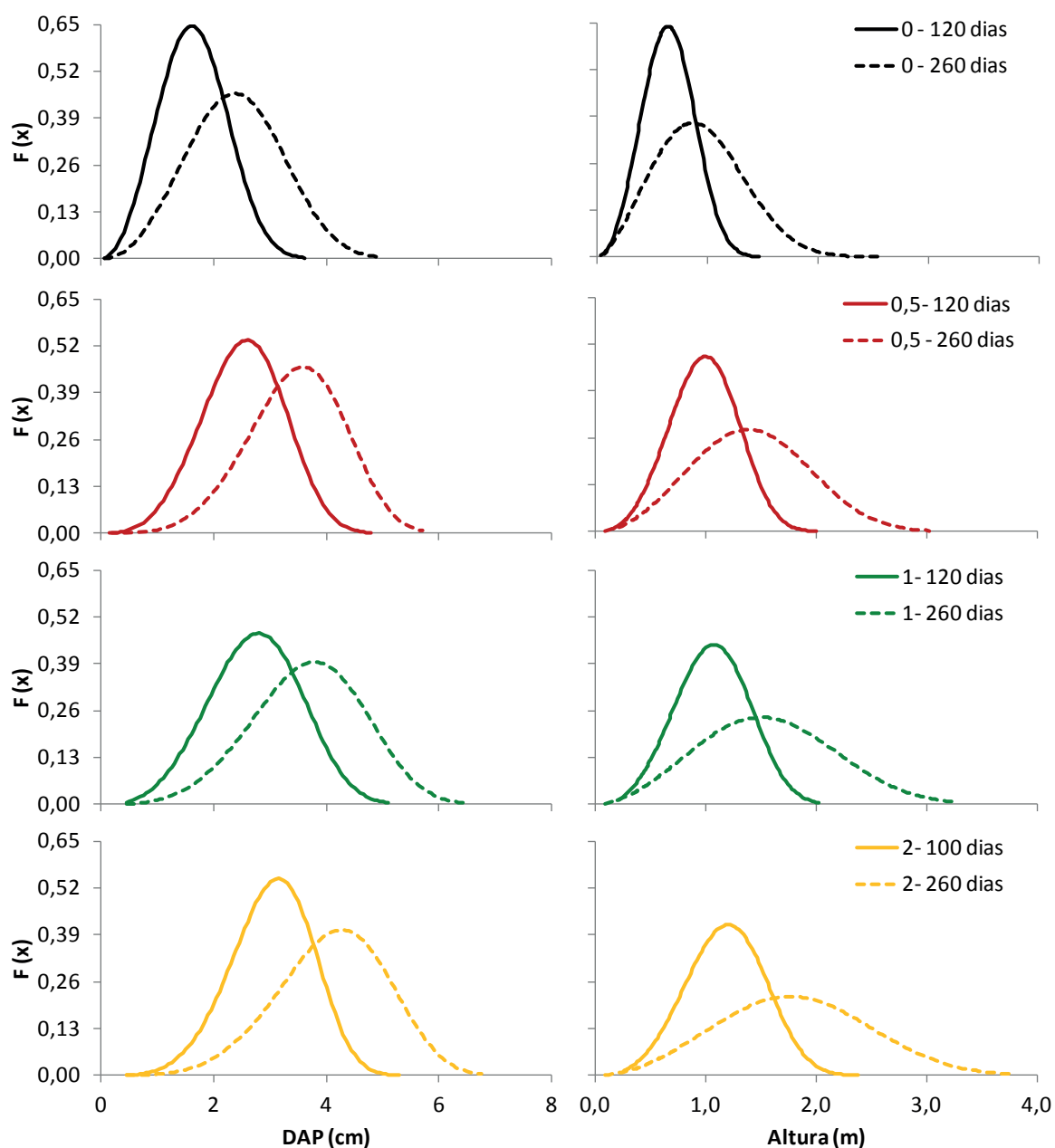


O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de DAS, HT e AS para o nível de adubação foi o raiz quadrático, os valores de  $R^2$  foram superiores a 0,87 aos 120 e 260 dias (Figura 3). A não constatação de ponto de máximo crescimento em DAS, HT e AS, nessa fase de avaliação, pode ser explicado pelo fato da adubação de cobertura ainda não ter sido realizada. Acredita-se que em avaliações futuras ocorra a estagnação do crescimento no maior nível de adubação.





**Figura 2.** Distribuição de freqüência do DAS e HT das plantas em função da idade para os diferentes níveis de adubação aos 120 dias e 260 dias após o plantio em Guarantã do Norte - MT.

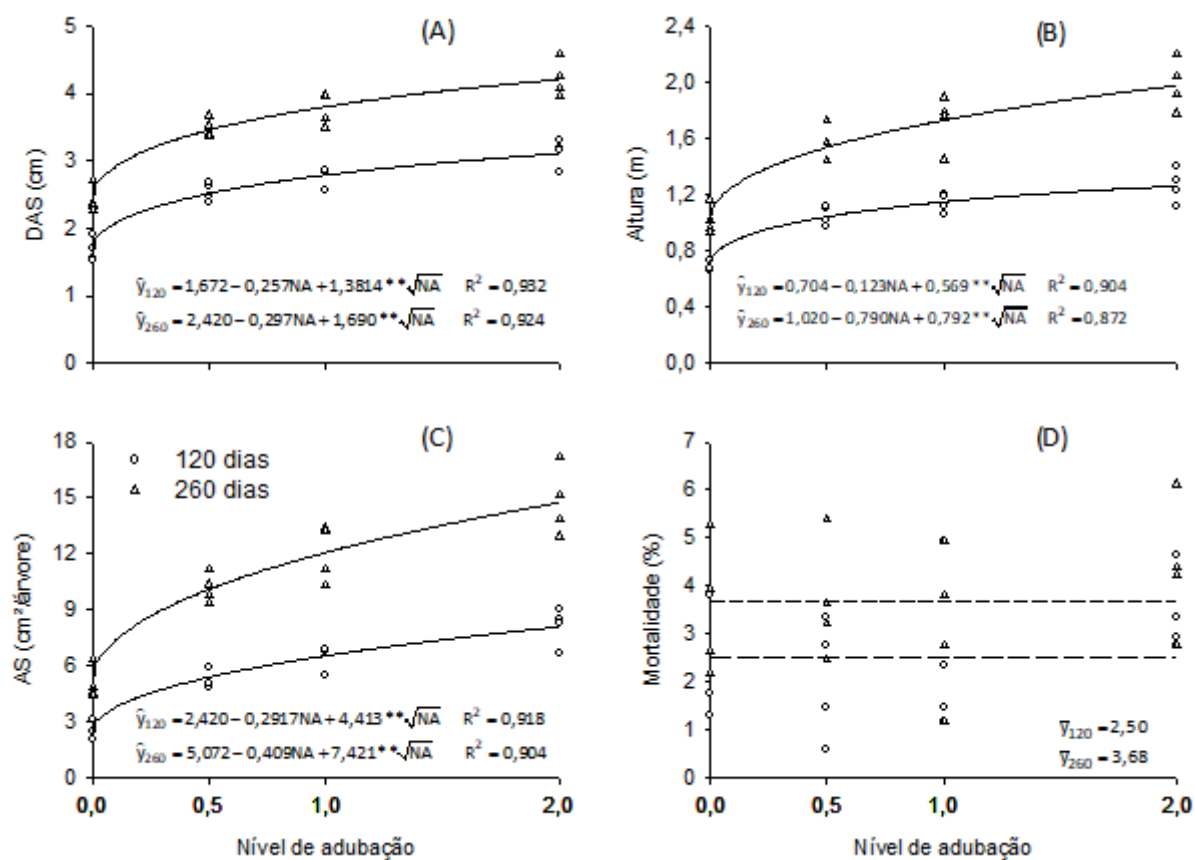


As Tabelas 2 e 3 mostram a análise de variância (ANOVA) para o diâmetro a 10 cm do solo (DAS), diâmetro quadrático médio (q), Altura total (HT), área seccional (AS), área basal (AB) e percentual da mortalidade de plantas (M) aos 120 e 260 dias de estabelecimento do povoamento de pau-de-balsa.



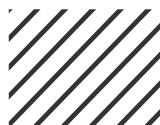


**Figura 3.** Crescimento em diâmetro a 10 cm do solo (A), crescimento em altura (B), crescimento em área seccional (C) e mortalidade de árvores (D) de *O. pyramidale* em diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação aos 120 dias e 260 dias após o plantio em Guarantã do Norte - MT.



As equações de regressão ajustadas para determinação da AB apresentaram bom ajuste, valores de  $R^2$  de 0,77 aos 120 dias e de 0,82 aos 260 dias após o plantio. A partir destas equações, foram plotadas as superfícies de resposta, com a finalidade de melhor observar a AB em função dos níveis de adubação (NA) e da área útil (AU) por planta (Figura 4).

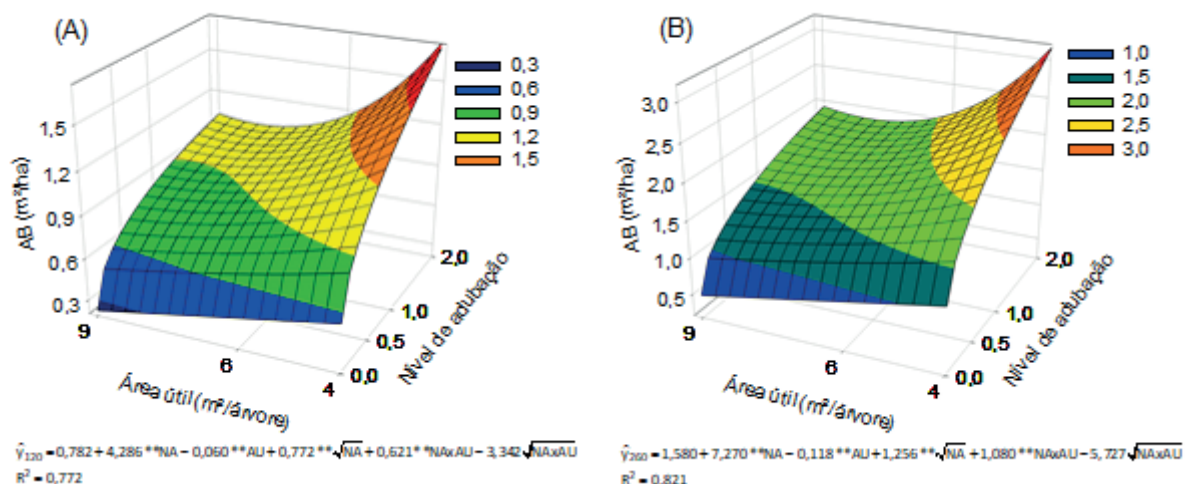
Observa-se efeito raiz quadrático do nível de adubação para AB aos 120 e 260 dias, não havendo ponto de máxima (Figura 4). O fator área útil por planta (espaçamento) apresenta comportamento linear e efeito raiz quadrático para a interação entre os fatores, sendo assim, considerou-se que dentro do limite experimental desse fator, o valor que proporciona maior AB, aos 120 e 260 dias de idade, foi de 4 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> (2x2m), nessa fase de avaliação do experimento.







**Figura 4.** Crescimento da área basal (m<sup>2</sup>/ha) de *O. pyramidale* em diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação aos 120 dias (A) e aos 260 dias (B) após o plantio em Guarantã do Norte - MT.



Não houve diferença significativa entre tratamentos para o percentual de mortalidade de plantas de pau-de-balsa aos 120 e 260 dias após o plantio (Figura 3D). O valor médio ficou abaixo de 5%.

**Tabela 2.** Resumo da ANOVA das variáveis analisadas no plantio *O. pyramidale* aos 120 dias após o plantio em Guarantã do Norte - MT.

FV	GL	QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p	
			DAS			q			Altura		
Bloco	3	0,177	0,536	0,674	0,174	0,530	0,678	0,434	0,433	0,737	
Espaçamento	2	0,638	1,935	0,225	0,674	2,056	0,209	5,279	5,269	0,048	
Erro (a)	6	0,330			0,328			1,002			
Adubação	3	4,588	89,919	0,000	4,692	92,771	0,000	7,005	98,397	0,000	
Esp.*Adub.	6	0,032	0,627	0,707	0,033	0,649	0,691	0,104	1,460	0,229	
Erro (b)	27	0,051			0,051			0,071			
CV(a) %			22,73			22,03			30,43		
CV(b) %			8,94			8,65			8,11		
		AS			AB			Mortalidade			
Bloco	3	3,576	0,667	0,602	0,061	0,375	0,775	9,726	1,136	0,407	
Espaçamento	2	12,482	2,330	0,178	1,207	7,419	0,024	18,239	2,131	0,200	
Erro (a)	6	5,358			0,163			8,560			
Adubação	3	69,378	64,907	0,000	1,856	51,961	0,000	5,096	1,261	0,308	
Esp.*Adub.	6	0,962	0,900	0,509	0,066	1,860	0,125	4,980	1,232	0,321	
Erro (b)	27	1,069			0,036			4,043			
CV(a) %			41,16			43,37			117,25		
CV(b) %			18,36			20,32			80,58		





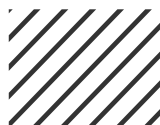
**Tabela 3.** Resumo da ANOVA das variáveis analisadas no plantio *O. pyramidale* aos 260 dias após o plantio em Guarantã do Norte - MT.

FV	GL	QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p
		DAS			q			Altura		
Bloco	3	0,440	0,912	0,489	0,406	0,887	0,499	0,217	0,649	0,612
Espaçamento	2	1,011	2,096	0,204	1,067	2,330	0,178	2,207	6,600	0,031
Erro (a)	6	0,482			0,458			0,334		
Adubação	3	7,122	129,665	0,000	7,037	136,040	0,000	1,997	65,197	0,000
Esp.*Adub.	6	0,080	1,455	0,231	0,082	1,587	0,189	0,072	2,355	0,060
Erro (b)	27	0,055			0,052			0,031		
CV(a) %			19,67			18,94			36,87	
CV(b) %			6,74			6,36			11,16	
		AS			AB			Mortalidade		
Bloco	3	15,353	1,018	0,448	0,267	0,678	0,597	8,814	0,785	0,544
Espaçamento	2	41,776	2,769	0,141	3,333	8,466	0,018	24,010	2,140	0,199
Erro (a)	6	15,086			0,394			11,222		
Adubação	3	200,704	90,665	0,000	5,182	88,134	0,000	3,087	0,579	0,634
Esp.*Adub.	6	4,436	2,004	0,100	0,144	2,453	0,050	6,404	1,200	0,336
Erro (b)	27	2,214			0,059			5,335		
CV(a) %			36,98			36,63			90,99	
CV(b) %			14,16			14,16			62,74	

## ■ DISCUSSÃO

O crescimento em diâmetro a altura do colo, DAS apresentou efeito altamente significativo somente para o fator adubação ( $p < 0,001$ ), em ambas datas de avaliação. A ausência de resposta para o espaçamento, nessa fase de desenvolvimento, ocorreu porque as plantas eram jovens e ainda não competiam por água, luz e nutrientes. Com o avanço da idade do povoamento espera-se que o efeito do espaçamento seja significativo. A utilização de densidades maiores no plantio levam mais rapidamente as plantas à competição pelos nutrientes e água do solo o que pode afetar a absorção de nutrientes de menor mobilidade, entretanto, nas situações em que as plantas apresentem menores taxas de transpiração, esperam-se maiores restrições quanto ao suprimento de nutrientes de maior mobilidade no solo (REIS e BARROS, 1990).

Com relação ao crescimento médio em DAS apresentado pelo pau-de-balsa no período de déficit hídrico da região, este contrapõe a afirmação de Howcroft (2002) que o pau-de-balsa não deve ser submetido a longos períodos de estresse hídrico. O pau-de-balsa apresentou bons resultados de crescimento em diâmetro durante todo período de análise, superando o crescimento em fases iniciais do híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *grandis* que apresentou crescimento médio de 2,97 cm aos 12 meses de plantio, cultivados no estado de São Paulo (NAKAYAMA et al., 2012).





Para a variável altura HT, o pau-de-balsa apresentou taxas de crescimento pouco inferiores ao observado por Barbosa et al. (2003) que relataram altura total médias de 122 a 136 cm aos 60 dias de plantio para plantas de *Ochroma lagopus* na Amazônia central, com taxa de crescimento de 2,03 a 2,27 cm dia<sup>-1</sup>. Ao final dos 260 dias o pau-de-balsa registrou HT de 101,86 a 198,42 cm com taxa de crescimento de 0,39 a 0,76 cm dia<sup>-1</sup>, valores superiores a taxa de crescimento encontrada de 0,58 cm dia<sup>-1</sup> de plantas de pau-de-balsa cultivadas em Nova Canaã do Norte – MT (OLIVEIRA et al., 2010). Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et. al. (2013), para crescimento de plantas de Paricá, *Schizolobium amazonicum*, avaliadas aos 180 dias de idade no Estado de Mato Grosso onde a adubação NPK proporcionou aumento significativo no desenvolvimento em altura e diâmetro inicial.

A área seccional (AS) apresentou efeito significativo somente para o fator adubação, tanto aos 120 quanto aos 260 dias após o plantio. Reflexo direto do crescimento em DAS, as plantas que receberam maiores níveis de adubação tiveram maior incremento em DAS e conseqüentemente maior crescimento em AS.

O diâmetro quadrático médio (q) apresentou a mesma resposta do DAS, somente a adubação teve efeito significativo. Esse atributo do povoamento florestal corresponde ao diâmetro da área seccional média do povoamento enquanto o DAS corresponde a média aritmética dos diâmetros medidos. O uso do DAS assim como o (q) para determinação de área basal são considerados os melhores estimadores para o posterior cálculo da área basal e volume. O diâmetro quadrático médio (q) é mais utilizado para caracterizar talhões florestais sendo considerado fundamental para talhões florestais que apresentam distribuição diamétrica regular como é o caso dos reflorestamentos (PRODAN et al., 1997; HERNÁNDEZ-SALAS et al., 2018).

Com relação ao percentual de mortalidade, as plantas de pau-de-balsa apresentaram valores abaixo de 5% aos 260 dias de experimento, estes valores estão dentro da faixa tolerada em plantios comerciais, sendo indicada a necessidade de replantio somente quando a mortalidade de plantas for superior a 10% nos primeiros 30 dias (DANIEL, 2006).

A área basal apresenta correlação direta com o volume de madeira produzida, essa variável apresentou efeito significativo para interação entre espaçamento e adubação aos 120 e aos 260 dias (Figura 4). Os fatores nível de adubação e área útil por planta mostraram influência sobre a produção em volume de madeira por unidade de área. Isto se dá, pois em espaçamentos menores há maior número de plantas elevando a área basal da parcela, e a adubação estimulou maior crescimento do DAS, variável utilizada para calcular a AB (SILVA NETO, 2008). Espera-se que com a idade do povoamento, as árvores com maior área útil e com maior nível de adubação compensem o volume por área obtido nas parcelas mais adensadas. Durante a fase inicial de crescimento, a demanda de uma planta





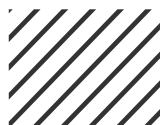
é, principalmente, por luz e umidade. Se estes elementos estão em quantidade adequada, qualquer sítio é capaz de suportar o crescimento inicial do povoamento, mesmo com alta densidade. Entretanto, com o crescimento, há um aumento na demanda e as árvores entram em competição por água, luz, nutrientes e pelo espaço para crescimento da copa e sistema radicial (CHIES, 2005). Neste sentido seria importante estudos futuros em idades mais avançadas do povoamento para determinar a viabilidade econômica levando em conta a produtividade da madeira e os custos de adubação.

## ■ CONCLUSÃO

A adubação mostrou efeito significativo sobre crescimento em diâmetro (DAS) e altura total (HT) das árvores nos dois períodos de avaliação, aos 120 e 260 dias de idade. Não foi possível constatar o efeito do espaçamento até final do experimento aos 260 dias de idade. As doses mais elevadas de fertilizantes não implicaram no aumento proporcional das variáveis DAS e HT. A interação entre níveis de adubação e densidades de plantas influenciou a área basal (AB) das plantas, que foi maior no espaçamento mais denso (2X2m) combinado com o maior nível de adubação aplicado.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. vol. 22, n.6, p.711-728, 2013.
2. BARBOSA, A. P.; CAMPOS, M. A. A.; SAMPAIO, P. T. B.; NAKAMURA, S.; GONÇALVES, C. Q. B. O Crescimento de duas espécies florestais pioneiras, pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) e caroba (*Jacaranda copaia* D. Don), usadas para recuperação de áreas degradadas pela agricultura na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, vol. 33, n. 3, p. 447-482, 2003.
3. BORREGA, M.; AHVENAINEN, P.; SERIMAA, R.; GIBSON, L. Composition and structure of balsa (*Ochroma pyramidale*) wood. **Wood Science Technology**, vol. 49, p. 403–420, 2015.
4. CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010, 644 p.
5. CERQUEIRA, A. L.; CLEMENTE, T. C.; PASSO, D. P.; ALVES, M. V. S.; AFONSO, S. R. **Boletim do Serviço Florestal Brasileiro**. 1 ed. Brasília. 2019. 37 p.
6. CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 123 p. 2005.



7. CUNHA, H. F. V.; GONÇALVES, J. F. de C.; SANTOS JUNIOR, U. M.; FERREIRA, M. J.; PEIXOTO, P. H. P. Biomassa, trocas gasosas e aspectos nutricionais de plantas jovens de pau de balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urb.) submetidas à fertilização fosfatada em ambientes contrastantes de irradiância. **Scientia Forestalis**. vol. 44. p. 215-230, 2016.
8. DANIEL, O. **Silvicultura**. Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados - MS, Brasil. 2006. 191 p.
9. DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4 ed. Belém, 2011.
10. DOUTERLUNGNE, D.; THOMAS, E.; LEVY-TACHER, S.I. Fast-growing pioneer tree stands as a rapid and effective strategy for bracken elimination in the Neotropics. **Journal of Applied Ecology**., vol. 50, p. 1257-1265. 2013.
11. FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. S.; MACHADO, E. C.; ABREU, A. H. M.; ABILIO, F. M. Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos. **Floresta**, Curitiba, vol. 44, p. 431-440, 2014.
12. FRANCIS, J., K. ***Ochroma pyramidale* Cav. Balsa**. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1991. 6 p.
13. GAMARRA-TORRES, O. A.; PÉREZ TORRES, R. J.; CASTILLO PICÓN, F.; CORROTO, F. Identificación y taxonomía de especies forestales nativas en la cuenca media del río Utcubamba. **Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable**. vol. 1, p. 61-70, 2016.
14. GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, vol. 27, p.635-646, 2003.
15. GOMES, I. B.; REIS, C. A. da S. Uso de Substratos Orgânicos no Crescimento Inicial de Pau-de-Balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. **Revista Tree Dimensional, ProFloresta**. vol. 3 p. 35-42, 2018.
16. GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "LUIZ DE QUEIROZ" Departamento de Ciências Florestais, vol. 15, p.1-23, 1995.
17. HERNÁNDEZ-SALAS, J.; AGUIRRE-CALDERÓN, O. A.; ALANÍS-RODRÍGUEZ, E.; JIMÉNEZ-PÉREZ, J.; TREVIÑO-GARZA, E. J.; GONZÁLEZ-TAGLE, M. A.; LUJÁN-ÁLVAREZ, C.; OLIVAS-GARCÍA, J. M.; DOMÍNGUEZ-PEREDA, L. A. Dinámica del crecimiento de un bosque templado bajo manejo en el noroeste de México. **Madera y bosques**, vol. 24, e2421767. Epub. 2018.
18. HIGA, R.C.V.; MORA, A.L.; HIGA, A.R. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31 p.
19. HOWCROFT, N. H. S. **The balsa manual: techniques for establishment and the management of balsa (*Ochroma lagopus*) plantations in Papua New Guinea**. Keravat Papua New Guinea: International Tropical Timber Organization. 2002. 59 p.



20. IBGE. Censo agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: < <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 out. 2017.
21. JIMENEZ-ROMERO, E.; FRANCO, L. G.; CARRANZA-PATIÑO, M.; CARRANZA-PATIÑO, H. M.; JAIME MORANTE-CARRIEL, J.; MARTÍNEZ-CHÉVEZ, M.; CUÁSQUER-FUEL, J. Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador. **Scientia Agropecuaria**. vol. 8, p. 243-250, 2017.
22. LEÃO, N. V. M.; FREITAS A. D. D.; CARRERA, R. H. A. **Pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban**. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia. n. 19, 2008.
23. LEVY-TACHER, S.; VLEUT, I.; ROMÁN-DAÑOBEYTIA, F.; ARONSON, J. Natural regeneration after long-term bracken fern control with balsa (*Ochroma pyramidale*) in the Neotropics. **Forests** vol. 6, p. 2163-2177, 2015.
24. LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 384 p.
25. MIDGLEY, S.; BLYTH, M.; HOWCROFT, N. MIDGLEY, D.; BROWN, A. **Balsa: biology, production and economics in Papua New Guinea**. Canberra: Aciar Technical Reports n. 73. Australian Centre for International Agricultural Research, 2010. 98 p.
26. MOLINA-SÁNCHEZ, J. E. **Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización, procesamiento y exportación de la madera de balsa como bloques encolados al mercado de los Estados Unidos de América, ubicado en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas**. Tesis de Grado de Ingeniería Comercial, Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. 109 p. 2014.
27. NAKAYAMA, F.; BURKERT, D.; SANTOS, D. M. A. Comportamento de espécies de eucaliptos para reflorestamento na região da Alta Paulista. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, 2012, p. 94-101.
28. OKA J. M.; CARLOS, R. A. C. S.; TUCCI, A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA, A. M. Crescimento inicial de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) em função do fornecimento de nitrogênio e potássio. In: **FERTBIO 2010**, Guarapari ES, Brasil. Fertbio, 2010.
29. OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; NEVES, J. C. L. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba: vol. 40, p. 755-762, 2010.
30. OLIVEIRA, B. S.; LANGE, A.; RONDON NETO, R. M.; WRUCK, F. J.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária-floresta em Nova Canaã do Norte, Mato Grosso: primeiros resultados. In: **FERTBIO 2010**, Guarapari ES, Brasil. Fertbio, 2010.
31. PERSONA, R. Empresa suíça visita plantio de pau de balsa em Mato Grosso. EMPAER – MT, 2011. Disponível em: <<http://www.empaer.mt.gov.br/informativo/informativo.asp?cod=313>> Acesso em: 23 de out. de 2011.
32. PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura forestal**. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)-BMZ/GTZ. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. 1997, 586 p.





33. REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de Nutrientes em Plantios de Eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.
34. REIS, C. A. F.; FILHO, E. P. **Estado de arte de plantios com espécies florestais de interesse para Mato Grosso**. Colombo. Embrapa Florestas, 2011, 63p.
35. SILVA NETO, A. J. **Seleção de parcelas permanentes em povoamentos de *Eucalyptus* sp.** 2008. 34 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008.
36. SILVA, P. H. M.; ANGELI, A. **Implantação e manejo de florestas comerciais**. Piracicaba: IPEF, 2006. 14 p.
37. STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, R. A.; LOOS, R. A. The Brazil eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, vol. 259, p. 1684 - 1694, 2010.
38. VERA, P.; ASTORGA-ELÓ, M., SEVERE, R.; MORANTE, L., MORANTE, J., MONTENEGRO, J.; DUMORNÉ, K. Influence of water deficit on morphological, physiological and growth of Balsa (*Ochroma pyramidale*). **Romanian Biotechnological Letters**. vol. 25, p. 2148-2155, 2020.
39. VIEIRA, C. R.; WEBER O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Influência da adubação NPK no crescimento em altura e diâmetro de mudas de *Schizolobium amazonicum*. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28/11/2013
40. WEIRICH, N. E. **Diretrizes técnicas para o cultivo do pau de balsa (*Ochroma pyramidale*) no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: SEDERMT, 2008. 22p.

---

# Efeito das propriedades físicas dos substratos na qualidade de mudas clonais de eucalipto

| **Richardson Barbosa Gomes da Silva**  
UNESP

| **Magali Ribeiro da Silva**  
UNESP

| **Danilo Simões**  
UNESP

| **Jhuan Lucas Melo Maciel**  
UNESP

| **Débora Zanoni do Prado**  
UNESP

| **Jenickson Rayron da Silva Costa**  
UNESP

# RESUMO

**Objetivo:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito das propriedades físicas de nove substratos na qualidade de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. **Método:** Os seguintes substratos foram testados: 1) vermiculita; 2) casca de arroz carbonizada; 3) fibra de coco; 4) vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1); 5) vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1); 6) vermiculita + fibra de coco (1:1); 7) casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1); 8) vermiculita + casca de arroz carbonizada (3,5:1,5) e; 9) vermiculita + fibra de coco (3,5:1,5). Foram avaliadas as propriedades físicas: porosidade total, macroporosidade, microporosidade e capacidade de retenção de água, bem como variáveis de crescimento. **Resultados:** A utilização da fibra de coco e da casca de arroz carbonizada como substratos, é uma alternativa viável para a disposição final desses resíduos. Outros valores para as características físicas dos substratos, diferentes dos citados na literatura, também podem ser considerados adequados. **Conclusão:** Os substratos com maior porosidade total promovem melhor conformação do sistema radicular, resultando em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e Índice de Qualidade de Dickson.

**Palavras-chave:** Eucalyptus, Sistema Radicular, Desenvolvimento, Viveiro Florestal.

## ■ INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de mudas de *Eucalyptus* é feita principalmente por meio da clonagem, a qual garante a plena manutenção das características da planta-matriz selecionada e a implantação de talhões uniformes de elevada produtividade (Alfenas et al., 2004). Na propagação clonal das mudas de *Eucalyptus*, a técnica de miniestaquia é uma realidade e mostra-se bem desenvolvida (Xavier et al., 2001), sendo dividida em cinco fases: produção de brotos, enraizamento, aclimação, crescimento e rustificação (Alfenas et al., 2004).

Dentro desse sistema de produção, os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a qualidade das mudas são os materiais genéticos, os manejos hídricos e nutricionais, as embalagens e os substratos.

Com relação aos substratos, Verdonck et al. (1983) alertam que as propriedades físicas dos substratos são as mais importantes, pelo fato das relações ar-água não poderem sofrer mudanças durante o cultivo. Gonçalves & Poggiani (1996) indicam em seu trabalho valores adequados para algumas propriedades físicas de substratos para produção de mudas florestais. De acordo com esses autores, o substrato deve ter entre 75-85% de porosidade total, 35-45% de macroporosidade, 45-55% de microporosidade e capacidade de retenção de água entre 20-30 mL 50 cm<sup>-3</sup>.

Para produção de mudas por miniestaquia são recomendados substratos com boa porosidade para proporcionar aeração às miniestacas, pois o oxigênio é indispensável para a respiração das raízes que surgem. Além disso, o substrato também deverá armazenar certa quantidade de água para o desenvolvimento inicial da muda (Malavasi, 1994).

Os elementos mais usados como substrato para promoção do enraizamento são: vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, turfa, serragem, terriço e diversas misturas destes constituintes (Paiva & Gomes, 1995). Além desses elementos, de acordo com Carrijo (2002), a fibra de coco apresenta boas características físicas e surge como uma boa opção para promover grandes mudanças na qualidade dos substratos.

Tendo em vista que a utilização de resíduos da agroindústria na composição de substratos pode propiciar redução dos custos na produção de mudas, bem como minimizar os impactos ambientais negativos causados pelo seu descarte, é fundamental caracterizar fisicamente esses substratos, bem como conhecer o desenvolvimento e a qualidade das mudas neles.

Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito das propriedades físicas de nove substratos na qualidade de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.



## ■ MÉTODO

O experimento foi conduzido em viveiro suspenso, setorizado, localizado nas coordenadas 22° 51' 03" de latitude Sul e 48° 25' 37" longitude Oeste, altitude média de 780 m e clima do tipo Cfa, segundo classificação de Wilhelm Köppen, com precipitação média anual de 1.524 mm.

Para a obtenção das minicepas do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, inicialmente as mudas com altura em torno de 25 cm, foram plantadas em “canaletão” contendo areia de granulometria média em sistema semi-hidropônico. Visando a emissão de brotações, a primeira poda do ápice (à altura de 10 a 15 cm) foi realizada 15 dias após o plantio no “canaletão”, constituindo assim as minicepas.

As minicepas receberam diariamente nutrientes por gotejamento a uma vazão de 4 L m<sup>-2</sup>, sendo a solução nutritiva composta por monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e ureia na concentração de 396 mg L<sup>-1</sup> de N, 78 mg L<sup>-1</sup> de P, 200 mg L<sup>-1</sup> de K, 200 mg L<sup>-1</sup> de Ca, 49,3 mg L<sup>-1</sup> de Mg e 65 mg L<sup>-1</sup> de S.

Decorridos 30 dias da poda do ápice, miniestacas foram coletadas e preparadas com comprimento médio de 7 a 10 cm, retirando-se o ápice e deixando dois pares de folhas cortadas pela metade.

Em seguida, foram estaqueadas em recipientes do tipo tubo cônico de plástico rígido (tubetes) de seção circular com capacidade volumétrica de 50 cm<sup>3</sup>, onde se efetuou a inserção de aproximadamente 2 cm da miniestaca ao substrato.

A partir dos materiais: vermiculita granulometria fina, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, nove substratos foram formulados: 1) vermiculita; 2) casca de arroz carbonizada; 3) fibra de coco; 4) vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1); 5) vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1); 6) vermiculita + fibra de coco (1:1); 7) casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1); 8) vermiculita + casca de arroz carbonizada (3,5:1,5) e; 9) vermiculita + fibra de coco (3,5:1,5).

Posteriormente, as bandejas de polipropileno com 176 células contendo os tubetes com as miniestacas foram transferidas para o ambiente de enraizamento em casa de vegetação automatizada, com controle da umidade relativa do ar (UR > 80%, mantida por meio de nebulização) por umidostato.

As miniestacas permaneceram neste ambiente durante 30 dias para o enraizamento, sendo em seguida transferidas para casa de sombra com sombrite de 50% de luminosidade para aclimação durante 20 dias e, posteriormente, para área de pleno sol por mais 40 dias visando o crescimento e a rustificação. Nesta última fase as mudas ficaram em canteiros suspensos, tipo micro túnel, cobertos com plástico transparente e receberam irrigação, via microaspersão, três vezes ao dia com lâmina média de 12 mm.





A adubação de base consistiu na mistura de 1,5 kg do adubo de liberação controlada Osmocote® de formulação N-P-K (19-6-10) por metro cúbico de substrato.

A fertilização de cobertura durante a fase de crescimento foi realizada duas vezes por semana da seguinte formulação: sulfato de amônio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e monoamôniofosfato purificado, na concentração de 520 mg L<sup>-1</sup> de N, 140 mg L<sup>-1</sup> de P, 360 mg L<sup>-1</sup> de K, 340 mg L<sup>-1</sup> de Ca e 169 mg L<sup>-1</sup> de S. Na fase de rustificação a adubação foi realizada apenas com o cloreto de potássio na concentração de 300 mg L<sup>-1</sup> de K.

Nas análises físicas dos substratos foram determinadas as seguintes propriedades: porosidade total, macroporosidade, microporosidade e capacidade de retenção de água, conforme metodologia descrita por Guerrini & Trigueiro (2004).

A qualidade das mudas foi avaliada 90 dias após o estaqueamento por meio dos seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea (cm), com uma régua milimetrada, medindo-se da base do colo até a gema apical que deu origem à última folha; diâmetro do colo (mm), por meio de um paquímetro de precisão; massa seca aérea e radicular (g), fazendo-se o corte das mudas próximo ao substrato. Para a massa seca radicular, as raízes foram lavadas em água corrente sobre peneira. Posteriormente, ambos os materiais foram alocados em estufa a 70 °C, até atingirem o peso constante. Em seguida, foi realizada a pesagem dos materiais em balança eletrônica de precisão; Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960) de acordo com a seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{D} + \frac{MSA'}{MSR}}$$

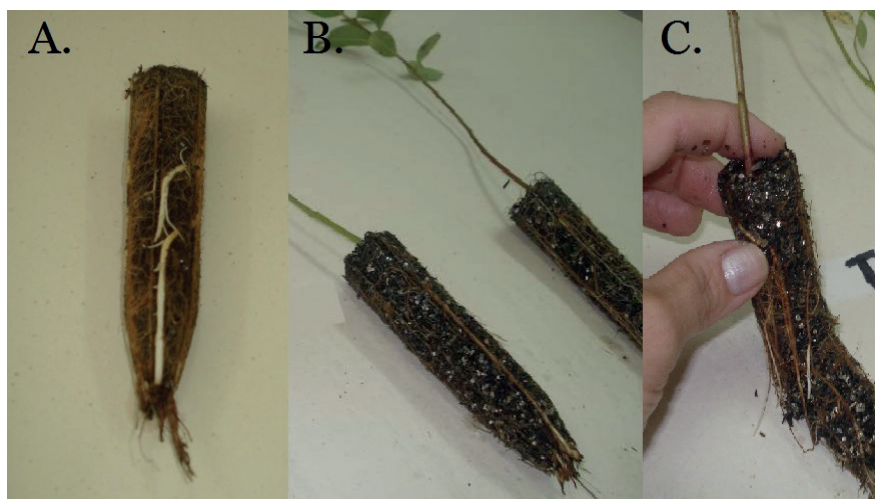
Por fim, foi avaliada a conformação do sistema radicular. Essa variável foi caracterizada por 3 avaliadores, sendo atribuído conceito “ótimo” ao sistema radicular bem estruturado, formado por um torrão firme, sem nenhuma flexibilidade e com presença de raízes novas (Figura 1A). O conceito “bom” foi designado ao sistema radicular que apresentava boa estruturação, porém com alguma flexibilidade, o que exigiria um maior cuidado no plantio para não prejudicar o desempenho da muda no campo (Figura 1B). Ambos foram considerados “aptos” para o plantio. Foi atribuído o conceito “ruim” às mudas que não apresentaram agregação do substrato, sendo consideradas inaptas para plantio no campo (Figura 1C).







**Figura 1.** Conceitos de conformação atribuídos aos sistemas radiculares, ótima conformação (A), boa conformação (B) e conformação ruim do sistema radicular (C)



Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por 9 substratos, com oito repetições de 52 plantas, sendo consideradas úteis para a avaliação seis mudas centrais. Os dados foram submetidos à análise de variância e nos casos em que houve diferença significativa foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Além disso, obteve-se o grau de associação entre os dados de desenvolvimento e qualidade das mudas com as características físicas dos substratos, efetuando-se a análise de correlação de Pearson.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à porosidade total (Tabela 1), apenas o substrato vermiculita pura ficou abaixo dos valores adequados recomendados por Gonçalves & Poggiani (1996).

**Tabela 1.** Características físicas dos substratos utilizados no experimento

Substratos	MA (%)	MI (%)	PT (%)	Retenção água (mL 50 cm <sup>-3</sup> )
S1 V	33,79	37,23	71,02	20,52
S2 CAC	66,38	16,38	82,76	8,28
S3 FC	33,37	51,73	85,10	26,20
S4 V+CAC+FC (1:1:1)	28,06	51,76	79,82	26,30
S5 V+CAC (1:1)	42,24	35,08	77,32	19,33
S6 V+FC (1:1)	37,85	39,34	77,19	20,65
S7 CAC+FC (1:1)	40,90	43,44	84,34	24,32
S8 V+CAC (3,5:1,5)	44,53	36,13	80,66	20,30
S9 V+FC (3,5:1,5)	32,50	43,62	76,14	24,05

MA - Macroporosidade; MI - Microporosidade; PT - Porosidade total; V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v)

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores.





A adição de casca de arroz carbonizada ou fibra de coco à vermiculita aumentou sua porosidade total. Isso ocorreu provavelmente em função da alta quantidade de macroporos presentes na casca de arroz carbonizada e microporos presentes na fibra de coco. Segundo Couto et al. (2003) e Guerrini e Trigueiro (2004), a adição de casca de arroz carbonizada a outros materiais pode se constituir um importante aliado na melhor estruturação física do substrato, pois é um material leve e inerte à hidratação, capaz de aumentar a porosidade do substrato à medida que se eleva sua percentagem na mistura.

Com relação aos substratos a base de fibra de coco, Carrijo et al. (2002) atestam as boas propriedades físicas desse material, a sua não reação com os nutrientes da adubação, sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização e a abundância da matéria prima que é renovável.

Em relação à macroporosidade e à microporosidade, apenas o substrato S7 (CAC+FC; 1:1) se enquadrou, simultaneamente, nos valores adequados sugeridos por Gonçalves & Poggiani (1996). No entanto, é importante ressaltar que esses valores sugeridos como adequados não se aplicam a todas as espécies, tipos de recipientes, formas de propagação, manejos hídricos e nutricionais e materiais utilizados na composição dos substratos. Por isso, valores diferentes daqueles mencionados por esses autores também podem ser considerados adequados.

Com relação à capacidade de retenção de água, apenas os substratos casca de arroz carbonizada pura e vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1) ficaram abaixo dos valores adequados segundo Gonçalves & Poggiani (1996). Nesse caso, a ocorrência de menores valores de retenção de água está associada à maior quantidade de macroporos inerente à casca de arroz carbonizada.

Os substratos promoveram desenvolvimentos diferentes em todas as variáveis de crescimento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D); massa seca aérea (MSA); massa seca radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em função dos substratos<sup>1</sup>

Substratos	H (cm)	D (mm)	MSA (g)	MSR (g)	IQD
S1 V	27,1 f	3,03 d	1,10 e	0,35 e	0,120 e
S2 CAC	33,2 c	3,50 a	1,52 bc	0,58 bc	0,173 ab
S3 FC	33,3 c	3,26 bc	1,59 ab	0,56 bc	0,165 bc
S4 V+CAC+FC (1:1:1)	36,3 ab	3,52 a	1,66 ab	0,69 a	0,185 ab
S5 V+CAC (1:1)	34,9 bc	3,43 ab	1,63 ab	0,56 bc	0,166 bc
S6 V+FC (1:1)	34,8 bc	3,58 a	1,72 a	0,64 ab	0,190 a
S7 CAC+FC (1:1)	37,5 a	3,56 a	1,69 ab	0,61 ab	0,174 ab
S8 V+CAC (3,5:1,5)	29,5 e	3,06 d	1,31 d	0,50 cd	0,147 cd
S9 V+FC (3,5:1,5)	31,4 d	3,08 cd	1,41 cd	0,45 d	0,140 de

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5% de significância V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v)

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores.





Os substratos casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1) e vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1:1) promoveram o maior desenvolvimento das mudas em altura. Os substratos com maior proporção de vermiculita em suas composições (S1, S8 e S9) afetaram negativamente o desenvolvimento em altura das mudas. Apesar disso, em todos os substratos, as alturas médias das mudas enquadraram-se ou foram superiores (S4 e S7) ao padrão de qualidade para mudas *Eucalyptus* spp., estabelecido por Gomes et al. (2003), o qual varia de 20 a 35 cm. Gomes (2001) cita que a altura da parte aérea é um excelente parâmetro para avaliar o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais, mas que, no entanto, a literatura apresenta resultados controversos, uma vez que as mudas podem apresentar maior ou menor crescimento no campo, independente de seu tamanho inicial. Por esse motivo, Fonseca et al. (2002) afirmam que os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores, mas com maior vigor.

As médias de diâmetro de colo foram agrupadas em três classes, ou seja: S1 e S8 produziram menores valores (3,03 a 3,06 mm, respectivamente), S3, S5 e S9 valores intermediários (de 3,08 a 3,43 mm) e S2, S4, S6 e S7 os maiores valores (de 3,50 a 3,58 mm). Entretanto, apesar dessa divisão, todos os substratos proporcionaram diâmetros do colo superiores ao valor mínimo de 2,5 mm, estabelecido por Lopes (2004), para mudas de *Eucalyptus grandis*. Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do colo e a altura são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais, uma vez que dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

O substrato S6 produziu maior massa seca aérea, seguido de S3, S4, S5 e S7, os quais não diferiram entre si. Verificou-se também que os substratos com maior proporção de vermiculita em suas composições (S1, S8 e S9) produziram mudas com menos massa seca aérea.

O substrato S4 promoveu a maior produção de massa seca radicular, seguido de S6 e S7, os quais não diferiram entre si. O substrato composto por vermiculita pura produziu a menor quantidade de massa seca radicular, diferindo de todos os outros.

Com relação ao Índice de qualidade de Dickson (IQD), segundo Gomes (2001), quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas. Dessa forma, o melhor resultado foi verificado no substrato S6, seguido de S2, S4 e S7 os quais não diferiram entre si. O substrato S1 resultou no menor valor de IQD, que não diferiu do substrato S9. Fonseca et al. (2002) consideram o IQD um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são consideradas as robustezes e o equilíbrio da distribuição da biomassa





na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

Apesar de todos os substratos terem favorecido o desenvolvimento adequado das mudas em termos de altura e diâmetro do colo, nem todos proporcionaram a formação de mudas com sistema radicular de qualidade (Tabela 3).

**Tabela 3.** Conceitos de conformação do sistema radicular das mudas em função dos substratos<sup>1</sup>

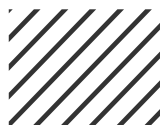
		Qualidade do sistema radicular (%)			
Substratos		Ruim (C)	Bom (B)	Ótimo (A)	Aptos (A+B)
S1	V	85,4 a	14,6 b	0,0 c	14,6 c
S2	CAC	0,0 c	20,8 b	79,2 a	100,0 a
S3	FC	2,1 c	16,6 b	81,3 a	97,9 a
S4	V+CAC+FC (1:1:1)	2,1 c	45,8 a	52,1 b	97,9 a
S5	V+CAC (1:1)	22,9 b	70,8 a	6,3 c	77,1 b
S6	V+FC (1:1)	0,0 c	4,2 b	95,8 a	100,0 a
S7	CAC+FC (1:1)	0,0 c	10,4 b	89,6 a	100,0 a
S8	V+CAC (3,5:1,5)	33,3 b	54,2 a	12,5 c	66,7 b
S9	V+FC (3,5:1,5)	37,5 b	52,1 a	10,4 c	62,5 b

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância. V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada; FC - fibra de coco; proporções com base na relação de volume (v:v)

**Fonte:** Desenvolvido pelos próprios autores.

Nos substratos S1 (vermiculita pura), S8 e S9 (proporção de vermiculita acima de 1:1) 1/3 ou mais das plantas apresentaram sistema radicular ruim, ou seja, baixa adesão das raízes ao substrato seguido de desagregação do torrão, o que afetou negativamente o desenvolvimento das plantas, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular. Nessas condições, o fato desses substratos não cumprirem com a função de suporte ao crescimento do sistema radicular, acabou por limitar a qualidade do sistema radicular das mudas. De acordo com Maeda et al. (2006) a agregação do sistema radicular ao substrato é importante para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas após o plantio no campo. Segundo Freitas et al. (2005), a persistência das deformações radiculares após o plantio e o plantio de mudas menores em função da restrição no viveiro pode reduzir, ou atrasar, o crescimento das plantas no campo, o que acarreta maiores custos com o controle de plantas daninhas e o retardamento da produção esperada. Mudas robustas e que apresentam maior porcentual de emissão de raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência no campo.

No que se refere à produção de mudas com sistema radicular ótimo, destacou-se o substrato S6, seguido por S7, S3, S2 e S4. No entanto, considerando que mudas aptas para o plantio em campo não são apenas aquelas com sistema radicular bem estruturado e presença de raízes novas, mas também aquelas com boa estruturação do torrão, porém com alguma flexibilidade, os substratos S6, S7 e S2 apresentaram 100% de mudas aptas





para plantio, seguidos por S3 e S4 com 97,9%. O bom desempenho desses substratos pode ser atribuído, principalmente, às características da fibra de coco, que contribuiu com boa agregação às raízes e retenção de água, ao passo que a casca de arroz carbonizada favoreceu excelente drenagem. Segundo Tavares Júnior (2004), a aderência do substrato ao sistema radicular, no momento da retirada da muda dos alvéolos, evita o ressecamento e a danificação das raízes, além de preservar sua disposição nos espaços porosos do substrato. Conseqüentemente, o estresse provocado nas mudas recém-transplantadas é menor, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mesmas.

Com relação à composição dos substratos, de acordo com Santos et al. (2000), é difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada. Entretanto, nesse estudo, a casca de arroz carbonizada e fibra de coco, ambas na forma pura, proporcionaram desenvolvimento adequado das mudas no que se refere à altura e diâmetro do colo. Isso ocorreu provavelmente devido ao excelente estado de agregação entre as raízes e esses substratos. De acordo com Favarin et al. (2008), a aderência entre as partículas do substrato com as raízes depende da textura do material. Aguiar et al. (1989) verificaram que a casca de arroz pura, utilizada como substrato para produção de mudas seminais de *Eucalyptus grandis*, conduziu ao bom desenvolvimento em altura e diâmetro do colo e excelente comportamento com relação ao estado de agregação das raízes. A casca de arroz carbonizada, por apresentar menor densidade, proveniente da maior porcentagem de macroporos, proporciona melhor escoamento de excesso de água e favorece o desenvolvimento do sistema radicular (Mauad et al., 2004).

Sendo assim, esses resultados, aliados à necessidade de se oferecer um destino adequado para esses resíduos agroindustriais, demonstram que a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada, na forma pura ou como componente de substratos, são alternativas viáveis para produção de mudas clonais *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

Com relação ao grau de associação entre os dados de desenvolvimento e qualidade das mudas com as características físicas dos substratos (Tabela 4), verificou-se que a porosidade total apresentou correlação positiva com a qualidade ótima do sistema radicular ( $p < 0,05$ ) e negativa com a qualidade ruim do sistema radicular ( $p < 0,01$ ). Já a microporosidade teve correlação negativa com a macroporosidade e positiva com a capacidade de retenção de água ( $p < 0,01$ ). A macroporosidade mostrou correlação negativa com a capacidade de retenção de água ( $p < 0,01$ ).





**Tabela 4.** Correlações de Pearson entre as características físicas dos substratos, macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT), capacidade de retenção de água (RA) e o crescimento das mudas, altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D); massa seca aérea (MSA); massa seca radicular (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD), conformação ruim do sistema radicular (CRR), boa conformação do sistema radicular (CRB), ótima conformação do sistema radicular (CRO)<sup>1</sup>

	H	D	MSA	MSR	IQD	CRR	CRB	CRO	MA	MI	PT	RA
H	1,00											
D	0,89 **	1,00										
MSA	0,96 **	0,88 **	1,00									
MSR	0,89 **	0,88 **	0,92 **	1,00								
IQD	0,88 **	0,93 **	0,94 **	0,98 **	1,00							
CRR	-0,85 **	-0,81 **	-0,91 **	-0,92 **	-0,93 **	1,00						
CRB	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1,00					
CRO	0,65 <sup>ns</sup>	0,74 *	0,71 *	0,71 *	0,77 *	-0,81 **	-0,71 *	1,00				
MA	0,00 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	1,00			
MI	0,29 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	-0,85 **	1,00		
PT	0,58 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	-0,80 **	-0,16 <sup>ns</sup>	0,67 *	0,33 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	1,00	
RA	0,19 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,93 **	0,93 **	0,01 <sup>ns</sup>	1,00

<sup>1</sup> \*\* e \* = significativos a 1% e 5%, respectivamente; e ns = não significativo

Fonte: Desenvolvido pelos próprios autores.

Para a qualidade ótima do sistema radicular observou-se correlação positiva com o diâmetro, a massa seca aérea e a radicular e o IQD ( $p < 0,05$ ). A qualidade ruim do sistema radicular mostrou correlação negativa com a altura, o diâmetro do colo, a massa seca aérea e radicular e o IQD ( $p < 0,01$ ).

Para o IQD observou-se correlação positiva com a altura, o diâmetro do colo e a massa seca aérea e a radicular ( $p < 0,01$ ).

A massa seca radicular mostrou correlação positiva ( $p < 0,01$ ) com a altura, o diâmetro do colo e a massa seca aérea.

A massa seca aérea teve correlações positivas com a altura e o diâmetro do colo ( $p < 0,01$ ).

Para o diâmetro do colo observou-se correlação positiva com a altura ( $p < 0,01$ ).

De maneira geral, observando as correlações, para se produzir mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* com qualidade ótima do sistema radicular é preciso utilizar substratos com maior porosidade total. Nesse sentido também, ressalta-se que essa maior qualidade ótima do sistema radicular resulta em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e IQD.

Dessa forma, além das propriedades físicas, sugere-se que outro fator igualmente importante também seja considerado nas avaliações de qualidade das mudas: a aderência das raízes às partículas do substrato, uma vez que o desenvolvimento morfológico das mudas mostrou-se fortemente correlacionado com a qualidade do seu sistema radicular.





## ■ CONCLUSÃO

A utilização da fibra de coco e da casca de arroz carbonizada, como substratos, é uma alternativa viável para a disposição final deste resíduo.

Os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular, o que, conseqüentemente, resulta em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e IQD.

São recomendados os substratos compostos por casca de arroz carbonizada + fibra de coco (1:1); vermiculita + fibra de coco (1:1); fibra de coco pura; casca de arroz carbonizada pura; e casca de arroz carbonizada + fibra de coco + vermiculita (1:1:1).

Não é recomendada a utilização da vermiculita, em associação com a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada, acima da proporção 1:1.

## ■ REFERÊNCIAS

1. Aguiar, I. B.; Valéri, S. V.; Banzatto, D. A.; Corradini, L.; Alavarenga, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, v.41/42, p.36-43, 1989. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr41-42/cap05.pdf>
2. Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Mafia, R. G.; Assis, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442 p.
3. Carrijo, O. A.; Liz, R. S.; Makishima, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.533-535, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000400003>
4. Couto, M.; Wagner Júnior, A.; Quezada, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, p.125-128, 2003. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v9n2/artigo06.pdf>
5. Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle** 1960, 36, 10–13, Disponível em: <http://doi.org/10.5558/tfc36010-1>.
6. Favarin, J. L.; Favarin Júnior, J. L.; Reis, A. R. dos; Camargo, F. T. Metodologia para estimar a estabilidade do conjunto muda x substrato de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.38, p.34-38, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000100006>
7. Fonseca, É. P.; Valéri, S. V.; Miglioranza, É.; Fonseca, N. A. N.; Couto, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p.515-523, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>



8. Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel Filho, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, p.853-861, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600003>
9. Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, p.113-127, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200001>
10. Gomes, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K. Viçosa: UFV, 2001. 164 f. **Tese Doutorado**. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11393>
11. Gonçalves, J. L. M.; Poggiani, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: USP ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, CD Rom.
12. Guerrini, I. A.; Trigueiro, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.1069-1076, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600016>
13. Lopes, J. L. W. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação. Botucatu: UNESP, 2004. 100f. **Dissertação Mestrado**.
14. Maeda, S.; Andrade, G. de C.; Ferreira, C. A.; Silva, H. D. da; Agostini, R. B. **Substratos alternativos para produção de mudas de *Eucalyptus badjensis*, obtidos a partir de resíduos das indústrias madeireira e cervejeira e da caprinocultura**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 5 p. Comunicado técnico, 157. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37764/1/com-tec157.pdf>
15. Malavasi, U. C. Macropropagação vegetativa em coníferas: perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e ambiente**, v. 1, p.131-135, 1994.
16. Mauad, M.; Feltran, J. C.; Corrêa, J. C.; Dainese, R. C.; Ono, E. O.; Rodrigues, J. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p.771-777, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000400007>
17. Paiva, H. N.; Gomes, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 40 p. Boletim, 322.
18. Santos, C. B.; Longhi, S. J.; Hoppe, J. M.; Moscovich, F. A. Efeitos do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v.10, p.1-15, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098466>
19. Souza, C. A. M.; Oliveira, R. B.; Martins Filho, S.; Lima, J. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 243-249, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050981905>
20. Tavares Júnior, J. E. Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 59f. **Dissertação Mestrado**. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-22092004-145858/pt-br.php>





21. Verdonck, O; Vleeschauwer, D.; Penninck, R. Barckcompost: a new accepted growing medium for plants. **Acta Horticulturae**, v. 133, p.221-226, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1983.133.26>
22. Xavier, A; Andrade, H. B.; Oliveira, M. L.; Wendling, I. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 25, p.403-411, 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38381/1/Desempenho-do-enraizamento-de-microestacas.pdf>



---

# Efeito de substrato de folhas de *Acacia mangium* sobre o desenvolvimento de mudas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Weight & Arn.)

| Flávio Pereira **Silva**  
EPAMIG

| Jose Mauro Paes **Valente**  
EPAMIG

| Robson José de **Oliveira**  
UFPI

| Fabio Daniel **Tancredi**  
EPAMIG

# RESUMO

O cedro rosado é uma espécie florestal de rápido crescimento e possuidor de elevado potencial madeireiro, podendo ser cultivada com sucesso em determinadas condições climáticas brasileiras, para produção de madeira para serraria, laminação entre outros usos. Entretanto, suas sementes apresentam limitações para formação de mudas de qualidade superior, quando semeadas em substratos inadequados para a espécie, implicando na necessidade de desenvolvimento de um substrato eficiente e de baixo custo, que proporcione melhores condições para germinação das suas sementes e desenvolvimento satisfatório das suas mudas. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a eficiência de substratos constituídos por diferentes misturas de folhas de *Acacia mangium* e subsolo, sobre o desenvolvimento de mudas de cedro rosado. O substrato de baixo custo composto por 100% de folhas de *Acacia mangium* triturada (T1) revelou ser mais eficiente para produção de mudas de cedro rosado.

**Palavras-chave:** Cedro Rosado, Acacia Mangium, Substrato, Semente, Mudas.

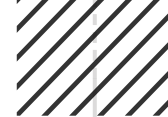
## ■ INTRODUÇÃO

O cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) é uma espécie florestal de rápido crescimento e elevado potencial madeireiro que tem despertado o interesse de empresários florestais e pesquisadores da América Latina, devido ao seu rápido crescimento, boas características para ser empregada em sistemas agroflorestais, possuir expressiva capacidade de recuperação de áreas degradadas e principalmente pelas inúmeras possibilidades do uso da sua madeira na indústria, (Erausquim, 2012); e por proporcionar aumento na matéria orgânica do solo, quando consorciada com milho, feijão e pimenta (Elorza martinez et al., 2006). Embora seja, ainda, uma espécie pouco conhecida dos empresários florestais brasileiros, os estudos das características químicas e físicas da sua madeira, conduzidos por Prado et al. (2003), mostraram que a espécie produz madeira de densidade  $0.438\text{g.cm}^{-3}$ , fibras de 1,2 mm de comprimento; 10,6% de extrativos totais e 20,1% de lignina. Estes autores observaram que a sua madeira é estável, possui retratibilidade de 9,0% e anisotropia de 1,8%, características estas que qualifica a sua madeira como sendo de boa qualidade para a produção de moveis. Os estudos de Trianoski, (2011), também demonstraram que a madeira de cedro rosado possui bom potencial para a produção de aglomerados de boa qualidade e possuidores de propriedades tecnológicas superiores às madeiras do *Pinus taeda*.

A espécie ocorre naturalmente na Índia, Mianmar e Bangladesh (Carvalho, 2003), podendo ser cultivada com sucesso em grande parte das condições climáticas brasileiras, para produção de madeira para serraria e laminação (Higa & Prado 1998). Na Índia ela é conhecida como mundani ou balangi; na África tropical é conhecida como pink cedar e na América Latina é popularmente conhecida por cedro rosado, mundani ou lazcar. A espécie é também popularmente conhecida pelos nomes de ash australiana, cinza indiana, árvore shingle (Onyango et al., 2010), arbol guijarra, rojocedar, decro rosa, fresno, árvore de sombra do Quênia e lazcar mundani (Rocas, 2010). Entre outras vantagens adicionais da espécie, pode-se citar seu considerável potencial forrageiro, sua boa capacidade de produção de madeira para lenha, carvão, móveis, pasto apícola, resina (Mishra et al., 2014); celulose; recomposição de vegetação de margens de rios e terraços; uso em sistemas agroflorestais (Orwa et al., 2009), e para a produção de substâncias anti-inflamatórias a partir de suas folhas (Abou Zeid et al., 2011).

A espécie apresenta elevada importância econômica e boas características silviculturais, mas suas sementes apresentam limitações para germinação e formação de mudas de qualidade superior, quando semeadas em substratos impróprios para desenvolvimento da espécie, implicando na necessidade de desenvolvimento de um substrato que proporcione melhores condições para a germinação das suas sementes e crescimento satisfatório das suas mudas. Substratos de baixa qualidade afetam a germinação das sementes de muitas





espécies, por constituir o principal suporte de acondicionamento das plântulas, além de manter as condições adequadas para o desenvolvimento destas mesmas plântulas (Piña-Rodrigues & Vieira 1988, Figliolia et al. 1993). As propriedades do substrato podem afetar o crescimento e nutrição das mudas, produzir efeitos fitotóxicos causados por deficiência ou excesso de nutrientes, causar danos às raízes ou maior susceptibilidade a doenças ou morte das plantas (Valenzuela et al. 2002). O emprego de resíduos florestais decompostos, como componente de substratos, para a produção de mudas é prática comum na silvicultura, onde a casca de *Pinus* tem sido o resíduo mais utilizado (Maia, 1999). Segundo Brasil (1992), os tipos de substratos mais utilizados para produção de mudas, em geral, são a terra vegetal e a areia. No entanto, para a produção de mudas de essências florestais, os substratos podem ser formados por um único resíduo florestal decomposto ou pela combinação de diferentes resíduos florestais decompostos, em combinação com outros materiais, podendo ser produzidos no próprio viveiro ou adquiridos no comércio. O mercado dispõe de diferentes tipos de substratos construídos a partir de resíduos florestais e de outros compostos orgânicos, como húmus, fibra de coco, turfa, vermiculita, puros ou misturados, tendo cada um, características peculiares. O desenvolvimento de um substrato de boa qualidade que proporcione germinação uniforme das sementes de cedro rosado é extremamente importante, por influenciar decisivamente o desenvolvimento do sistema radicular, repercutindo sobre a qualidade das mudas formadas, bem como poderá influenciar a percentagem de pegamento e sobrevivência destas mudas em condições de campo. O efeito positivo de diferentes substratos sobre a emergência de sementes e crescimento inicial de mudas de essências florestais foi constatado em *Ochroma pyramidale* (Alvino et al. 2007), *Acacia holocercea*, *Cedrela fissilis*, *Eucalyptus grandis* e *Schinus terebinthifolius* (Oliveira et al. 2008) e *Sesbania virgata* (Delarmelina et al 2013). Assim, o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas a diferentes composições de substratos que permita produzir mudas de elevado padrão de qualidade a um baixo custo, reduziria as dificuldades enfrentadas pelos viveiristas florestais. De forma similar, a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas de alta qualidade, em curto espaço de tempo e condições acessíveis aos pequenos e médios silvicultores, segundo Cunha et al. (2005), facilitaria a produção de mudas de essências florestais e proporcionaria aos silvicultores, a oportunidade de produzir substratos florestais em suas propriedades, empregando diferentes combinações de folhas de *Acacia mangium* e terra de subsolo. Assim, novos substratos poderiam ser desenvolvidos e testados, aproveitamento os resíduos florestais e as diferentes matérias primas disponíveis em cada região ou propriedade rural.

Bons substratos devem ser pautados em baixo custo, facilidade de produção, possuir quantidade e qualidade de nutrientes ideais, apresentar boa capacidade de troca catiônica,





esterilidade biológica, boa aeração e retenção de umidade (Prestes 2007), possuir boa estrutura e consistência, sustentar bem a planta; ser suficientemente poroso, não expandir ou contrair facilmente, ser isento de substâncias tóxicas, plantas invasoras, pragas e ser inócuos de doenças. Deve estar disponível em quantidades adequadas e a custos compatíveis, ser bem padronizado e apresentar características físicas e químicas pouco variáveis (Fonseca 2002).

O presente trabalho teve o objetivo de estudar o efeito de substratos constituídos por diferentes misturas de folhas de *Acacia mangium* trituradas e terra de subsolo, sobre a germinação e o desenvolvimento de mudas de cedro rosado.

## ■ MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em parceria com o Departamento de Engenharia Florestal (DEF) pertencente a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram empregadas folhas secas de *Acacia mangium* colhidas no campo, sob as copas de matrizes adultas de três anos de idade, em um plantio estabelecido nas imediações da cidade de Viçosa, MG. O subsolo isento de sementes de ervas daninhas e baixo teor de matéria orgânica foi retirado a cerca de 80 cm de profundidade, em um barranco situado às margens da rodovia BR 120, entre os municípios de Viçosa e Paula Candido, MG. A terra de subsolo foi coletada empregando cavadeira manual e acondicionadas em baldes plásticos limpos e separadas em peneira de arame contendo furos de 2 mm de diâmetro, para eliminar detritos indesejáveis e homogeneizar suficientemente as partículas do subsolo.

Para o preparo da granulometria homogênea das folhas de acácia, estas foram trituradas em um picador de ração animal e separadas em peneira contendo furos de dois mm de diâmetro, de forma a obter partículas similares em tamanho. Os diferentes tratamentos foram obtidos utilizando-se misturas de terra peneirada e seca com folhas trituradas, em diferentes proporções e homogeneizados adequadamente. Posteriormente, os tratamentos foram separados, identificados e colocados para decompor em canteiros de alvenaria, durante 90 dias, a pleno sol, cobertos com sombrite de polietileno com passagem de 50% de luz, para evitar contaminação por outros resíduos, bem como facilitar o processo de decomposição das diferentes misturas. As diferentes combinações de folhas de acácia trituradas com as diferentes quantidades de subsolo, constituíram os tratamentos, como descritos a seguir:

Tratamento 1 (T1) = 100% folha de acácia triturada

Tratamento 2 (T2) = 75% folha de acácia triturada + 25% terra de subsolo

Tratamento 3 (T3) = 50% folha de acácia triturada + 50% terra de subsolo

Tratamento 4 (T4) = 25% folha de acácia triturada + 75% terra de subsolo



Tratamento 5 (T5) = 100% terra de subsolo.

Durante o período de decomposição das diferentes misturas, estas foram irrigadas diariamente e revolvidos uma vez por semana, para favorecer a decomposição, a aeração e formar uma mistura homogênea. Após 90 dias do início do processo de decomposição dos substratos, colheu-se uma amostra de 200 gramas de cada um dos tratamentos, para análise química e granulométrica, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise química e granulométrica dos diferentes tratamentos utilizados na germinação e desenvolvimento de mudas de cedro rosado.

Tratamentos	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H +AL	SB	t	T
		----- cmol.dm <sup>-3</sup> -----						
T1	5,85	1,34	0,25	0,00	1,60	1,77	1,77	3,37
T2	5,72	2,84	0,50	0,00	2,20	3,55	3,55	5,75
T3	5,48	3,63	0,84	0,00	3,70	4,68	4,68	8,38
T4	4,82	5,11	1,33	0,10	2,70	6,69	6,79	9,39
T5	4,77	10,55	1,81	3,57	10,80	12,58	16,15	23,38

Tratamentos	V	m	P-rem	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn
	---%---	mg.L <sup>-1</sup>		-----mg.dm <sup>-3</sup> -----					
T1	52,50	0,00	5,80	3,90	69,00	1,09	91,10	20,50	3,23
T2	61,70	0,00	26,60	5,30	84,00	1,34	144,30	44,20	5,18
T3	55,80	0,00	41,80	7,00	84,00	0,94	91,70	58,00	7,42
T4	71,20	1,50	52,30	8,90	96,00	1,28	100,50	79,50	10,19
T5	53,80	22,10	60,00	15,70	86,00	0,66	56,40	100,10	10,82

pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - Relação 1:2,5; P - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; SB = Soma de bases trocáveis; CTC (t) - Capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = Índice de saturação de bases; m = Índice de saturação de alumínio; P-rem = fósforo remanescente.

Para testar os efeitos dos diferentes substratos, empregou-se sementes de cedro rosado adquiridas de uma empresa florestal idônea estabelecida no Estado de São Paulo, onde os frutos completamente secos foram colhidos no chão, sob copas de árvores matrizes adultas e fisiologicamente maduras. Após a colheita, procedeu-se a abertura dos frutos, a extração das sementes, a seleção e a eliminação daquelas sementes quebradas, chochas, trincadas, atacadas por fungos ou insetos. Na sequência, as sementes foram lavadas em água corrente para a remoção de mucilagens e outros materiais inertes, acondicionadas em embalagem de papel poroso e armazenadas em câmara fria, a uma temperatura média de 4° C e 60% de umidade relativa. Sessenta dias após o armazenamento em câmara fria, as sementes foram submetidas à quebra de dormência tegumentar utilizando-se ácido sulfúrico (98% PA), durante 10 minutos, seguido de uma lavagem em água corrente durante 20 minutos.

O experimento foi instalado sob o delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos, quatro repetições e parcelas quadradas de nove plantas. O semeio foi feito em tubetes de polietileno de 180 cm<sup>3</sup> preenchidos com os substratos formados pelos cinco



tratamentos descritos anteriormente. Foram semeadas duas sementes por tubete, os quais foram acondicionados em bandejas plásticas de 582 x 410 x 165 mm e armazenadas sobre bancadas metálicas estabelecidas em casa de sombra coberta com sombrite de polietileno com passagem de 50% de luz. Durante o processo de germinação das sementes e crescimento das mudas, foram feitas duas irrigações diárias e outras irrigações suplementares, quando se fez necessário. Enquanto durou o período de germinação e desenvolvimento das mudas, foram realizadas limpezas e capinas manuais para remoção de ervas daninhas e reduzir possíveis interações de fatores ambientais sobre os efeitos produzidos pelos tratamentos. Decorridos 30 dias após o início da germinação das sementes, procedeu-se o desbaste das mudas, removendo-se a muda mais fraca de cada tubete, deixando apenas aquela mais desenvolvida e vigorosa, para avaliações.

As avaliações dos efeitos dos tratamentos sobre o crescimento e desenvolvimento das mudas foram realizadas 60 dias após o semeio, quando foram quantificadas as seguintes variáveis: altura média das plantas, percentagem média de sobrevivência, diâmetro médio do coleto, peso médio da biomassa seca da parte aérea, peso médio da biomassa seca da raiz e a relação entre as duas últimas variáveis avaliadas. A percentagem média de germinação de cada um dos tratamentos foi determinada contando-se o número de sementes germinadas e comparando-as com o número total de sementes semeadas inicialmente, expressando-se os resultados em percentagem. A altura média das plantas foi obtida pela medição da altura total de cada planta, empregando-se para tal operação, uma régua plástica transparente com precisão de 1mm. Cada planta foi medida a partir da base do coleto até a inserção do último folíolo apical. A média aritmética dos dados de altura, forneceu a altura média das plantas de cada parcela. O diâmetro do coleto de cada planta foi obtido pela medição direta da variável tomada no ponto de inserção entre o coleto e o substrato. Para esta operação, empregou-se um paquímetro metálico graduado, com precisão de 1mm. A média aritmética dos diâmetros dos coletos das plantas de cada parcela forneceu o diâmetro médio de cada parcela experimental. A determinação do peso da biomassa seca da parte aérea, foi obtida pela remoção das mudas dos tubetes, limpeza do substrato aderido às raízes, separação do sistema radicular da parte aérea, por meio do corte do caule na região do coleto. A parte aérea e sistema radicular de cada planta foram lavadas em água corrente para remoção de resíduos de substratos e outras substâncias inertes. Posteriormente à lavagem, as diferentes partes das plantas foram devidamente identificadas e levadas para secagem em estufa, à temperatura constante de 45° C, durante 72 horas. Vencido este prazo, as amostras foram retiradas e pesadas imediatamente em uma balança de precisão, determinando-se o peso da biomassa seca da parte aérea e das raízes. A média aritmética dos pesos obtidos das





diferentes partes aéreas e raízes de cada um dos tratamentos, respectivamente, forneceu o peso médio da biomassa seca da parte aérea e das raízes.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise da variância e os valores médios das variáveis avaliadas e obtidos nos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Altura média das plantas (HMP), diâmetro médio do coleto (DMC), % média de sobrevivência das plantas (SOB), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca de raiz (BSR), relação biomassa seca da parte aérea e biomassa seca de raiz (BSPA/BSR) e relação biomassa seca de raiz e biomassa seca da parte aérea (BSR/BSPA) de mudas de cedro rosado<sup>1</sup>.

Tratamentos	HMP (cm)	DMC (cm)	SOB (%)	BSPA (g)	BSR (g)	BSPA/BSR	BSR/BSPA
T1	11,36 a	0,40 a	97,22 a	1,12 a	0,98 a	1,25 a	0,84 A
T2	7,65 b	0,27 b	91,67 a	0,37 b	0,32 b	1,24 a	0,78 A
T3	7,24 b	0,25 bc	94,44 a	0,26 bc	0,22 bc	1,31 a	0,81 A
T4	6,03 c	0,21 cd	80,56 a	0,16 c	0,14 c	1,42 a	0,75 A
T5	5,96 c	0,19 d	88,89 a	0,15 c	0,12 c	1,10 a	1,14 A
F (5%)	100,41*	55,83*	1,03 <sup>ns</sup>	124,79*	90,21*	1,67 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,74	8,24	13,90	17,56	20,94	14,17	27,14
DMS	0,9598	0,0477	27,5029	0,1589	0,1631	0,3910	0,5125

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. \*: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que o tratamento 1 (T1) proporcionou os melhores resultados para crescimento em altura, diâmetro médio do coleto, percentagem de sobrevivência, biomassa seca da parte aérea e biomassa seca de raiz. A análise de variância aplicada sobre os resultados destas variáveis revelou a existência de diferenças significativas entre os tratamentos testados, indicando o efeito positivo das folhas de acácia, em promover maior taxa de crescimento em altura das mudas. O crescimento em altura é um eficiente indicador de padrão de qualidade para mudas de essências florestais em condições de viveiro e isto ficou patente ao analisar os resultados apresentados pelas mudas de cedro rosado, 60 dias após a semeadura, quando foram visíveis os efeitos promovidos pelo substrato composto por 100% de folhas de acácia (T1) sobre o crescimento em altura, das plantas. Este resultado foi confirmado pela análise variância, apesar das baixas concentrações dos nutrientes Ca, Mg, K, P, Cu, Fe<sup>+2</sup>, Mn, Zn, saturação de bases (SB) e valores de acidez (pH) apresentados por este substrato (Tabela 1), caracterizando esta espécie como de baixa exigências por estes fatores, durante a fase de viveiro.

A análise de variância aplicada aos resultados de crescimento em altura, revelou a existência de diferenças significativas entre os tratamentos cujos valores médios oscilaram entre 5,96 e 11,36 cm. O tratamento constituído por 100% de folhas de acácia triturada (T1) proporcionou as melhores taxas de crescimentos em altura resultando em um adicional de





47,53% sobre o tratamento menos eficiente (T5). Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Oliveira et al. (2008) em estudos de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) envolvendo seis diferentes substratos, quando os autores obtiveram mudas com altura média de 14,40 cm, 95 dias após a semeadura. Outro estudo conduzido por Roweder et al. (2012) utilizando quatro diferentes substratos e mudas acondicionadas em casa de sombra com passagem de 50% de luz solar permitiram a obtenção de mudas de *Cedrela odorata* com altura média de 8,7 cm, aos 63 dias após a semeadura. A média das alturas das mudas de cedro rosado obtidas 60 dias após o semeio, foi de 7,64 cm, contrapondo os 11,36 cm apresentados pelo tratamento constituído por 100% de folhas de acácia (T1), indicando que este tratamento foi o mais eficaz para a produção e crescimento de mudas desta espécie. Estes resultados podem ser atribuídos à presença de determinados nutrientes encontrados em baixas concentrações no substrato, conforme relatado por Souza et al. (2009) em um estudo sobre o efeito da omissão de nutrientes sobre o crescimento de mudas de cedro-rosa. Resultados similares também foram obtidos por Oliveira et al. (2008) em estudo sobre a influência do substrato a base de casca de amendoim, húmus, terra de subsolo e areia lavada sobre o crescimento em altura, de cedro-rosa.

As concentrações de nutrientes presentes no substrato composto por 100% terra de subsolo (T5) foram superiores aos observados nos demais tratamentos (Tabela 1). No entanto, apresentou as menores taxas de crescimento em altura, confirmando as afirmativas de Souza et al. (2009) e Oliveira et al. (2008), de que a presença de determinados nutrientes em elevadas concentrações no substrato, podem inibir o crescimento em altura de mudas de algumas espécies.

A análise de variância aplicadas sobre os resultados obtidos para diâmetro médio do coleto apontou a existência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, com destaque para o tratamento 1 que apresentou o maior diâmetro de coleto (0,40 cm), comparado ao tratamento 5 que registrou valor se 0,15 cm, correspondendo a uma diferença adicional de 52,5% sobre o menos eficiente (Tabela 2).

A percentagem média de sobrevivência das plantas apresentou resultados considerados altos e satisfatórios em todos os tratamentos testados e oscilaram entre 80,56 e 97,22%, embora a análise de variância não tenha detectado diferenças estatísticas significativas entre as percentagens média desta variável.

A análise estatística aplicada aos dados de biomassa seca da parte aérea, constatou haver diferenças significativas entre os tratamentos, onde o substrato composto por 100% de folha de acácia proporcionou a maior produção de matéria seca (1,12 g), contra 0,15 g apresentado pelo tratamento composto por 100% de terra de subsolo (T5), correspondendo a um acúmulo adicional de 86,5% de biomassa seca. Comportamento similar também







foi constatado para a variável biomassa seca de raízes, cuja análise de variância detectou haver diferenças significativas entre os tratamentos, cujos pesos de matéria seca dos tratamentos 1 e 5 oscilaram entre 0,98 g e 0,12 g, respectivamente. Neste caso, o tratamento mais eficiente (T1) proporcionou um acúmulo de biomassa seca de 87,7% a mais do que o tratamento menos eficiente (T5).

A relação entre biomassa seca da parte aérea e a biomassa seca de raiz são variáveis positivamente relacionadas, embora a análise de variância aplicada sobre os dados desta variável não tenha detectado haver diferenças significativa entre os tratamentos (Tabela 2). O crescimento de plantas arbóreas tropicais, em ambientes com baixa disponibilidade luminosa (sombrite 50%), depende de interações entre as características morfológicas e fisiológicas das espécies testadas. Dentre as várias alterações morfológicas que ocorrem, a relação entre a biomassa seca da parte aérea e a biomassa seca de raiz, pode ser um indicativo de especialização de uma determinada espécie a diferentes ambientes, de tal forma que quanto mais sombreado for o ambiente, maior será a alocação de biomassa na parte aérea. Ao compararmos os resultados apresentados pela biomassa seca da parte aérea com a biomassa seca das raízes, constatou-se uma maior alocação de biomassa na parte aérea, indicando que a alocação de recursos em diferentes estruturas das plantas é importante para a adaptação de uma espécie a diferentes ambientes (Muller et al. 2000). Isto influencia sua capacidade competitiva e suas respostas aos estresses ambientais (Larcher 2006), uma vez que a alocação de biomassa está diretamente relacionada à captação de recursos escassos (Lambers et al. 2008, Fitter 1986). Este estudo confirma as assertivas destes autores, uma vez que as mudas de cedro rosado se desenvolveram durante todo tempo de viveiro, em ambiente parcialmente sombreado (sombrite 50%). A alocação de maior quantidade de biomassa na parte aérea, constatada neste estudo, também é explicada por Lambers et al. (2008) e Fitter (1986). Estes autores também asseguraram que indivíduos de algumas espécies de plantas, investem mais na formação de parte aérea, para aumentar a captação de luz em ambientes sombreados, enquanto outros indivíduos investem mais na formação de sistema radicular, durante a fase jovem, para melhorar a absorção de nutrientes em substratos pobres. Isto ocorre porque na fase jovem, a planta necessita de completo suprimento de água e nutrientes para manter seu crescimento e diferenciação (Larcher 2006).

Os resultados obtidos para biomassa seca da parte aérea e biomassa seca da raiz em cedro rosado seguiram tendências similares para os diferentes tratamentos, indicando maior preferência do cedro rosado por substrato contendo maior peso de matéria orgânica. Contrariamente, o tratamento composto por 100% de subsolo, apresentou baixo desempenho para todas as variáveis avaliadas, podendo ser considerado inadequado para a produção de mudas de cedro rosado.



## ■ CONCLUSÃO

O substrato composto por 100% de folhas de acácia (T1) proporcionou os melhores resultados para todas as variáveis avaliadas, com maior destaque para o crescimento em altura, revelando ser o substrato mais eficaz para a produção de mudas de cedro rosado.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ABOU ZEID A.H., SOLIMAN S.M., MOHAMMED R.S., SLEEM A.A., AND DAKRORY ELY.M. Anti-inflammatory effect and lipoidal content of *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn leaves. *Planta Med* 2011; 77 - PL8. DOI: 10.1055/s-0031-1282657
2. ALVINO, F. O.; RAYOL, B. P. Efeito de diferentes substratos na germinação de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) URB. (Bombacaceae). *Ciência Florestal*, v. 17, n. 1, p. 71-75, 2007.
3. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Regras para análise de sementes: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 1992.
4. CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais*. EMBRAPA Informação Tecnológica. 2003.
5. CUNHA, G.D.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.D.; COSTA, G.S. Nutrient cycling in a eucalypt plantation (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) in Northern Rio de Janeiro State. **Revista árvore**, Viçosa, v. 29, p. 353-363, Nov. 2005.
6. DELARMELINA, W. M., CALDEIRA, M. V. W, FARIA, J. C.; GONÇALVES, T. E. O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. *Revista Agro@ambiente*, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.
7. ELORZA MARTINEZ, P.; GARCIA, J. M. M.; SÁNCHEZ, M. L. H.; PEREZ, G. O. Cultivo intercalado de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) y su efecto sobre el contenido de matéria orgânica en el suelo. *Revista Científica UDO Agrícola*, Camaná, v. 6, n. 1, p. 109-113, 2006.
8. ERAUSQUIM, O. G. El cedro rosado de la India. Disponível em: <http://paulowniasperuanas.lacoctelera.net/post/2006/03/19/el-cedro-rosado-la-india>>. Acessado em: 5 de mar. 2021.
9. FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B., PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. ABRATES, 1993. cap. 4, p. 137-174.
10. FITTER, A. H. Acquisition and utilization of resources. In: CRAWLEY, M. J. *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. p. 375-405, 1986.
11. FONSECA, E. P. et al. Padrão de Qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
12. HIGA, A. R.; PRADO, C. A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. In: GALVÃO, A. P. M. *Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais*. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS. p. 57-60, 1998.
13. LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S. PONS T. L. *Plant Physiological Ecology*. Springer, 623p, 2008.



14. LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Editora Rima, 550p., 2006.
15. MAIA, C. M. B. F. Uso da casca de Pinus e o lodo biológico como substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 39, p. 81-92, 1999.
16. MISHRA, G.; PANDEY, A.; K.; ARUNACHALAM, M.; K.; RAO S, Global Scenario of *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. - A future tree of Agro forestry. *International Letters of Natural Sciences*: Online: Vol. 30, pp 25- 29; 2014 - [www.scipress.com/ILNS.30.25](http://www.scipress.com/ILNS.30.25).
17. MULLER, I.; SCHMID, B.; WEINER, J. The effect of nutrient availability on biomass allocation patterns in 27 species of herbaceous plants. **Persp Plant Ecol Evol Syst**. v.3, p.115–127. 2000.
18. OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.
19. ONYANGO G., EKAKORO E., SANG J. Emiti Nibwo Bulora wood lot technical specification. SCC-Vi Agroforestry. 2010.
20. ORWA C.A., MUTUA KINDT R, JAMNADASS R., S ANTHONY. (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 (<http://WWW.Worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>)
21. PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VIEIRA, J. D. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. *Manual de análise de sementes florestais*. Fundação Cargill. p. 70- 90, 1988.
22. PRADO, C. A.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P.; HIGA, A. R. Características físicas e químicas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius*. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Colombo, n. 14, p. 1-14, 2003.
23. PRESTES, M. T. Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*). 2007. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
24. ROCAS A.N., *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. [online]. [cited\_2010 Ago\_6]. Available from: [www.rngr.net/publications](http://www.rngr.net/publications).
25. ROWEDER, C. NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012.
26. SOUZA, P. A. et al. Nutritional assessment of cedar seedlings (*Cedrela fissilis* Vell.) grown in a greenhouse. *Cerne*, v. 15, n. 2, p. 236-243, 2009.
27. TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M de; PRATA, J. G. Viabilidade da utilização de *Acrocarpus fraxinifolius* em diferentes proporções com Pinus spp. para produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 343- 350, setembro, 2011.
28. VALENZUELA, O. et al. Substratos para la producción de plantas forestales en viveiros de la región noreste de Entre Rios. XVII Jornadas forestales de Entre Rios. INTA y UNER. 2002.



---

# Harvesting Criteria Application as a Technical and Financial Alternative for Management of Degraded Tropical Forests: A Case Study from Brazilian Amazon

| **Marco Antonio Siviero Siviero**  
GRUPO ARBORIS

| **Ademir Roberto Ruschel Rushel**  
EMBRAPA

| **Jorge Alberto Gazel Yared Yared**  
GRUPO ARBORIS

| **Osmar José Romeiro Aguiar Aguiar**  
UEPA

| **Paulo Cezar Gomes Pereira Pereira**  
UFRA

| **Sabrina Benmuyal Vieira Vieira**  
GRUPO ARBORIS

| **Agust Sales Sales**  
UFV

# ABSTRACT

This article addresses a case study on the application of criteria for harvesting, aiming at restoration and profitability in a degraded tropical forest in the Amazon. The objective is to provide technical and economic information to promote a truly sustainable silvicultural management system in forests with this profile and turn them into a desirable financial asset for conservation and social development. In the forest census, 85.907 trees ha<sup>-1</sup> (100.8566 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) were inventoried with diameter at breast height (*dbh*) ≥ 25 cm, belonging to 106 commercial species. When applying the harvest criteria, 19.923 trees ha<sup>-1</sup> (29.99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), referring to 53 species, were destined for harvest. Some trees were selected by more than one criterion, totalizing 17.985 trees ha<sup>-1</sup> by density, 1.831 trees ha<sup>-1</sup> by compromised health, 0.212 trees ha<sup>-1</sup> by maximum *dbh*, 18.933 trees ha<sup>-1</sup> by minimum *dbh*, 1.385 trees ha<sup>-1</sup> by tree stem (quality 3), and 0.080 trees ha<sup>-1</sup> by species conservation. In all scenarios, the application of criteria for harvesting proved to be profitable with excellent cost–benefit ratios. The selection of trees with a minimum cutting diameter of 25 cm in shorter cycles tends to allow the promotion of new commercial species. The set of actions presented has the potential to favor the maintenance of biodiversity and expansion of low-density populations, health and the potential increment of the forest productivity. In addition, it is more feasible for the supply of forest products in a shorter time than provided for in Brazilian regulations; however, they must respect the specificities of the species and also of the site.

**Keywords:** Forest Economics; Forest Harvest; Harvest Diameter; Management of Natural Forests

## ■ INTRODUCTION

The management of natural forests seeks to conserve forest resources and to perpetuate forest production with sustainable feedstock for industry [1–3]. However, discussions show the confrontation and difficulties in establishing rational parameters that enable environmental, social, and economic interests in the use of natural forests [4–6]. Studies in the region show mainly the ecological character of management through floristic composition, diversity of tree species, and growth dynamics, encouraging managers to justify the management of species outside the standards prescribed in the regulations that guide such activity [7–10]. In this context, it has been a challenge to reconcile economic interests with the maintenance of natural forests [11,12].

Through the last decades, nascent knowledge about the renewable potential of forest resources and the deforestation increase in the Amazon have encouraged Brazilian authorities to take preventive measures. In Brazil, several initiatives were established to conserve the Amazon rainforest: (a) creation of a legal reserve area for the sustainable use of 50% of the area covered with native vegetation on the property [12] and later changed to 80% [13]; (b) establishment of the minimum diameter cutting rule (MDC) for harvesting in natural forests, first  $MDC \geq 45$  cm, afterward  $MDC \geq 50$  cm; (c) gap of 25 to 35 years between harvests [14,15]; and (d) Law on Environmental Crimes, nº 9605 of 1998 [16].

The Brazilian Forest Code defines the sustainable forest management in a broad way, while the specific rules establish homogeneous and rigid criteria for the management of all types of forests [13–15]. In this aspect, forests are managed as if they were similar or in the same stage of development or anthropization. However, forests in the Amazon have a diversity of 6727 tree species [17], with different floristic composition, diametric structure, growth, life cycle, and adaptation [5–25].

Intensely anthropized forests are a type of vegetation that corresponds to approximately 4.5 million hectares in the Amazon, according to the monitoring of the DEGRAD Project from 2006 to 2016 [26]. If managed rationally, those forests could present perennial sources to supply human needs, considering that forest resources, especially wood, are renewable goods [27]. However, the current management rules limit forestry activity. Rules encourage producers to join agribusiness, converting their forest areas into areas intended for agriculture or animal husbandry [28,29]. These restrictions increase the number of areas with agricultural and animal production, since the legal and technical difficulties in conducting the productive restoration of degraded forests discourage producers from investing.

In this context, Brazilian regulations must supplement and promote the management of different types of forest formations and not impose limiting measures to prevent those forests from being rationally used. The adoption of a technically adequate silvicultural management





system can significantly contribute to forest management, respecting the ecosystem's sustaining mechanisms and considering cumulative or alternative use of multiple species [13,30].

Research institutions and forestry companies concerned with the maintenance of natural forests began to invest in research that sought to make conservation and production aspects viable. Recently, advances have been made in the knowledge of anthropized forests with the use of new species, the technology for small-scale wood processing, the enrichment of forest clearings that had been intensively exploited, with fast-growing species, and the conduction of regeneration species that are interesting to the market [21–35]. Studies with this focus aim to enable ecological, productive, and economic management. However, there is still no management proposal that makes forests' productive restoration environmentally and financially feasible.

There is no doubt about the importance of studying sustainable means of production for tropical forests, especially for the Amazon rainforest. This article addresses a case study on the application of criteria for harvesting, aiming at environmental restoration and profitability in a degraded tropical forest in the Amazon. The objective is to provide technical and economic information to promote a truly sustainable silvicultural management system in forests with this profile and turn them into a desirable financial asset for conservation.

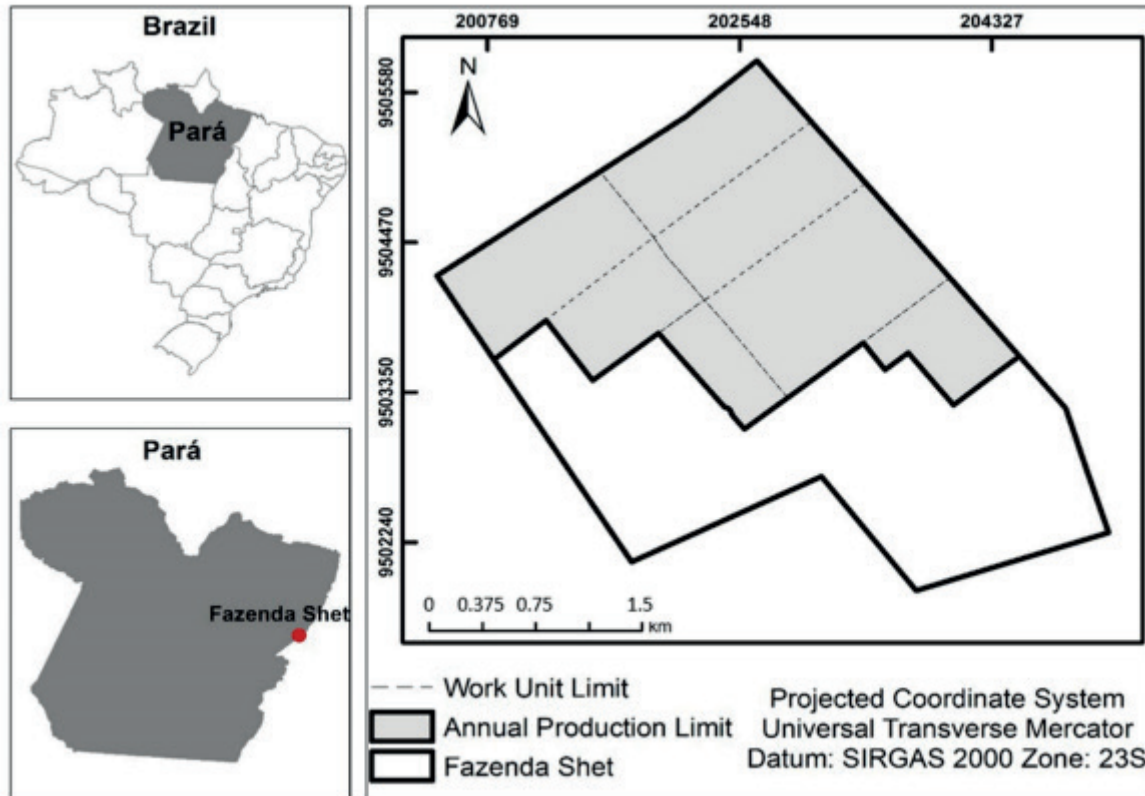
## ■ MATERIAL AND METHODS

### Study Area

Shet Farm, managed by Grupo Arboris, is located in the municipality of Dom Eliseu, state of Pará, Brazil (altitude 320 m, 4°30'48" S and 47°39'36" W). The forest management is carried out in the Legal Reserve area (535.6 ha), subdivided into seven working units (UT) (Figure 1). This study is part of the SubBosque Project, registered by the Innovation Network of the logging forest production chain to promote the sustainable development of the State of Pará-SubBosque Forest Biomass Network (Embrapa Project SEG Code 02.10.00.001.00.02).



Figure 1. Location and description of Shet Farm, Dom Eliseu, Pará, Brazil.



The climate in the region is Aw (Köpen). Tropical climate with summer rains and average annual rainfall of 2500 mm [36,37]. The average annual temperature is 25 °C [38]. The vegetation type of the municipality is dense submontane ombrophylous forest with emerging canopy [39]. The predominant soils are dystrophic yellow latosol and dystrophic red-yellow argisol [40].

Shet Farm is represented by a degraded natural forest, which is a characteristic of the region of the deforestation arc in the Amazon [41]. Such forest was degraded due to illegal logging activity that took place between the 70 s and 90 s, with no information on the volume of extracted wood. The first legal logging activity in the area occurred in 1993 and 1994, allowed by the Brazilian forestry authorities, with an average harvest volume of 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. The current regulation that prescribes a maximum harvest of 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> for the Amazon rainforest began only in 2006 [14]. Enrichment planting was carried out sowing *paricá* (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) in the clearings formed by logging activity between 1993 and 1994 [33].

A forest inventory was carried out in 2008, in which all trees with the diameter at breast height (*dbh*, the diameter at 1.3 m in height)  $\geq 25$  cm were evaluated. The methodology proposed by [42] was used to perform the forest census. The following procedures were performed: botanical identification and vines cut off; attachment of a numbered label at the base of the tree trunk; *dbh* measurement; visual estimate of commercial height; classification regarding shaft quality (shaft 1—straight and cylindrical shaft; shaft 2—slightly tortuous and/



or ribbed; shaft 3—crooked, strongly ribbed or forked); and health (rot, senescence, broken, dead, and/or fallen tree top).

The census quantified 46,010 trees and 106 species divided into three market value groups that were defined by the company. For the groups 1, 2, and 3, 13, 41, and 52 species were included, respectively. The trees were classified as “for harvest” or “remaining” (next harvest). For harvesting resulted in a total of 10,671 trees of 53 species, with 13 m average height, 37 cm average *dbh*, 16,067.53 m<sup>3</sup> volume, and production for harvest of 29.99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Table 1).

**Table 1.** Species (common and scientific name) listed by market value group, forest management area (535.6 ha) at Shet Farm, Dom Eliseu, Pará, Brazil.

<b>Group 1</b>
Angelim-pedra ( <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke); cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.); copaíba ( <i>Copaifera</i> Ducke); cumaru ( <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.); freijó-cinza ( <i>Cordia goeldiana</i> Huber); ipê-amarelo ( <i>Handrohanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose); jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.); jatobá-curuba ( <i>Hymenaea parvifolia</i> Huber); louro-canela ( <i>Nectandra</i> sp.); maçaranduba ( <i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.); muiracatiara ( <i>Astronium lecointei</i> Ducke); roxinho ( <i>Peltogyne lecointei</i> Ducke); and tatajuba ( <i>Bagassa guianensis</i> Aubl.).
<b>Group 2</b>
Amapá ( <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber); amarelão ( <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.); amescla/breu ( <i>Trattinnickia burseraefolia</i> Mart. Willd.); amesclão ( <i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.); amesclinha ( <i>Protium altissimum</i> (Aubl.) Marchand); angico/timborana ( <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes); caju ( <i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.); caneleiro ( <i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke); casca seca ( <i>Licania</i> sp. Aubl.); catuaba ( <i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.); cedrorana ( <i>Vochysia maxima</i> Ducke); coco-pau ( <i>Coupeia robusta</i> Huber); cupiúba ( <i>Goupia glabra</i> Aubl.); axixá/envira-quiabo ( <i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.); envira/envira-preta ( <i>Guatteria punctata</i> (Aubl.) R. A. Howard); escorrega-macaco ( <i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico); estopeiro/tauari ( <i>Couratari</i> sp. Aubl.); farinha-seca ( <i>Ampelocera edentula</i> Kuhlmann.); faveira ( <i>Parkia multijuga</i> Benth.); goiabão ( <i>Pouteria bilocularis</i> (H. K. A. Winkl.) Baehni); inharé ( <i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist); jarana ( <i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori); louro-pimenta ( <i>Ocotea</i> sp.); louro-vermelho ( <i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff); mandiocão/morototó ( <i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.); marupá ( <i>Simarouba amara</i> Aubl.); orelha-de-macaco ( <i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.); paricá ( <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby); pau-santo ( <i>Zollernia paraensis</i> Huber); pequiá ( <i>Caryocar vilosum</i> (Aubl.) Pers.); pequiarana ( <i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.); quina ( <i>Geissospermum sericeum</i> Miers); quina-rosa ( <i>Quiina amazonica</i> A.C.Sm.); sapucaia ( <i>Lecythis pisonis</i> Cambess.); seringarana ( <i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma); sumaúma ( <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.); tanibuca ( <i>Terminalia tanibouca</i> Rich.); itaúba ( <i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez); tauari ( <i>Couratari</i> ssp./ <i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S. A. Mori) and uxi ( <i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.).
<b>Group 3</b>
Amarelinho ( <i>Neoraputia paraensis</i> (Ducke) Emmerich ex Kallunki); andirobarana ( <i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.); ata ( <i>Annona</i> sp.); atraca ( <i>Ficus</i> sp.); baço-de-boi ( <i>Myrocarpus venezuelensis</i> Rudd); bicuiba/ucuúba-da-terra-firme ( <i>Virola michelii</i> Heckel); Buranju ( <i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.); Cacau ( <i>Theobroma speciosa</i> Willd. ex Spreng.); canafistula ( <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby); capa-bode ( <i>Bauhinia acreana</i> Harms.); conduru ( <i>Cynometra bauhiniiifolia</i> Benth.); cravinho/goiabarana ( <i>Myrcia paivae</i> O.Berg); embaúba ( <i>Cecropia distachya</i> Huber./ <i>C. sciadophylla</i> Mart./ <i>C. palmata</i> Willd.; <i>Pourouma guianensis</i> Aubl.); freijó-branco ( <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.); Gabiroba ( <i>Campomanesia grandiflora</i> (Aubl.) Sagot); gema-de-ovo ( <i>Amphiodon effusus</i> Huber/Poecilanthus); goiabinha ( <i>Eugenia lambertiana</i> DC.); inajarana ( <i>Quararibea guianensis</i> Aubl.); ingá ( <i>Inga</i> spp.); <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.; jaca-braba ( <i>Abarema campestris</i> (Spruce ex Benth.) Barneby & J. W. Grimes); jambo/muúba ( <i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana); jiboio/matamatá-preto ( <i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith); jurema ( <i>Senna polyphylla</i> (Jacq.) H. S. Irwin & Barneby); juruparana ( <i>Gustavia augusta</i> L.); limãozinho ( <i>Zanthoxylum rhoifolia</i> Lam/Z. <i>ekmanii</i> (Urb.) Alain); mangaba/abiu-mangabarana ( <i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre); mangue ( <i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler); maria-preta ( <i>Ziziphus cinnamomum</i> Triana & Planch.); matamata/matamata-jibóia ( <i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers); mirindiba ( <i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke); moreira ( <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.); mutamba ( <i>Guazuma umifolia</i> Lam.); pele de sapo ( <i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.); pitomba ( <i>Talisia</i> sp.); seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A Juss) Mull. Arg.); tamburil ( <i>Enterolobium maximum</i> Ducke); taxi/taxi-branco ( <i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima/ <i>Tachigali glauca</i> Tul.) and tuturbá/abiurana ( <i>Pouteria guianensis</i> Aubl./ <i>Pouteria venosa</i> subsp. <i>amazonica</i> T. D. Penn)

### Harvesting Criteria

According to Brazilian regulations for harvesting in natural forests, only trees with *dbh* ≥ 50 cm can be harvested [14]. To support this research, an authorization for wood extraction was issued by the Pará State Department of Environment and Sustainability (SEMAS-PA) to harvest trees with *dbh* ≥ 25 cm.

The harvesting criteria were established based on the harvest history of the area, considering trees' silvicultural conditions and the ecological behavior of the species. The criteria





were applied together or separately to select the trees. With these parameters, the following criteria were defined for the harvest, in this order:

Density: tree harvest of species with higher density in the management area, aiming at the conservation of low-density species and the maintenance of biodiversity. The density was obtained using the equation [43]:

$$Da = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

where  $Da$  absolute density;  $n_i$  = number of inventoried trees of the  $i$ -th species; and  $A$  = total sampled area, in hectare.

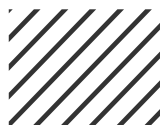
Health: harvest of trees identified with rot, senescence, broken top, signs of disease, or death were selected for harvest. Traditionally, trees with compromised health are not selected for harvest. However, the permanence of these trees influences negatively the quality of the future forest as they are more susceptible to pests and diseases, facilitating their proliferation. Furthermore, trees in these conditions use growth resources (space, light, water, and nutrients) that could be made available for healthy and productive trees. In general, trees with compromised health have a reduced life cycle.

Maximum  $dbh$  ( $>100$  cm): harvesting trees with  $dbh > 100$  cm. This criterion aims to increase the population of trees with smaller diameters. The harvest of trees with larger diameters helps to make the future industrial plant suitable for a larger number of trees of smaller diameters compatible.

Minimum  $dbh$  ( $\geq 25$  and  $< 50$  cm): harvesting trees with  $dbh (\geq 25$  and  $< 50$  cm) below the one provided in Brazilian regulations was performed. It includes species that, due to biological characteristics, do not reach the minimum  $dbh$  recommended by law in the industrial production process.

Tree stem: harvesting trees with tree stem type 3 for the maintenance of trees with tree stem types 1 and 2.

Conservation: all inventoried trees of low-density species ( $\leq 0.15$  tree  $ha^{-1}$ ) were maintained for seed production, natural regeneration, and species diversity maintenance. On the other hand, the species *A. lecointei*, *C. odorata*, *C. goeldiana*, *Copaifera* sp., *H. courbarril*, *H. petraeum*, *H. serratifolius*, and *M. elata* that had been pressured in previous harvests, regardless of density, were then selected as remaining. However, the trees of these species classified by the aforementioned criteria (health, shape shaft, and maximum  $dbh$ ) were destined for harvest.





## Cost–Benefit and Sensitivity Analysis

Net present value (*NPV*) was used to estimate profitability of criteria for harvesting in degraded forests. *NPV* is a tool to calculate profitability of projects through discounted cash flow analysis [44]:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

where *B<sub>t</sub>* is the revenues for the sale of standing wood in year *t*, *C<sub>t</sub>* is the total cost in year *t*, *r* is the discount rate per year, *t* is the year when revenue or cost occurs, and *n* is the time demanded for revenues. Only *NPVs* larger than zero indicate profitability of the investment [45]. The profitability of the sale of standing wood was calculated based on the 13 years of forest growth, after the last logging at Shet farm.

Cash flow was based on field worksheets provided by the Arboris Group, with a total cost of USD 37.82 ha<sup>-1</sup>, which is the sum of the annual cost plus the costs of forest census, planning for harvest, and management. The revenues considered for the sale of standing wood is the result of the volume of wood multiplied by the price determined by the business group for the inventoried species, according to the market value group (1, 2, and 3). Based on the values of costs and revenues, a cash flow was created using current values (Table 2).

**Table 2.** Current values of forest management activity. Production for harvest and sales prices of standing timber, market value group, and cash flow for Shet Farm, Dom Eliseu, Pará, Brazil.

Production for Harvest (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Market Value Group						Cash Flow (USD ha <sup>-1</sup> )		
	Production (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )			Price (USD m <sup>-3</sup> )			Cost	Revenue	Balance
	1	2	3	1	2	3			
29.99	0.46	19.77	9.77	43.04	17.39	14.58	37.82	506.00	468.18

A nominal interest rate of 7% per year was used to estimate profitability. This is the interest rate on the capital loan considered by Banco do Brasil’s Commercial Forest Planting Program (PROPFLORA) and other banks accredited by the National Bank for Economic and Social Development (BNDES) for investing and producing forests.

Scenarios with different interest rates were constructed through a sensitivity analysis to project the profitability of the commercialization of trees authorized for harvest. In addition to the basic rate of 7%, other scenarios were built with interest rates of 4% and 10% per year. These scenarios aim to encompass, through interest rates, possible economic fluctuations in wood-based products and forest production inputs/operations and, consequently, in the cost of production, wood selling price and interest rates, and to project how they can affect the *NPV* if they occur.



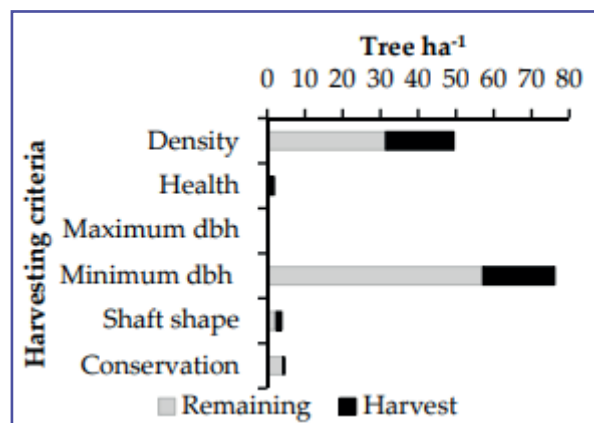


## ■ RESULTS

### Technical Analysis

In the forest census, 85.907 trees ha<sup>-1</sup> (100.8566 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) were inventoried with *dbh* ≥ 25 cm, belonging to 106 species. When applying the harvest criteria, 19.923 trees ha<sup>-1</sup> (29.99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), referring to 53 species, were destined for harvest. Some trees were selected by more than one criterion, totalizing 17.985 trees ha<sup>-1</sup> by density, 1.831 trees ha<sup>-1</sup> by compromised health, 0.212 trees ha<sup>-1</sup> by maximum *dbh*, 18.933 trees ha<sup>-1</sup> by minimum *dbh*, 1.385 trees ha<sup>-1</sup> by tree stem (quality 3), and 0.080 trees ha<sup>-1</sup> by species conservation (Figure 2).

**Figure 2.** Trees selected for harvest and remaining trees (RM), forest management area (535.6 ha) at Shet Farm, in Dom Eliseu, Pará, Brazil.



Among the inventoried population, 57.50% (49.401 trees ha<sup>-1</sup>) are *S. parahyba* var. *amazonicum*, genus *Cecropia* (*C. distachya*, *C. sciadophylla*, *C. palmata*), *C. aliadora*, *H. pedunculata*, *Inga* spp., *P. guianensis*, *S. pruriens*, *T. burseraefolia*, *Talisia* sp., and *Z. ekmanii*. These species contributed 90.26% of trees (17.985 trees ha<sup>-1</sup>) and 80.29% of volume (24.0863 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) of the harvest. *S. parahyba* var. *amazonicum* (12.881 trees ha<sup>-1</sup>) and genus *Cecropia* (12.705 trees ha<sup>-1</sup>) were the species with the highest tree density (29.78% of trees) and the highest harvested volume (58.30%).

The trees classified by the health criterion represented 2.16% (1.854 trees ha<sup>-1</sup>) of the total inventoried, totalizing 48 species and 1.4032 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Of this total, 98.79% (1.832 trees ha<sup>-1</sup>) were destined for harvest totalizing 1.3943 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (99.37% m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). The species that had compromised health were more frequently genus of *Cecropia*, *Inga* spp., *T. burseraefolia*, and *P. guianensis*, representing 67.18% of the population destined for harvest by this criterion.

The population inventoried with *dbh* > 100 cm was 0.269 trees ha<sup>-1</sup> (0.31%), 28 species, and a volume of 3.6182 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. According to the maximum *dbh* criterion, 0.213 trees ha<sup>-1</sup> (79.17%) of 20 species with a volume of 2.9250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (80.84%) were destined for harvest.





The species *C. tocanthinum*, *P. suaveolens* and *T. burseraefolia*, contributed 64.04% of the trees destined for harvest by the maximum *dbh* criterion.

Among the inventoried population, 76.387 trees ha<sup>-1</sup> (88.92%) belong to 104 species and were present in the *dbh* classes between 25 and 55 cm. When the minimum *dbh* criterion ( $\geq 25$  and  $< 55$  cm) was applied, 17.657 trees ha<sup>-1</sup> (21.7044 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), distributed in 47 species, were destined for harvest. In the middle of the species with the highest frequency of trees destined for harvest by the minimum *dbh* criterion are genus *Cecropia*, *Inga* spp., *P. guianensis*, *S. parahyba* var. *amazonicum*, *S. pruriens*, *T. burseraefolia*, and *Z. ekmanii*, representing 89.77% (16.882 trees ha<sup>-1</sup>).

In the forest census, 4.671 trees ha<sup>-1</sup> (6.0073 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) with a tree stem type quality 3 were verified and allocated in 66 species, which corresponded to 5.44%. Among them, 29.66% (1.385 trees ha<sup>-1</sup>) were destined for harvest, referring to 2.5297 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of 26 species. The species with the highest frequency of trees destined for harvest using the tree stem quality 3 criterion were genus *Cecropia*, *C. tocanthinum*, *E. ovata*, *G. sericeum*, *Inga* spp., *P. guianensis*, *S. parahyba* var. *amazonicum*, and *T. burseraefolia*, with 1.142 trees ha<sup>-1</sup> (2.1830 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

The conservation criterion inventoried 4.221 trees ha<sup>-1</sup> that correspond to 4.91% (7.5167 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and belong to 13 species classified as having density below 0.15 trees ha<sup>-1</sup> and pressed in the previous logging. Of these trees, 4.141 trees ha<sup>-1</sup> (7.3532 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) were set as remainings and only 0.080 trees ha<sup>-1</sup> were harvested.

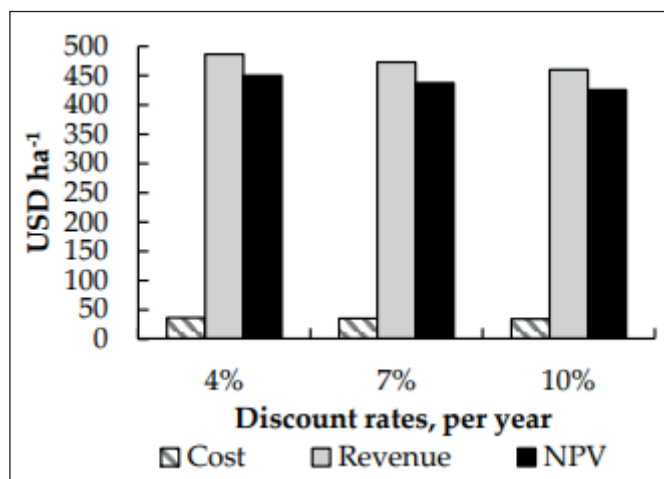
### **Cost–Benefit and Sensitivity Analysis**

Cost–benefit analysis indicates the application of the harvest criteria in a lucrative activity, proving that this forest management system is financially viable under the nominal interest rate of 6% per year, since their *NPVs* were higher than zero in all simulations (Figure 3).





**Figure 3.** Cash flow and net present value (*NPV*) (USD ha<sup>-1</sup>) with discount rates, from 4% to 10% per year, for the forest management activity submitted to harvest criteria at Shet Farm, in Dom Eliseu, Pará, Brazil.



Maintenance cost of the area is relatively low in the period of forest growth, with 95% of the costs associated with the activities of the year in which the forest census was carried out to sale of standing wood. This fact positively disfavors the other feasible activities for the area which, according to Brazilian regulations, would need at least two more decades to carry out standing wood sale activities.

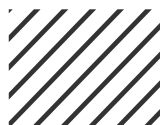
Scenarios with interest rates below and above the rate of 7% per year showed positive *NPV* in all simulations. It shows that with a fluctuation in the discount rate between 4% and 10% there is no probability of obtaining an *NPV* below USD 425.62 ha<sup>-1</sup>. This fact weighs in favor of forest owners who have invested in these forest profiles in recent decades but still could not economically enjoy the wood products of the respective forests.

## ■ DISCUSSION

### Technical Analysis

It is known that harvesting intervention in intensely pressured forests is one of the factors that influences the composition of future species in the forest, without compromising species diversity, mainly promoting the abundance of pioneer species, with no significant negative effect on shade-tolerant species [3,46,47]. In this case, the criteria defined for harvesting involve a rational management hypothesis aimed at maintaining the abundance of species in the forest, from the conservation of species and the use of trees with compromised health, senescents, and promoting species of greater and lower value in the forest.

In order to issue a logging authorization in natural forests in the Amazon, Brazilian authorities require trees with *dbh* ≥ 50 cm to be selected for harvest, directing the use of trees of larger diameter and species of high commercial value. However, this management





pressures a reduced number of species in successive harvesting events, reducing the density and dominance of these species and compromising the perpetuation of forest production and abundance [14,47–49].

Some species do not reach the minimum diameter determined by Brazilian regulations ( $dbh > 50$  cm) due to their own natural characteristics. These species are included in the forest productive chain by the destination for logging trees with  $dbh \geq 25$  cm and with a high population density [14,15,21]. One example is the *Cecropia* that is part of the plywood panel production chain at Adeco Indústria e Comércio de Compensados Ltd.a. industry located in Dom Eliseu-PA, Brazil [50]. The *Cecropia* is highlighted for being an important species in the recovery of the forest [51] and traditional medicine as well [52]. Other species such as *Manilkara elata*, *Swietenia macrophylla*, and *Dipteryx odorata* need more time to develop and become economically and ecologically productive [8,10,53–55].

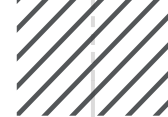
Species submitted to enrichment planting in clearings and *S. parahyba* var. *amazonicum* (from this study) tend to form high density at the site [33]. Therefore, the result of forest clearing with *S. parahyba* var. *amazonicum* added to the natural regeneration of *Cecropia* genus specimens, both pioneers with short life cycle, promoted the restructuring and productive viability of the forest in approximately 10 years [21,56–58]. Consequently, it is suggested that these populations are preferably used for harvesting, supposing the maintenance of remaining trees of low-density species and favor the diversity of the forest. Researches carried out with the planting of *C. odorata*, *C. goeldiana*, *H. serratifolius*, *M. itauba*, and *H. courbaril* in clearings identified a relatively slower development [59,60]. It takes more time for the recovery process of forest productivity. However, such technique has potential for use in other species that have regeneration difficulties or in cases where density is intended to increase.

The health level of the trees is defined as one of the main causes of tree mortality [61]. Although this loss generally does not have economic value, it is only evaluated as a priority when there is an importance of nutrient cycling [62]. It excludes the hypothesis that these trees are precursors of diseases that, biologically, could be transmitted to their descendants [63].

In this study, harvesting trees with compromised health is potential alternative to eliminate hosts of pests and diseases and to make available a greater amount of resources (e.g., space, light, water, and nutrients). It is known that pests and diseases can lead to changes in the composition, structure,

functions, and productivity of forests [64–66]. This criterion represented a relatively low percentage in relation to the total population inventoried (2.16%; 1.854 trees  $ha^{-1}$ ). However, 98.79% of these trees with compromised health were destined for harvest and used in the industry.





The Amazon wealth is characterized by the rarity of species [67], and knowledge about the density per species to define the degree of their conservation is limited [68]. The minimum population density ( $>0.15$  trees  $\text{ha}^{-1}$ ) defined in this study takes into account the stages of plant development [69] so that the richness, diversity, and productivity of multiple species are maintained. The conservation of low-density species and those defined as being widely pressured in previous harvests was applied to favor natural regeneration and to expand the population in future harvests, according to the concept proposed of population control. The same could be applied to the tree stem criterion, which indicates that priority should be given to harvesting trees with tree stem quality 3 and senescent in the forest, seeking to improve the quality of the forest based on the concept of population genetics that defines matrix trees to generate descendants with better quality.

### **Cost-Benefit and Sensitivity Analysis**

Successful the application of criteria for harvesting in this study confirms the results from other experiments [24–29]. The authors suggest the economic efficiency and ecological potential of applying harvesting criteria to degraded tropical forests, which presents itself as a potential silvicultural alternative for the management of the tropical forest.

The use of silvicultural practices aiming profitability at short, medium and long term is one of the factors that makes it possible to make the management of tropical forests truly sustainable for maintaining wealth and productivity. This study demonstrates the application of technical and economic tools that aim to increase the health and productivity of these forest profiles, contribute significantly to break paradigms and encourage effective practices of sustainable management of intensively exploited tropical forests.

Applying the criteria for harvesting makes it possible to have financial profitability from the potential conservation techniques of species and the use of trees with compromised health, senescents, and promoting species of greater and lower value in the forest. Furthermore, the application of these criteria for harvesting tends to promote continuous forest production, which is an essential factor for this type of forest to become desirable for conservation.

It is suggested that tree harvesting in Amazon forests that are considered intensively exploited should be treated as silvicultural interventions aiming to maintain biodiversity and timber productivity. Remaining trees could be benefitted from the low canopy height (20 m) of the degraded forest in Fazenda Shet. Lower canopy heights contribute for a larger illumination reaching the forest floor [27]. Dealing with the forest as an environmentally and financially productive structure throughout the interventions process is a promising purpose to awaken the people's desire and motivation to care for and to maintain this standing forest profile.





As a viable silvicultural alternative, the application of criteria for harvesting can be applied in tropical forests under risk of land use changes [29]. Such treatment can provide a high timber production while the treated forest maintains its environmental services. This is particularly important in the arc of deforestation region [21,48], in the Brazilian Amazon, where the experiment was developed. The arc of deforestation, a 500,000 km<sup>2</sup> area in south and southeast Amazon, presents high levels of forest losses and degradation due to decades of uncontrolled logging. Its landscapes are formed by a mosaic of lands covered by crop fields, pastures, and degraded forests.

At this moment, it is necessary to comment on the management of natural forests in the Brazilian Amazon and forests that have been intensively explored in the past. Financial returns, however, are not the only benefit of the application of criteria for harvesting in degraded tropical forests. Fazenda Shet typically represents private areas with degraded forests in the arc of deforestation. It is not part of a public protected area (conservation unit) but a private area under significant deforestation risks due to high pressures of land use changes to more financially competitive activities such as agriculture and livestock.

Under this scenario, the application of criteria for harvesting with a minimum cutting diameter of 25 cm permits shorter cycles (13 years in this experiment) and has the potential to promote degraded tropical forests in a more competitive land use in opposition to the long harvesting cycles allowed in the Brazilian Amazon (30–35 years). In a shorter cutting cycle, based on an assortment of planted species and/or less commercially known species, but which are abundant in the diameter classes  $\geq 25$  cm, as well as trees of compromised health, of low-quality tree stem and/or for presenting biological characteristics that make them suitable for harvest, depending on the  $dbh \geq 25$  cm, makes the harvest more profitable. However, specific legal regulations addressed to the management of degraded natural forests are necessary to guarantee their conservation and economic viability.

## ■ CONCLUSIONS

The case study indicated that the application of criteria for harvesting trees with a minimum cutting diameter of 25 cm in degraded tropical forests it's a lucrative activity with potential conservationist and that proposes to make a more competitive land use in opposition to the long harvesting cycles allowed in the Brazilian Amazon, mainly, for private forests that have been heavily exploited in the past.

The selection of trees with a minimum cut diameter of 25 cm in shorter cycles is proposed, based on the assumption of promoting new commercial species, diversifying the income of forest owners and reducing pressure on species that have been the most pressured in the past.





In all scenarios, the application of criteria for harvesting presented excellent cost-benefit ratios, being little sensitive to discount rates.

The set of actions presented has potential for favors the maintenance of biodiversity and expansion of low-density populations and health of forest. In addition, it is more feasible for the supply of forest products in a shorter time than the provided for in Brazilian regulations.

Degraded tropical forests similar to this case study tend to be able to be subjected to silvicultural interventions in shorter cycles than those recommended by Brazilian regulations, respecting the specificities of the species and also of the location, as long as the harvest is carried out in enriched clearings, regeneration natural of species with high tree density, considering the health conditions and species suitable for harvesting due to biological characteristics.

With the recommendation of potential forest management strategies in the Amazon, it is expected to motivate in a practical way the maintenance of the forest standing, making it a sustainable financial asset from an environmental, social and economic point of view.

## ■ ACKNOWLEDGMENTS

To the project “Innovation network of the timber forest production chain to promote the sustainable development of the State of Pará, Brazil-Rede Biomassa Florestal”, also called “Sub-Bosque” project (2009–2014).

## ■ CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

## ■ REFERÊNCIAS

1. Garrido Filha, I. Manejo florestal: Questões econômico-financeiras e ambientais. *Estud. Av.* 2002, 16, 91–106. [CrossRef]
2. Edwards, D.P.; Tobias, J.A.; Sheil, D.; Meijaard, E.; Laurance, W.F. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends Ecol. Evol.* 2014, 29, 511–520. [CrossRef] [PubMed]
3. Schwartz, G.; Peña-Claros, M.J.; Lopes, C.A.J.; Mohrena, G.M.J.; Kanashiro, M. Mid-term effects of reduced-impact logging on the regeneration of seven tree commercial species in the Eastern Amazon. *For. Ecol. Manag.* 2012, 274, 116–125. [CrossRef]
4. Macpherson, A.J.; Carter, D.R.; Schulze, M.; Vidal, E. The sustainability of timber production from Eastern Amazonian forests. *Land Use Policy* 2012, 29, 339–350. [CrossRef]







5. Braz, E.M.; Schneider, P.R.; de Mattos, P.P.; Thaines, F.; Selle, G.L.; de Oliveira, M.F.; Oliveira, L.C. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. *Cienc. Florest.* 2012, 22, 787–794. [CrossRef]
6. Andrade, C.G.C.; da Silva, M.L.; Torres, C.M.M.E.; Ruschel, A.R.; da Silva, L.F.; de Andrade, D.F.C.; Reis, L.P. Crescimento diamétrico e tempo de passagem de *Minquartia guianensis* após manejo na Floresta Nacional do Tapajós. *Pesqui. Florest. Bras.* 2017, 37, 299–309. [CrossRef]
7. David, H.C.; Carvalho, J.O.P.; Piresb, I.P.; Santosa, L.S.; Barbosa, E.S.; Braga, N.S. A 20-year tree liberation experiment in the Amazon: Highlights for diameter growth rates and species-specific management. *For. Ecol. Manag.* 2019, 453, 117584. [CrossRef]
8. Ferreira, T.M.C.; de Carvalho, J.O.P.; Emmert, F.; Ruschel, A.R.; Nascimento, R.G.M. How long does the Amazon rainforest take to grow commercially sized trees? An estimation methodology for *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach. *For. Ecol. Manag.* 2020, 473, 118333. [CrossRef]
9. Free, C.M.; Matthew Landis, R.; Grogan, J.; Schulze, M.D.; Lentini, M.; Dünisch, O. Management implications of long-term tree growth and mortality rates: A modeling study of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manag.* 2014, 330, 46–54. [CrossRef]
10. Vinson, C.C.; Kanashiro, M.; Sebbenn, A.M.; Williams, T.C.; Harris, S.A.; Boshier, D.H. Long-term impacts of selective logging on two Amazonian tree species with contrasting ecological and reproductive characteristics: Inferences from Eco-gene model simulations. *Heredity* 2014, 115, 130–139. [CrossRef]
11. Putz, F.E.; Zuidema, P.A.; Synnott, T.; Peña-Claros, M.; Pinard, M.A.; Sheil, D.; Vanclay, J.K. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: The attained and the attainable. *Conserv. Lett.* 2012, 5, 296–303. [CrossRef]
12. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Ministério do Meio Ambiente (MMA): Brasília, Brazil, 1965
13. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Ministério do Meio Ambiente (MMA): Brasília, Brazil, 2012.
14. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Ministério do Meio Ambiente (MMA): Brasília, Brazil, 2006.
15. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Diário Oficial da República Federativa; Conselho Nacional de Meio Ambiente: Brasília, Brazil, 2009
16. Brasília Ambiental Ministry of Environment. Dispõe Sobre as Sanções Penais e Administrativas Derivadas de Condutas e Atividades Lesivas ao Meio Ambiente, e dá Outras Providências; Diário Oficial da República Federativa: Brasília, Brazil, 1998.
17. Cardoso, D.; Särkinen, T.; Alexander, S.; Amorim, A.M.; Bittrich, V.; Celis, M.; Daly, D.C. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2017, 114, 10695–10700. [CrossRef] [PubMed]
18. De Assis, R.L.; Wittmann, F. Forest structure and tree species composition of the understory of two central Amazonian várzea forests of contrasting flood heights. *Flora* 2011, 206, 251–260. [CrossRef]





19. Condé, T.M.; Tonini, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amaz.* 2013, 43, 247–259. [CrossRef]
20. De Jesus Veiga Carim, M.; da Silva Guimarães, J.R.; de Cassia Leoncio Tostes, L.; Takiyama, L.R.; Wittmann, F. Composition, structure and floristic diversity in dense rain forest in the Eastern Amazon, Amapá, Brazil. *Acta Sci.* 2015, 37, 419–426.
21. Pereira, P.C.G. Potencial Silvicultural das Espécies do Gênero *Cecropia* na Amazônia. Master's Thesis, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil, 2015.
22. De Avila, A.L.; Ruschel, A.R.; de Carvalho, J.O.P.; Mazzei, L.; Silva, J.N.M.; do Carmo Lopes, J.; Araujo, M.M.; Dormann, C.F.; Bauhus, J. Medium-term dynamics of tree species composition in response to silvicultural intervention intensities in a tropical rain forest. *Biol. Conserv.* 2015, 191, 577–586. [CrossRef]
23. De Avila, A.L.; Schwartz, G.; Ruschel, A.R.; do Carmo Lopes, J.; Silva, J.N.M.; de Carvalho, J.O.P.; Dormann, C.F.; Mazzei, L.; Soares, M.H.M.; Bauhus, J. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. *For. Ecol. Manag.* 2017, 385, 225–235. [CrossRef]
24. Dionisio, L.F.S.; Schwartz, G.; do Carmo Lopes, J.; de Assis Oliveira, F. Growth, mortality, and recruitment of tree species in an Amazonian rainforest over 13 years of reduced impact logging. *For. Ecol. Manag.* 2018, 430, 150–156. [CrossRef]
25. Dionisio, L.F.S.; de Carvalho, J.O.P.; Schwartz, G.; Leão, F.; Castro, T.C. Incremento, recrutamento e mortalidade pós-colheita de *Duguetia* spp. na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Sci. For.* 2018, 46. [CrossRef]
26. Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Degradação florestal de 2007 a 2016. Available online: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/degrad> (accessed on 17 November 2019).
27. Fearnside, F.P. Manejo Florestal na Amazônia: Necessidade de novos critérios na avaliação de opções de desenvolvimento. In *Pará Desenvolvimento*; Departamento de Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA: Manaus, Brazil, 1989; p. 25.
28. Domingues, M.S.; Bermann, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: Da pecuária à soja. *Ambiente Soc.* 2012, 15, 1–22. [CrossRef]
29. Anderson, L.O.; Rojas, E.H.M.; Shimabukuro, Y.E. Avanço da soja sobre os ecossistemas cerrado e floresta no estado do Mato Grosso. In *SBSR 05-10 Abril 2003*; INPE: Belo Horizonte, Brasil, 2003; Volume 11, pp. 19–25.
30. Sales, A.; Gonzáles, D.G.E.; Martins, T.G.V.; Silva, G.C.C.; Spletzer, A.G.; de Almeida Telles, L.A.; Siviero, M.A.; Lorenzon, A.S. Optimization of Skid Trails and Log Yards on the Amazon Forest. *Forests* 2019, 10, 252. [CrossRef]
31. Melo, L.E.L. Caracterização do Câmbio e do Lenho de Árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de Plantação em Clareira da Amazônia. Ph.D. Thesis, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil, 2017.
32. Machado, J.F.; Hillig, É.; Watzlawic, L.F.; Bednarczuk, E.; Tavares, E.L. Production of plywood panel for exterior use with paricá and embaúba timbers. *Rev. Árvore* 2018, 42, e420406. [CrossRef]





33. Schwartz, G.; Pereira, P.C.G.; Siviero, M.A.; Pereira, J.F.; Ruschel, A.R.; Yared, J.A.G. Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. *For. Ecol. Manag.* 2017, 390, 166–172. [CrossRef]
34. Sales, A.; Siviero, M.A.; Pereira, P.C.G.; Vieira, S.B.; Berberian, G.A.; Miranda, B.M. Estimation of the commercial height of trees with laser meter: A viable alternative for forest management in the Brazilian Amazon. *Ecol. Evol.* 2020, 10, 3578–3583. [CrossRef] [PubMed]
35. Siviero, M.A.; Yared, J.A.G.; Ruschel, A.R.; Vieira, S.B.; Sales, A.; Pereira, J.F.; Aguiar, O. J.R.; Brienza Junior, S.; Pereira, P.C.G.; Berberian, G.A.; et al. Manejo de florestas naturais degradadas na Amazônia: Estudo de caso sobre critérios de colheita. *Cienc. Florest.* 2020, 30. [CrossRef]
36. Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; de Moraes Gonçalves, J.L.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Metz* 2013, 22, 711–728. [CrossRef]
37. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística Municipal de Dom Eliseu; Prefeitura de Dom Eliseu: Pará, Brazil, 2014; p. 47.
38. Martorano, L.G.; Monteiro, D.C.A.; Brienza Junior, S.; Lisboa, L.S.; Espírito Santo, J.M.; Almeida, R.F. Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Para. In *Ecosystems and Sustainable Development VIII*; Villacampa, Y., Brebbia, C.A., Eds.; Universidad de Alicante: Valencia, Spain, 2011; Volume 144, pp. 111–122.
39. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema Fitogeográfico, Inventário das Formações Florestais e Campestres, Técnicas e Manejo de Coleções Botânicas, Procedimentos para Mapeamentos; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Rio de Janeiro, Brazil, 2012; p. 92.
40. Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontana, A.; Teixeira, W.G. Manual de Métodos de Análise de Solo; Embrapa Solos: Rio de Janeiro, Brazil, 2017; p. 574.
41. Siviero, M.A. É possível inovar no manejo de florestas naturais? *Ref. Florest.* 2011, 120, 94–96. 42.
42. Sabogal, C.; Silva, J.N.M.; Zweede, J.; Júnior, R.; Barreto, P.; Guerreiro, C.A. Diretrizes Técnicas Para a Exploração de Impacto Reduzido em Operações Florestais de Terra Firme na Amazônia Brasileira; Embrapa Amazônia Oriental: Belém, Pará, Brazil, 2009; p. 51.
43. De Souza, A.L.; Soares, C.P.B. Florestas Nativas: Estrutura, Dinâmica e Manejo, 2nd ed.; Universidade Federal de Viçosa: Minas Gerais, Brazil, 2013; p. 322.
44. Rezende, J.L.P.; Oliveira, A.D. Análise Econômica e Social de Projetos Florestais; Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, MG, Brazil, 2013; p. 385.
45. Virgens, A.P.D.; Freitas, L.C.; Leite, A.M.P. Análise econômica e de sensibilidade em um povoamento implantado no sudoeste da Bahia. *Floresta Ambient.* 2016, 23, 211–219. [CrossRef]
46. Peña-Claros, M.; Peters, E.M.; Justiniano, M.J.; Bongers, F.; Blate, G.M.; Fredericksen, T.S.; Putz, F.E. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. *For. Ecol. Manag.* 2008, 255, 1283–1293. [CrossRef]





47. De Araujo, H.J.B. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. *Acta Amaz.* 2006, 36, 447–464. [CrossRef]
48. Sist, P.; Ferreira, F.N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *For. Ecol. Manag.* 2007, 243, 199–209. [CrossRef]
49. De Barros Cavalcanti, F.J.; do Amaral Machado, S.; Osokawa, R.T.; da Cunha, U.S. Comparação dos valores estimados por amostragem na caracterização da estrutura de uma área de floresta na Amazônia com as informações registradas no censo florestal. *Rev. Árvore* 2011, 35, 1061–1068. [CrossRef]
50. Iwakiri, S.; Zeller, F.; Pinto, J.A.; Ramirez, M.G.L.; Souza, M.M.; Seixas, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. *Acta Amaz.* 2010, 40, 303–308. [CrossRef]
51. Braga, A.J.T.; Griffith, J.J.; de Paiva, H.N.; Meira Neto, J.A.A. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. *Rev. Árvore* 2008, 32, 1089–1098. [CrossRef]
52. Garzón, G.; Paola, L. Conocimiento tradicional sobre la plantas medicinales de yarumo (*Cecropia sciadophylla*), carambolo (*Averrhoa carambola*) y uña de gato (*Uncaria tomentosa*) en el resguardo indígena de Macedonia, Amazonas. *Luna Azul* 2016, 43, 386–414. [CrossRef]
53. De Barros Francez, L.M.; de Carvalho, J.O.P.; da Sliva Jardim, F.C.; Quanz, B.; Pinheiro, K.A.O. Efeito de duas intensidades de exploração de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amaz.* 2009, 39, 851–863. [CrossRef]
54. Da Cunha, T.; Carvalho, J. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia brasileira. *Ciênc. Florest.* 2014, 24, 161–169. [CrossRef]
55. Grogan, J.; Landis, R.M.; Free, C.M.; Schulze, M.D.; Lentini, M.; Ashton, M.S. Big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* population dynamics and implications for sustainable management. *J. Appl. Ecol.* 2014, 51, 664–674. [CrossRef]
56. Siviero, M.A. Nossa indústria madeireira rumo à sustentabilidade. *Ref. Florest.* 2009, 98, 72–73.
57. Schwartz, G.; Lopes, J.C.A.; Mohren, G.M.J.; Peña-Claros, M. Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. *Ecol. Manag.* 2013, 293, 57–64. [CrossRef]
58. Gomes, J.M.; da Silva, J.C.F.; Vieira, S.B.; de Carvalho, J.O.P.; Oliveira, L.C.L.Q.; de Queiroz, W.T. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby pode ser utilizada em enriquecimento de clareiras de exploração florestal na Amazônia. *Cienc. Florest.* 2019, 29, 417–424. [CrossRef]
59. Araujo, H.J.B.; Correia, M.F. Sobrevivência e causas da debilidade das mudas em enriquecimento de clareiras em florestas no Acre. In *Proceedings of the XII Congresso de Ecologia do Brasil 2015*, Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brazil, 24 September 2015; p. 3.
60. Vieira, S.B.; de Carvalho, J.O.P.; Gomes, J.M.; da Silva, J.C.F.; Ruschel, A.R. *Cedrela odorata* L. tem potencial para ser utilizada na silvicultura pós-colheita na Amazônia brasileira? *Cienc. Florest.* 2018, 28, 1230–1238. [CrossRef]





61. Fontes, C.G. Revelando as Causas e a Distribuição Temporal da Mortalidade Arbórea em uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central. Master's Thesis, Mestrado em Ciências Florestais, Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia, INPA, Manaus, Amazonas, Brazil, 2012.
62. Poggiani, F. Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. Série Técnica IPEF 1980, 1, D1–D11.
63. Garcia, L.C.; Sousa, S.G.A.; Lima, R.B.M. Seleção de Matrizes, Coleta e Manejo de Sementes Florestais Nativas da Amazônia; Documentos 89; Embrapa Amazônia Ocidental: Manaus, Amazonas, Brazil, 2011; p. 20.
64. Dos Santos Guedes, J.; Kruped, R.A. Características ecológicas e fitossanidade de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa da região sudeste do estado de São Paulo. *Ambiência* 2017, 13, 311–324.
65. Serviço Florestal Brasileiro. Inventário Florestal Nacional: Principais Resultados: Paraná Recurso Eletrônico/Serviço Florestal Brasileiro; Série Relatórios Técnicos—IFN; MMA: Brasília, Brazil, 2018; p. 84. ISBN 978-85-7738-402-0. (algumas color). Available online: <http://www.florestal.gov.br/publicacoes> (accessed on 22 May 2020).
66. Parisi, J.J.D.; dos Santos, A.F.; Barbedo, C.J.; Medina, P.F. Patologia de Sementes Florestais: Danos, Detecção e Controle, uma revisão. *Summa Phytopathol.* 2010, 45, 129–133. [CrossRef]
67. Steege, H.T.; Nigel, C.A.; Sabatier, D.; Baraloto, C.; Salomao, R.P.; Guevara, J.E.; Phillips, O.L.; Castilho, C.V.; Magnusson, W.E.; Molino, J.; et al. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science* 2013, 342, 1243092. [CrossRef]
68. Procópio, L.C.; Gayot, M.; Sist, P.; Ferraz, I.D.K. As espécies de tauari (Lecythidaceae) em florestas de terra firme da Amazônia: Padrões de distribuição geográfica, abundâncias e implicações para a conservação. *Acta Bot. Bras.* 2010, 24, 883–897. [CrossRef]
69. Thomas, H. Senescence, ageing and death of the whole plant. *New Phytol.* 2013, 197, 696–711. [CrossRef]



---

# Há diferença no conhecimento acerca dos usos de plantas por comunidades de caboclos e quilombolas do parque estadual e turístico do alto Ribeira, Iporanga, SP e seu entorno?

| **Lin Chau Ming**  
UNESP

| **Veridiana Toledo Rego**  
UNESP

| **Rodrigo De-Próspero**  
UNESP

| **Eduardo Callera Pedrosa**  
UNESP

| **Miguel Angel Pinedo-Vasquez**  
Columbia University



# RESUMO

Para analisar o conhecimento tradicional dos grupos de caboclos e quilombolas do Vale do Ribeira, Iporanga, foi realizado um levantamento etnobotânico dos recursos florestais, procurando avaliar também a importância para essas comunidades, quanto à presença da vegetação e das espécies levantadas e se há diferença no conhecimento acerca do uso dessas plantas entre comunidades de caboclos e quilombolas do Parque Estadual e Turístico do Alto Ribeira e seu entorno, Iporanga, SP. A maior parte das espécies encontradas é de crescimento arbóreo e a categoria de uso mais diagnosticada é construção seguida de artesanato e utensílio. Segundo análise estatística dos dados, não houve diferenças significativas entre os valores indicados pelos grupos de caboclos e quilombolas para cada espécie e família botânica. Talvez pela proximidade entre os bairros, os casamentos entre os integrantes das diferentes comunidades e as influências externas tenham levado a uma relação mais homogênea quanto à importância que cada espécie tem com essas comunidades e quanto à forma de se relacionar com o meio e dele retirar a sua subsistência. O registro das informações do rico conhecimento tradicional das comunidades desta região é importante como forma de valorização e preservação do modo de vida destas populações e dos recursos de que elas dependem.

**Palavras-chave:** Conhecimento Tradicional, Comunidades Tradicionais, Recursos Florestais, Mata Atlântica.

## ■ INTRODUÇÃO

### Aspectos socioeconômicos e populacionais

Os informantes caboclos estão distribuídos entre os bairros: Bethary, Serra, Sítio Novo e centro de Iporanga,. Nestes locais as pessoas têm acesso à energia elétrica (exceto Sítio Novo, onde usam placas de energia solar). Como bairros de fácil acesso são bastante visitados por turistas o ano todo, o fluxo de informações é bem maior nestes locais. Todos têm acesso também à água que, ou é bombeado do rio ou é encanada, como no Bairro da Serra e no centro de Iporanga. Nestes dois bairros a casas são, em geral, de alvenaria; já no Sítio Novo e Bethary, prevalecem as casas de madeira e até de pau- à -pique. Os momentos de lazer, para os moradores destes locais, são os jogos de futebol, os banhos de rio e a freqüência à alguns bares e casas noturnas quando há turistas.

Já os quilombolas entrevistados, que estão ou vieram dos bairros Bombas , Ribeirão, Praia Grande e Poço Grande, têm ou tiveram menor acesso aos recursos citados acima, uma vez que a maioria usa o querosene como fonte de energia, a água não é encanada, a moradia é em geral de pau-à-pique, madeira e, em alguns casos, de alvenaria. São comunidades bastante afastadas, dificultando o contado com pessoas de fora e até mesmo do próprio município. Os momentos de lazer e de integração ocorrem durante os jogos de futebol; as informações chegam mais facilmente apenas à algumas famílias que possuem rádios à pilha.

Iporanga tem população total de 4.562 pessoas, sendo que, na área urbana residem 2.076 ([www.ibge.net](http://www.ibge.net)) e possui 25 bairros rurais, nos quais estão distribuídos 14 comunidades tradicionais quilombolas (Sodrzeiesky, 1998 citado por Vasconcellos, 2004). Nas comunidades quilombolas trabalhadas o número de famílias e o processo de reconhecimento, segundo [www.quilombos.org.br](http://www.quilombos.org.br), são os seguintes:

Comunidade	Nº de famílias	Processo de reconhecimento
Praia Grande	26 Famílias	reconhecimento concluído
Bombas	17 Famílias	reconhecimento iniciado
Ribeirão	17 famílias	ainda não fizeram pedido p/abertura do processo
Poço Grande	dado não obtido	dado não obtido

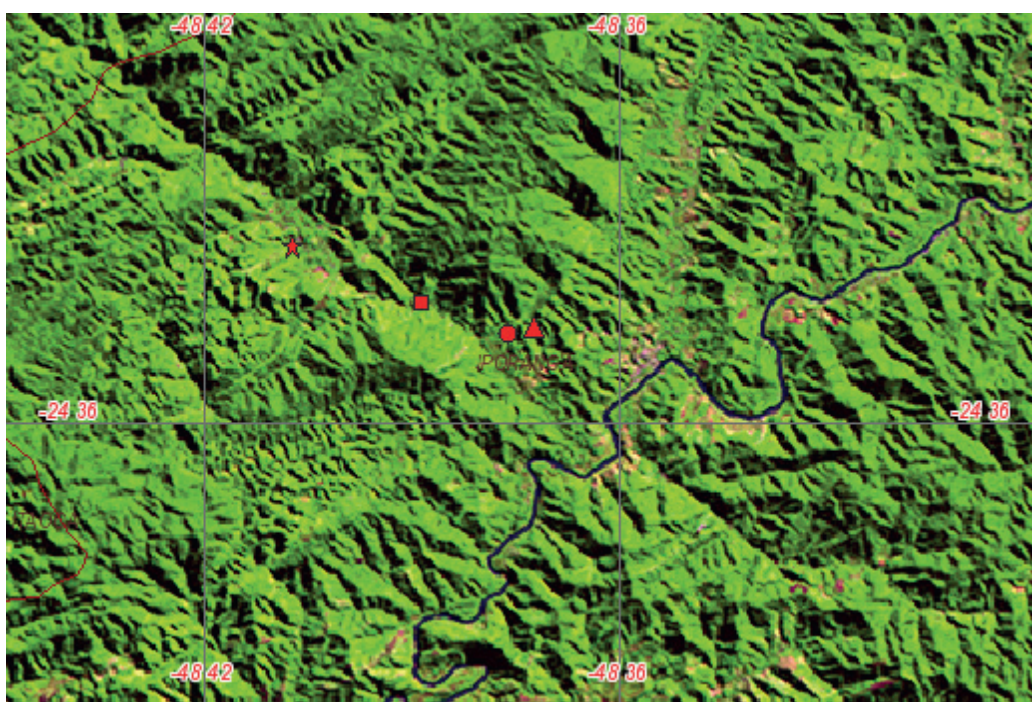
Os bairros rurais do Vale do Ribeira estão quase sempre excluídos de programas de assistência e desenvolvimento do governo do Estado. A população rural enfrenta problemas sérios como a ausência de saneamento básico, precariedade em sistemas de transporte e deficiência no abastecimento e nos serviços públicos (Born,2000; Vicente, 2004)



## ■ MATERIAL E MÉTODOS

Foram abertos quatro transectos de 2000 m<sup>2</sup> (10x200m) em áreas distintas umas das outras, onde se identificaram todos os indivíduos lenhosos com DAP (diâmetro à altura do peito) acima de 5,0 cm. Os cinco transectos foram: Dona Déléfica área 1 (S 24° 34' 37,3" e WO 48° 37' 50,6"); Dona Déléfica área 2 (S 24° 34' 20,3" e WO 48° 37' 23,1"); Passagem do meio (S 24° 33' 27,0" e WO 48° 40' 44,1") e João Gaúcho (S 24° 34' 13,8" e WO 48° 38' 53,3"). A figura 1 mostra a localização destas áreas em uma imagem de satélite. Realizaram-se, nestas áreas, levantamentos quantitativos com os moradores locais.

**Figura 1.** Imagem da localização das áreas de estudo em questão, sendo: Triângulo – D. Déléfica Área 1; Círculo – D. Déléfica Área 2; Estrela – João Gaúcho e Quadrado – Passagem do meio



Para cada área se traçou uma trilha de forma que ao se passar por esta, todas as espécies encontradas nesta área seriam abordadas. A abordagem ao entrevistado se dava da seguinte maneira. Ao se passar por uma espécie, esse entrevistado era obrigado a parar em frente a esta e responder a algumas questões: O (A) senhor (ora) conhece esta espécie?; Qual e o nome dela?; Tem alguma utilidade?; Qual?; Esta espécie tem mais alguma utilidade?. Desta forma se encerrava a entrevista com uma espécie e se passava a outra espécie, sempre seguindo a mesma abordagem. Este tipo de entrevista foi utilizado tanto para o levantamento de espécies arbóreas, como para as espécies não arbóreas, ou de diâmetro a altura do peito menor que 5,0cm. Esta metodologia de entrevista em campo é denominada “Walking in the woods” por Phillips & Gentry (1993).

Do levantamento quantitativo foram obtidos os índices: Valor de Uso por Informante  $U_{vis} = \sum U_{is} / nis$ , onde  $U_{is}$  é o numero de usos mencionados pelo informante  $i$  para a espécie





s e nis é o número de vezes em que o informante *i* indicou aquele uso para a espécie *s*; Valor de Uso por Espécie  $U_{vs} = i \sum U_{is} / n$  onde *ns* é o número de informantes entrevistados para cada espécie; e Índice de Importância das Famílias, através da comparação dos Valores de Uso da Família (FUV)  $FUV = \sum U_{vs} / f_i$ , onde *nf* é o número de espécies da família presentes no local. Logo, *FUV* é a média dos usos das espécies para uma determinada família. Os Valores de Uso por informante foram analisados no programa de estatística descritiva no Microsoft Excel para posterior conclusão se há diferença entre os saberes dos moradores de dentro e de fora do Parque.

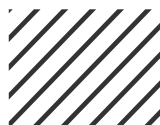
Após o levantamento dos dados em campo, estes foram analisados estatisticamente no programa de análise descritiva do Microsoft Excel para comprovar se havia ou não havia diferença significativa entre os conhecimentos das pessoas que residem dentro do Parque e das pessoas que residem fora do Parque.

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas as seguintes espécies de plantas (Quadro 1):

**Quadro 1. Nome popular, nome científico e família botânica das espécies encontradas no trabalho.**

Nome popular	Nome científico	Família
N I	<i>Acalypha sp</i>	Euphorbiaceae
02 herb JG	<i>Oplismenus hirtellus</i>	Poaceae
03 herb JG	<i>Thelypteris sp</i>	Thelypteridaceae
07 herb JG	<i>Trinufetta senitriloba</i>	Tiliaceae
10 herb JG	<i>Cygodium volubile</i>	Schyzaeaceae
101 herb JG		Asteraceae
13 herb JG		Poaceae
14 herb JG	<i>Elephantopus sp</i>	Asteraceae
212 PM	<i>Gowidesia spectabilis</i>	Myrtaceae
22 her JGA	<i>Eupatorium sp</i>	Asteraceae
24 herb JG	<i>Cyperus</i>	Cyperaceae
25 herb JG	<i>Blechnum sp</i>	Blechnaceae
26 herb JG	<i>Clidemia sp</i>	Melastomataceae
41 herb JG	<i>Rubus sp</i>	Rosaceae
54 herb JG	<i>Cissanpelus sp</i>	Menispermaceae
55 herb JG	<i>Sarcorhachis obtusa</i>	Piperaceae
605 JGA	<i>Acacia sp</i>	Mimosaceae
610 JG	<i>Xylopia langsdorffiana</i>	Annonaceae
62 herb JG	<i>Geophila receus</i>	Rubiaceae
64 herb JG		Polypodiaceae
65 herb JG	<i>Adiantum sp</i>	Adiantaceae



<b>Nome popular</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>
655 JGA	<i>Ormosia sp</i>	Fabaceae
663 PM	<i>Clethra scabra</i>	Clethraceae
69 herb JG	<i>Psychotria sp</i>	Rubiaceae
742 DDA1	<i>Authuriru pentaslyllum</i>	Araceae
76 herb JG	<i>Acnistus ou Solanum</i>	Solanaceae
76 JG	<i>Aegiphila sp</i>	Verbenaceae
810 herb JG	<i>Bauhinia sp</i>	Caesalpinaceae
Araçá	<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae
Araçá branco	<i>Myrceugenia sp</i>	Myrtaceae
Araruta do mato	<i>Maranta sp</i>	Marantaceae
Araticum	<i>Rollinea sylvatica</i>	Annonaceae
Araticum bravo	<i>Rollinia sericia</i>	Annonaceae
Araticum do mato	<i>Rollinea sp.</i>	Annonaceae
Araticum grande	<i>Rollinea sericea</i>	Annonaceae
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucareaceae
Ariritum legítimo	<i>Rollinia sylvestris</i>	Annonaceae
Bico de pato	<i>Machaerium acutifolium</i>	Fabaceae
Bico de pato miúdo	<i>Machaerium aculeatum</i>	Fabaceae
Bocuva	<i>Virola bicuhiba</i>	Myristicaceae
Cabaceira	<i>Cordia sellowiana</i>	Boraginaceae
Caeté bico de tucano	<i>Heliconia sp</i>	Heliconiaceae
Caeté miudo	<i>Ctenarthe sp</i>	Marantaceae
Cajarana	<i>Cabrlea canjerana</i>	Meliaceae
Camarinha	<i>Eugenia florida</i>	Myrtaceae
Cana do Brejo	<i>Costus sp</i>	Costaceae
Canela	<i>Aiovea sp</i>	Lauraceae
Canela amarela	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae
Canela Bosta	<i>Eudlicheria sp</i>	Lauraceae
Canela Branca	<i>Nectandria sp</i>	Lauraceae
Canela de Veado	<i>Eudlicheria paniculata</i>	Lauraceae
Canela miúda	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae
Canela Preta	<i>Aiovez sp</i>	Lauraceae
Canela Rosa	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae
Capim		Poaceae
Capim mata pasto		Poaceae
Caquera	<i>Senna multijuba</i>	Caesalpinaceae
Caquera	<i>Cassia ferruginea</i>	Caesalpinaceae
Cara de Cachorro	<i>Smilax sp</i>	Smilacaceae
Cara preto	<i>Dioscorea sp</i>	Discoreaceae
Carne de Paca	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	Euphorbiaceae
Carova		Não coletada
Carrapicheiro	<i>Pockia crucis</i>	Flacourteaceae
Casca de Areia	<i>Machaerium nictitans</i>	Fabaceae
Castanha do brejo	<i>Talauma ovata</i>	Magnoliaceae
Cavatã Branco	<i>Cupanea oblongifolia</i>	Sapindaceae
Cavatã de arco	<i>Guarea macrophylla</i>	Meliaceae
Cavatã miudo	<i>Trychilia lepidota</i>	Meliaceae
Cavata Rosa	<i>Matayba juglandifolia</i>	Sapindaceae
Cavatã Vermelho	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Sapindaceae

<b>Nome popular</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>
Caviúna	<i>Machaerium sp</i>	Fabaceae
Cipó = ingá	<i>Paullinea sp</i>	Sapindaceae
Cipó amarelinho	<i>Dolioscarpus dentatus</i>	Dilleniaceae
Cipó Borrolao	<i>Gouania sp</i>	Rhawnaceae
Cipó Cruz	<i>Calea pinnatifida</i>	Asteraceae
Cipó cruz	<i>Mikania ulei</i>	Asteraceae
Cipó d'água		Amaranthaceae
Cipó de alça	<i>Dolioscarpus sp</i>	Dilleniaceae
Cipó fruto roxa	<i>coccocypselum lanceolatum</i>	Rubiaceae
CIPÓ LISO	<i>Mikania capricornii</i>	Asteraceae
Cipó Marmelo	<i>Dalbergia sp</i>	Fabaceae
Cipó Milome	<i>Aristolochia sp</i>	Aristolochiaceae
Cipó Primavera	<i>Piptocarpha sp</i>	Asteraceae
Cipó Sangue	<i>Serjania ou Pallinia</i>	Sapindaceae
CIPÓ SAPINDACEAE	<i>Paullinea sp</i>	Sapindaceae
Cipó sei la	<i>Dicella sp</i>	Malpighiaceae
Criciuma	<i>Chusquea sp</i>	Poaceae
Crindiuva	<i>Trema micranta</i>	Ulmaceae
Embaúva vermelha	<i>Cecropia glasiovii</i>	Cecropiaceae
Embaúva branca	<i>Cecropia pochystachya</i>	Cecropiaceae
Embauvú	<i>Symplocos variabilis</i>	Symplocaceae
Embira Branca		Não coletada
Embiruçu	<i>Pseudobombax sp</i>	Bombacaceae
Espinheira Santa	<i>Zollernia ilicifolia</i>	Fabaceae
Figueira Branca	<i>Ficus enormis</i>	Moraceae
Figueira vermelha	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae
FORQUILHA	<i>Guapira oposita</i>	Nyctaginaceae
Fruto de pomba	<i>Gwidesia spectabilis</i>	Myrtaceae
Fruto de Pomba Miúdo	<i>Myrcia sp</i>	Myrtaceae
Gabirova	<i>Campomanesia guaviroba</i>	Myrtaceae
Gambaeiro	<i>Acacia stipulata</i>	Mimosaceae
Gelol	<i>Aparisthmum cordatum</i>	Euphorbiaceae
Gema de Ovo	<i>Maprounia guianensis</i>	Euphorbiaceae
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
Goiaba Brava	<i>Gwidesia obtusifolia</i>	Myrtaceae
Goiabinha	<i>Gowdesia anacardiaefolia</i>	Myrtaceae
Guacá	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae
Guaçatunga	<i>Gutteria sp.</i>	Annonaceae
Guaricica	<i>Vochysia bifalcata</i>	Vochysiaceae
Guatambu peroba	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Apocynaceae
Ingá Branco	<i>Inga edulis</i>	Mimosaceae
Ingá mirim	<i>Inga marginata</i>	Mimosaceae
Ipê amarelo	<i>Tabebuia sp</i>	Bignoniaceae
Ipê Preto	<i>Vitex spp.</i>	Verbenaceae
Jaborandi grande	<i>Piper cernnum</i>	Piperaceae
Jacaranda	<i>Andira anthelmia</i>	Fabaceae
Jacaré	<i>Piptademia gonoacantha</i>	Mimosaceae
Jacatirão	<i>Miconia sp.</i>	melastomataceae
Jaguarandi	<i>Piper spp.</i>	Piperaceae
Jaguarandi	<i>Piper amplum</i>	Piperaceae



Nome popular	Nome científico	Família
Jaguarandi miudo	<i>Piper gaudichaudiana</i>	Piperaceae
Jaguarandi vermelho	<i>Piper amalago</i>	Piperaceae
Jambo	<i>Eugenia jambus</i>	Myrtaceae
Jambro	<i>Syzygium jambos</i>	Myrtaceae
Jequitibá	<i>Pterocarpus nobrii</i>	Fabaceae
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae
João Henrique	<i>Bathysia australis</i>	Rubiaceae
Jussara	<i>Euterpe edullis</i>	Arecaceae
Lã	<i>Solanum sp</i>	Solanaceae
Laranja brava	<i>Seguieria langsdorfii</i>	Phytolaccaceae
Leitera	<i>Ilex sp</i>	Aquifoliaceae
Lixeira	<i>Aloysia virgata</i>	Verbenaceae
Lixeira 1	<i>Crysophyllum sp.</i>	Sapotaceae
Mandioqueira	<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae
MARIA	<i>Sloanea guianensis</i>	Elaeocarpaceae
Milome	<i>Aristolochia sp</i>	Aristolociaceae
MIMO 110 DDA2	<i>Allophylus petiolulotus</i>	Sapindaceae
MIMOSA II	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae
Mindingueiro	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Loganaceae
Mindingueiro grande	<i>Capsicodendron sp.</i>	Canellaceae
Miudinha	<i>Symplocos sp</i>	Symplocaceae
Moranginho do Mato	<i>coccocypselum lyman-smithii</i>	Rubiaceae
Murta	<i>Eugenia cuprea</i>	Myrtaceae
Murta II	<i>Eugenia glasiouviana</i>	Myrtaceae
N I	<i>Gowidesia anarcadifolia</i>	Myrtaceae
Napoleão	<i>Hedychium coronarium</i>	Zingiberaceae
Natal	<i>Tibouchina mutabilis</i>	melastomataceae
Navalha de morcego	<i>Scleria sp</i>	Cyperaceae
Navalha de morcego	<i>Scleria sp</i>	Cyperaceae
Navalhão	<i>Sclenia latifolia</i>	Cyperaceae
NERVO	<i>Sloanea obtusifolia</i>	Elaeocarpaceae
Nhopecanga		Myrtaceae
Nhotingueiro		Lauraceae
NI	<i>Eupatorium sp</i>	Asteraceae
NI	<i>Asplundia rivularis</i>	Cyclanthaceae
NI	<i>Psychotria sp</i>	Rubiaceae
NI	<i>Xylosnia sp</i>	Flacourteaceae
NI 67 DDA2	<i>Pisonia ambigua</i>	Nyctaginaceae
Orquídea	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orchidaceae
Orquídea		Orchidaceae
Pasto de Anta	<i>Psychotria cartagensis</i>	Rubiaceae
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Caesalpinaceae
Pau d'arco (outro)		Flacourteaceae
Pau d'arco	<i>Maytenos robusta</i>	Celastraceae
Pau de Fumo	<i>Vernonia sp.</i>	Asteraceae
Pega pega	<i>Desmodium sp</i>	Fabaceae
Perta Guela		Myrtaceae
Pindaúba	<i>Xylopi brasilenses</i>	Annonaceae
Pixirica	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae
Pixirica miúda	<i>Leandra scabra</i>	melastomataceae

<b>Nome popular</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>
Pixirica rosa	<i>Clidemia sp</i>	melastomataceae
Pixirica vermelha	<i>Leandra dasytricha</i>	Melastomataceae
Pixirição	<i>Miconia cabucu</i>	melastomataceae
Pixiriquinha	<i>Miconia latecrenaba</i>	Melastomataceae
Quaro do mato	<i>Mikania sp</i>	Asteraceae
Quina	<i>Cestrum sp</i>	Solanaceae
Quina branca	<i>Psychotria velloziana</i>	Rubiaceae
Rabo-de-Burro	<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourteaceae
Rebentador	<i>Coccoloba sp</i>	Polygonaceae
Ricurana	<i>Hyeronima alchernoides</i>	Euphorbiaceae
Roxinha	<i>Sebastiania ou Achnoslenon</i>	Euphorbiaceae
RUBIA	<i>Psychotria mapoureoides</i>	Rubiaceae
Sabãoeiro	<i>Vernonia sp.</i>	Asteraceae
Sabiaeiro	<i>Prunus myrtifolia</i>	Rosaceae
Samambaia	<i>Adiantum sp</i>	Adiantaceae
Samambaia 12		Polypodiaceae
Samambaia 7		Polypodiaceae
Samambaia JG	<i>Doryopteris sp</i>	Pteridaceae
Samambaia mata pasto	<i>Sellaginela sp</i>	Sellaginellaceae
Samambaia nova	<i>Blechnum sp</i>	Blechnaceae
Samambaia pequena	<i>Anemia phyllitidis</i>	Schyzaeaceae
Samambaia pinheiro	<i>Dichranepeteris sp</i>	Gleicheniaceae
Samambaia trepadeira	<i>Lygodium volubile</i>	Schyzaeaceae
São simão	<i>Vernonia scarpoides</i>	Asteraceae
Sobragi	<i>Colubrina glandulosa</i>	Rhawnaceae
Suína	<i>Erythrina speciosa</i>	Fabaceae
Taboerava	<i>Dichorisandra pubescens</i>	Commelinaceae
Tabucuva	<i>Pera glabrata</i>	Euphorbiaceae
Taiúva		Não coletada
Tamanqueira	<i>Helicteres sp</i>	Sterculiaceae
Tapiá	<i>Alchornia triplinervia</i>	Euphorbiaceae
Tapixingui	<i>Croton floribundus</i>	Euphorbiaceae
Tapororoca	<i>Rapanea ferruginea</i>	Myrsinaceae
Tapororocão	<i>Rapanea umbellata</i>	Myrsinaceae
Taquarinha		Poaceae
Terereca	<i>Dalbergia pennata</i>	Fabaceae
Terereca vermelha	<i>Dahlstechia pinnada</i>	Fabaceae
Timbopeva	<i>Calathea sp</i>	Marantaceae
Tiririca	<i>Pleurostachys sp</i>	Cyperaceae
Tucum	<i>Bactris setosa</i>	Arecaceae
Uguê	<i>Machaerium sp.</i>	Fabaceae
Uguê (outro)	<i>Pseudopiptademia warmingii</i>	Mimosaceae
Unha de Gato		Apocynaceae
Urtiga	<i>Urera baccifera</i>	Urticaceae
Urtiga mansa	<i>Urera sp</i>	Urticaceae
VARIEGADO PM	<i>Staurogyne sp</i>	Acanthaceae
Vassourão	<i>Baccharis sp</i>	Asteraceae
Xaxim	<i>Blechnum sp</i>	Blechnaceae



## Valor de uso das plantas

A partir dos dados obtidos através das entrevistas e questionários, foram realizadas algumas análises estatísticas. Dessa forma tem-se os resultados na Tabela 1:

**Tabela 1. Valor de uso das espécies, por nome popular**

Caboclos										
Valor de uso das espécies por informante (Uvis)										
Espécies	Si	Is	Go	Ju	Jo	Zi	De	Ho	Ro	Uvs
Araçá	3,00	1,33	2,00	1,67	2,67	1,33	1,67	1,00	3,00	<b>1,96</b>
Araucária	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,78</b>
Aririvá	1,00	1,00	2,00	1,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Ariticum	2,00	1,00	0,33	0,33	1,00	2,50	0,67	0,00	0,00	<b>1,12</b>
Ariticum Bravo	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,88</b>
Ariticum do Mato	0,00	2,00	0,00	1,00	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	<b>1,25</b>
Bico de Pato	1,25	0,50	0,50	0,25	0,80	1,40	1,00	1,00	0,00	<b>0,84</b>
Bico de pato miúdo	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,25</b>
Bocuva	1,50	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	0,00	<b>1,56</b>
Cabaceira	1,00	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	<b>0,72</b>
Caeté	0,00	0,67	0,00	0,33	0,50	1,00	0,33	0,00	1,00	<b>0,64</b>
Caeté banana	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	<b>1,33</b>
Caeté bico de tucano	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Caeté Miúdo	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Cajarana	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	0,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,17</b>
Camarinha	2,00	0,50	2,00	2,50	0,33	0,33	1,00	2,00	3,00	<b>1,52</b>
Cana do Brejo	0,67	0,67	0,33	1,00	0,75	0,75	0,75	0,00	1,00	<b>0,74</b>
Canela Amarela	1,33	1,33	0,67	1,33	0,33	0,00	2,00	2,00	0,00	<b>1,29</b>
Canela Branca	1,25	1,50	1,50	1,00	1,40	0,80	1,25	1,00	0,00	<b>1,21</b>
Canela de Veado	2,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,17</b>
Canela Miúda	0,50	1,00	0,25	0,00	0,80	1,40	0,50	0,50	0,00	<b>0,71</b>
Canela Rosa	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Capim	0,50	0,00	0,50	0,00	0,33	0,67	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Caquera	0,67	0,33	0,33	0,67	0,50	0,75	0,67	0,00	0,00	<b>0,56</b>
Cará Branco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cará Preto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Carne de Paca	1,00	0,50	0,50	0,00	0,67	0,33	0,33	0,00	0,00	<b>0,56</b>
Carova	1,50	0,50	1,00	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	<b>1,17</b>
Carrapicheira	2,50	0,50	0,00	0,50	1,00	0,33	0,00	1,00	0,00	<b>0,97</b>
Casca de Areia	0,00	0,50	0,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,83</b>
Castanha do Brejo	1,50	0,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,88</b>
Cavatã Branco	1,67	2,00	2,00	2,00	1,75	2,50	2,75	2,00	0,00	<b>2,08</b>
Cavatã de Arco	2,50	1,00	1,00	1,00	0,67	0,67	0,50	2,00	0,00	<b>1,17</b>
Cavatã Miúdo	2,00	1,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Cavatã Rosa	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,80</b>
Cavatã Vermelho	0,33	1,33	0,67	1,33	0,75	0,75	1,25	2,00	2,00	<b>1,16</b>
Caviúna	2,00	1,00	0,00	1,00	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	<b>1,67</b>
Cipó Amarelinho	1,00	1,00	0,00	1,00	0,50	1,00	1,50	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Cipó Casquinha	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Cortiça	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Cruz	2,00	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	<b>1,00</b>





Caboclos										
Valor de uso das espécies por informante (Uvis)										
Cipó d'Água	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Cipó de Abuta	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó de Alça	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Cipó de Lipindá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cipó de Sangue	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,33</b>
Cipó Lisinho	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Marmelo	0,00	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,33</b>
Cipó Milome	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó N.I.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Primavera	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>0,56</b>
Cipó Tripa de Vaca	0,00	1,00	0,50	0,50	0,67	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>0,73</b>
Cipó Unha de gato	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Cipó Urtiga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Curtumeiro	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	2,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,92</b>
Embauva Branca	1,50	2,00	0,50	1,00	0,67	1,33	1,67	1,00	1,00	<b>1,19</b>
Embauva Vermelha	1,00	1,00	0,00	0,50	0,67	1,33	0,33	0,00	0,00	<b>0,81</b>
Embauvu	2,00	1,00	1,00	1,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,30</b>
Embiruçu	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Escaldabago	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Espinheira Santa	2,00	2,00	1,00	2,00	1,50	1,50	2,00	1,00	1,00	<b>1,56</b>
Figueira Branca	1,33	1,33	1,00	0,00	1,33	2,00	1,50	0,50	1,00	<b>1,25</b>
Figueira Miúda	1,00	1,00	1,00	0,00	1,33	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,27</b>
Forquilha	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
FP Miúdo	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Fruto de pomba	1,67	1,33	1,67	2,33	0,00	1,25	1,75	3,00	0,00	<b>1,86</b>
Gabirova	1,00	2,50	1,00	2,00	1,67	1,67	2,00	2,00	0,00	<b>1,73</b>
Gambaeiro	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	2,00	1,00	<b>1,20</b>
Gelol	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Gema de Ovo	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Gleychenia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Goiaba	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Goiaba Brava	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Goiabinha	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,20</b>
Guacá	0,00	0,00	0,67	0,67	0,75	1,75	0,67	3,00	0,00	<b>1,25</b>
Guaçatonga	1,50	1,50	1,00	0,50	0,00	1,00	0,50	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Guanxuma	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Guaricica	1,00	0,00	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	0,00	<b>1,14</b>
Guatambu parana	2,00	0,00	2,00	2,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,80</b>
Guatambú-peroba	1,00	0,50	0,50	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,80</b>
Gurucaia	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Ingá Branco	1,33	2,33	2,00	1,67	1,50	1,50	1,33	3,00	1,00	<b>1,74</b>
Ingá Mirim	1,33	1,67	0,00	1,00	0,75	1,75	0,67	0,00	0,00	<b>1,19</b>
Inhotingueiro	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,60</b>
Ipê Amarelo	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,83</b>
Ipê Preto	1,50	0,00	1,50	1,00	0,67	1,33	1,33	2,00	0,00	<b>1,33</b>
Jaborandi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Jaborandi Grande	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Jacarandá	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,00	1,50	0,00	0,00	<b>1,88</b>
Jacaré	1,50	1,50	0,50	2,00	2,00	1,33	2,50	2,00	1,00	<b>1,59</b>





Caboclos										
Valor de uso das espécies por informante (Uvis)										
Jacatirão	0,50	1,00	0,50	1,50	0,67	1,00	0,33	0,00	0,00	<b>0,79</b>
Jaguarandi	0,50	0,75	0,25	0,25	1,00	1,75	0,33	0,00	0,00	<b>0,69</b>
Jaguarandi Grande	0,50	0,00	0,00	0,00	0,33	1,33	0,00	0,00	0,00	<b>0,72</b>
Jaguarandi II	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Jaguarandi Miúdo	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Jaguarandi outro	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Jaguarandi Vermelho	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Jambo	2,00	2,00	2,33	2,00	1,33	2,00	1,00	3,00	2,00	<b>1,96</b>
Jequitibá	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	<b>1,25</b>
Jerivá	2,67	0,67	1,67	2,00	1,00	1,00	1,33	1,50	1,50	<b>1,48</b>
João Henrique	2,00	1,00	0,50	1,00	2,00	1,00	1,50	1,00	2,00	<b>1,33</b>
Jussara	2,75	2,50	2,00	1,75	2,20	2,00	2,00	2,00	2,50	<b>2,19</b>
Lambe Papo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	<b>1,50</b>
Laranja Brava	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Leiteira	0,50	0,50	1,50	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,80</b>
Lixeira	0,00	0,00	0,50	0,00	0,67	1,67	0,33	0,00	0,00	<b>0,79</b>
Louro	1,00	0,00	0,50	0,00	1,33	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,96</b>
Madioqueira	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,20</b>
Maria	2,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Mata pasto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Mimo	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Mimosa II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Mindingueiro	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50	0,00	3,00	0,00	<b>1,50</b>
Mindingueiro grande	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Miudinha	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Murta	0,50	0,25	1,00	0,50	1,20	0,00	0,50	1,00	0,50	<b>0,68</b>
N.I.	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Napoleão	1,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,00	0,67	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Natal	1,33	1,67	0,67	2,33	1,00	1,75	1,25	2,00	2,00	<b>1,56</b>
Navalha de morcego	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Navalha de Morcego Falsa	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Nervo	1,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,83</b>
Orquídea	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Papuãzinho	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pariparova	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pasto de Anta	3,00	0,00	1,00	0,00	0,50	1,50	0,00	1,00	0,00	<b>1,40</b>
Pata de vaca	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00	<b>1,40</b>
Pau d'arco	1,50	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,88</b>
Pau de Fumo	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,50	2,00	0,00	0,00	<b>1,64</b>
Pega pega	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	<b>0,88</b>
Perta guela	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pilosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Pindaúva	2,50	0,50	2,00	1,50	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	<b>1,79</b>
Pixirica	1,67	0,00	1,00	0,67	0,33	0,00	0,50	0,50	0,00	<b>0,78</b>
Pixirica amarela	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pixirica Grande	1,50	0,00	1,50	1,00	0,50	1,50	0,67	0,00	0,00	<b>1,11</b>
Pixirica Vermelha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	<b>0,33</b>
Pixiriquinha	2,00	1,00	1,33	0,33	0,00	0,25	1,00	0,00	0,00	<b>0,99</b>
Quina Branca	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>



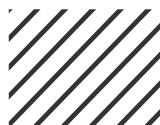


Caboclos										
Valor de uso das espécies por informante (Uvis)										
Rabo de Burro	1,75	1,25	1,25	1,25	1,40	1,00	1,75	1,50	0,50	<b>1,29</b>
Rebentador	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Ricurana	1,00	0,25	1,25	1,00	1,00	0,00	1,00	2,00	0,00	<b>1,07</b>
Roxinha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Rubia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Sabãoeiro	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,67</b>
Sabiaeiro	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Samamb. Cabeça grande	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00	0,00	<b>0,58</b>
Samambaia	0,33	0,33	0,00	0,00	0,25	1,00	0,67	0,00	0,50	<b>0,51</b>
Samambaia Grande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia II	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia IV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia Mata Pasto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia pequena	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia Trepadeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	<b>0,75</b>
Sobragi	1,00	0,00	0,50	0,50	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,83</b>
Suinã	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	<b>1,43</b>
Tabucuva	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	1,67	1,67	2,00	2,00	<b>1,87</b>
Taiuiá	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Taiúva	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	2,00	3,00	0,00	0,00	<b>1,42</b>
Tamanqueira	0,50	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Tapiá	1,50	0,75	0,25	0,50	1,20	1,60	1,00	1,50	0,00	<b>1,04</b>
Tapixingui	2,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Tapororoca	1,67	1,67	1,00	1,00	1,25	1,00	0,75	2,00	0,00	<b>1,29</b>
Tapororocão	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Taquari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Taquarinha	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Terereca	0,50	0,50	0,00	1,50	1,50	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Terereca vermelha	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Timbó	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Timbopeva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Tiririca	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Trapoerava Grande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Trapoerava pequena	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Tucaneiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Tucum	1,00	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00	<b>0,81</b>
Uguê	1,00	0,50	1,00	0,50	1,33	1,00	0,50	1,00	0,00	<b>0,85</b>
Ugüê Branco	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,25</b>
Urtiga Brava	1,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	2,00	1,00	<b>1,25</b>
Urtiga Mansa	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,50</b>
Xaxim	1,00	2,00	0,67	0,00	0,67	2,00	1,00	1,00	0,50	<b>1,10</b>

Legenda:

Zi= Zilda  
Go= Gonçalves  
De= Dema  
Si= Sinésio  
Jo= José

Ju= Juracir  
Is= Isaura  
Ro= Roseli  
Ho= Horlando







Abaixo, estão nominadas as 30 espécies com maior valor de uso para os informantes caboclos (Tabela 2):

**Tabela 2. Espécies com maior valor de uso, por nome popular, para informantes caboclos.**

	<b>Espécies</b>	<b>Uvs/Cab</b>
1	Jussara/Palmito	2,19
2	Bocuva/Bocuveira/Quina	2,08
3	Cavatã Branco/Quebra corpo	2,08
4	Goiaba	2,00
5	Jaguarandi Miúdo	2,00
6	Mimosa II	2,00
7	Miudinha	2,00
8	Tucaneiro	2,00
9	Jambo	1,96
10	Araçá/Araçá preto/Guapurunga/Zóio de cabra	1,96
11	Jacarandá	1,88
12	Tabucuva/Tabucuveira	1,87
13	Fruto de pomba	1,86
14	Cavatã Rosa	1,80
15	Guatambu parana	1,80
16	Pindaúva	1,79
17	Araucária/Pinheiro	1,78
18	Ingá Branco/Ingá/Ingazeiro	1,74
19	Gabirova	1,73
20	Caviúna	1,67
21	Cipó d'Água	1,67
22	Jaguarandi II	1,67
23	Sabiaeiro	1,67
24	Tapixingui	1,67
25	Pau de Fumo/Fumo bravo	1,64
26	Inhotingueiro/Nhotinga	1,60
27	Jacaré	1,59
28	Espinheira Santa	1,56
29	Natal	1,56
30	Camarinha/Aleixeiro	1,52

E para os informantes quilombolas, os dados foram os seguintes (Tabela 3):

**Tabela 3. Espécies com maior valor de uso, por nome popular, para informantes caboclos.**

<b>Quilombolas</b>							
<b>Espécies</b>	<b>Ca</b>	<b>Jo</b>	<b>Ze</b>	<b>Ar</b>	<b>La</b>	<b>Ni</b>	<b>Uvs</b>
Araçá	2,33	0,67	3,00	0,67	2,00	1,00	<b>1,61</b>
Araucária	0,00	3,00	3,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,67</b>
Aririvá	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,33</b>
Ariticum	0,67	0,33	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Ariticum Bravo	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Ariticum do Mato	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Bico de Pato	0,50	0,75	1,00	0,50	2,00	0,00	<b>0,95</b>



Quilombolas							
Bico de pato miúdo	2,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Bocuva	1,00	1,00	1,50	1,50	2,00	2,00	<b>1,50</b>
Cabaceira	0,75	0,25	0,75	0,25	0,00	0,50	<b>0,50</b>
Caeté	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	<b>0,50</b>
Caeté banana	1,00	1,00	0,00	3,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Caeté bico de tucano	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Caeté Miudo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cajarana	1,00	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	<b>1,25</b>
Camarinha	2,00	2,50	1,50	1,50	1,00	1,00	<b>1,58</b>
Cana do Brejo	1,00	1,00	0,33	1,67	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Canela Amarela	0,67	0,33	1,33	1,00	2,00	1,00	<b>1,06</b>
Canela Branca	0,75	1,75	1,75	2,25	3,00	1,50	<b>2,75</b>
Canela de Veado	1,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Canela Miúda	0,25	0,75	0,75	1,00	1,00	0,50	<b>0,71</b>
Canela Rosa	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Capim	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Caquera	1,00	0,67	0,67	0,67	0,00	0,50	<b>0,70</b>
Cará Branco	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Cará Preto	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Carne de Paca	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Carova	1,00	0,50	2,00	1,50	0,00	1,00	<b>1,20</b>
Carrapicheira	0,50	0,00	1,00	0,00	2,00	2,00	<b>1,38</b>
Casca de Areia	0,50	0,00	1,50	0,50	0,00	1,00	<b>0,88</b>
Castanha do Brejo	0,50	1,00	1,50	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cavatã Branco	1,33	1,67	1,33	1,67	1,00	2,00	<b>1,50</b>
Cavatã de Arco	0,00	0,00	2,00	1,00	2,00	1,00	<b>1,50</b>
Cavatã Miudo	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	<b>2,00</b>
Cavatã Rosa	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Cavatã Vermelho	0,67	0,67	0,67	1,00	2,00	0,00	<b>1,00</b>
Caviúna	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Cipó Amarelinho	0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	2,00	<b>1,00</b>
Cipó Casquinha	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Cortiça	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cipó Cruz	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó d'Água	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cipó de Abuta	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó de Alça	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cipó de Lipindá	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Cipó de Sangue	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	1,00	<b>0,67</b>
Cipó Lisinho	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Cipó Marmelo	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00	1,00	<b>0,67</b>
Cipó Milome	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó N.I.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Cipó Primavera	0,00	0,00	0,67	0,33	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Cipó Tripa de Vaca	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	1,00	<b>0,67</b>
Cipó Unha de gato	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Cipó Urtiga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Curtumeiro	1,00	0,50	0,50	1,00	0,00	0,00	<b>0,75</b>

Quilombolas							
Embaúva Branca	1,00	2,50	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,38</b>
Embauva Vermelha	0,50	1,50	1,50	1,00	2,00	2,00	<b>1,42</b>
Embaúvu	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Embiruçu	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Escaldabago	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Espinheira Santa	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Figueira Branca	0,00	1,33	3,00	2,00	1,00	2,00	<b>1,87</b>
Figueira Miúda	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	2,00	<b>1,42</b>
Forquilha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
FP Miúdo	1,00	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Fruto de pomba	0,67	1,67	1,33	3,00	0,00	1,00	<b>1,53</b>
Gabirova	1,00	1,50	2,50	2,50	0,00	2,00	<b>1,90</b>
Gambaeiro	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,00	<b>1,17</b>
Gelol	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Gema de Ovo	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	<b>1,13</b>
Gleychenia	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Goiaba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Goiaba Brava	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Goiabinha	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,33</b>
Guacá	0,33	0,00	0,67	1,00	1,00	1,00	<b>0,80</b>
Guaçatonga	1,50	0,00	1,50	1,00	0,00	2,00	<b>1,50</b>
Guanxuma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Guaricica	1,00	0,00	1,50	1,00	0,00	1,00	<b>1,13</b>
Guatambu parana	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,33</b>
Guatambú-peroba	0,00	0,00	1,50	0,50	1,00	1,00	<b>1,00</b>
Gurucaia	1,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,75</b>
Ingá Branco	2,00	2,33	2,00	2,33	2,00	1,50	<b>2,03</b>
Ingá Mirim	0,67	0,67	1,33	1,33	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Inhotingueiro	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,33</b>
Ipê Amarelo	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Ipê Preto	0,50	1,00	2,50	0,50	1,00	2,00	<b>1,25</b>
Jaborandi	1,00	2,00	0,00	1,00	2,00	0,00	<b>1,50</b>
Jaborandi Grande	1,00	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,25</b>
Jacarandá	1,50	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	<b>1,25</b>
Jacaré	1,50	1,00	2,50	2,50	2,00	1,00	<b>1,75</b>
Jacatirão	0,50	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	<b>0,67</b>
Jaguarandi	0,50	0,75	1,00	0,25	1,00	1,50	<b>0,83</b>
Jaguarandi Grande	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00	0,00	<b>0,63</b>
Jaguarandi II	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Jaguarandi Miúdo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Jaguarandi outro	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Jaguarandi Vermelho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Jambo	1,33	2,00	2,33	2,00	1,00	1,00	<b>1,61</b>
Jequitibá	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Jerivá	1,33	2,00	2,00	2,67	2,00	2,00	<b>2,00</b>
João Henrique	0,00	0,00	1,50	1,50	1,00	1,00	<b>1,25</b>
Jussara	2,00	1,50	2,25	2,00	2,50	1,50	<b>1,96</b>
Lambe Papo	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	<b>1,33</b>

Quilombolas							
Laranja Brava	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Leiteira	0,50	0,00	0,50	2,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Lixeira	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	<b>1,50</b>
Louro	0,50	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	<b>1,13</b>
Madioqueira	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Maria	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Mata pasto	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Mimo	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Mimosa II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Mindingueiro	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Mindingueiro grande	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,33</b>
Miudinha	0,00	2,00	1,00	4,00	0,00	0,00	<b>2,33</b>
Murta	0,50	0,75	0,75	0,00	0,00	1,50	<b>0,88</b>
N.I.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Napoleão	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Natal	2,00	2,67	1,33	1,00	3,00	1,00	<b>1,83</b>
Navalha de morcego	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>0,75</b>
Navalha de Morcego Falsa	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Nervo	0,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Orquídea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Papuãzinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Pariparova	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Pasto de Anta	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pata de vaca	0,00	0,00	2,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,25</b>
Pau d'arco	0,50	0,00	1,00	0,50	2,00	0,00	<b>1,00</b>
Pau de Fumo	1,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Pega pega	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Perta guela	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Pilosa	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Pindaúva	1,00	1,00	1,50	2,00	3,00	1,00	<b>1,58</b>
Pixirica	0,33	1,00	1,33	1,67	0,00	1,00	<b>1,07</b>
Pixirica amarela	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Pixirica Grande	0,75	1,00	0,25	1,75	0,50	0,00	<b>0,85</b>
Pixirica Vermelha	0,50	0,50	1,50	0,50	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Pixiriquinha	1,33	0,00	1,00	1,33	0,00	2,00	<b>1,42</b>
Quina Branca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Rabo de Burro	1,75	0,75	1,50	1,50	1,00	0,50	<b>1,17</b>
Rebentador	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,33</b>
Ricurana	1,25	0,50	1,75	2,00	0,00	0,50	<b>1,20</b>
Roxinha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Rubia	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Sabãoeiro	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	<b>0,75</b>
Sabiaeiro	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Samamb. Cabeça grande	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Samambaia	0,33	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	<b>0,61</b>
Samambaia Grande	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Samambaia II	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>

Quilombolas							
Samambaia IV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Samambaia Mata Pasto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Samambaia pequena	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Samambaia Trepadeira	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50	<b>0,39</b>
Sobragi	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,75</b>
Suinã	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	<b>2,00</b>
Tabucuva	1,50	1,50	1,50	2,00	2,00	1,00	<b>1,58</b>
Taiuíá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Taiúva	0,50	0,00	1,00	0,50	0,00	0,00	<b>0,67</b>
Tamanqueira	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Tapiá	0,25	1,50	1,50	2,00	0,00	1,50	<b>1,35</b>
Tapixingui	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Tapororoca	0,67	1,67	1,00	1,33	0,00	0,00	<b>1,17</b>
Tapororocão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Taquari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Taquarinha	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Terereca	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	<b>0,75</b>
Terereca vermelha	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,50</b>
Timbó	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	<b>0,50</b>
Timbopeva	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	<b>2,00</b>
Tiririca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Trapoerava Grande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	<b>0,00</b>
Trapoerava pequena	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Tucaneiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Tucum	0,50	2,00	0,50	1,00	0,00	0,00	<b>1,00</b>
Uguê	1,00	0,50	1,50	1,50	0,00	1,00	<b>1,10</b>
Ugüê Branco	1,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	<b>1,67</b>
Urtiga Brava	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	<b>1,00</b>
Urtiga Mansa	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	<b>1,00</b>
Xaxim	1,00	1,00	0,33	0,67	2,00	1,00	<b>1,00</b>

Ca= Carlos      Ni= Nico  
 Jo= João        Ze= Zeco  
 Ar= Arabelo

Fez-se a comparação estatística para os valores de uso das espécies para cada grupo social, a partir das espécies em comum entre os dois grupos, verificadas nas listas das 30 plantas de maior valor de uso (Tabela 4):

**Tabela 4. 30 espécies com maior valor de uso entre os dois grupos étnicos (caboclos e quilombolas), por nomes populares**

Espécies	Uvs/Caboclos	Uvs/Quilombolas
Araçá/Araçá preto/Guapurunga/Zóio de cabra	1,96	1,61
Araucária/Pinheiro	1,78	2,67
Bocuva/Bocuveira/Quina	2,08	1,50
Camarinha/Aleixeiro	1,52	1,58
Fruto de pomba	1,86	1,53
Gabirova	1,73	1,90
Ingá Branco/Ingá/Ingazeiro	1,74	2,03
Jacaré	1,59	1,75

Espécies	Uvs/Caboclos	Uvs/Quilombolas	
Jambo	1,96	1,61	
Jussara/Palmito	2,19	1,96	
Miudinha	2,00	2,33	
Natal	1,56	1,83	
Pau de Fumo/Fumo bravo	1,64	1,67	
Pindaúva	1,79	1,58	
Tabucuva/Tabucuveira	1,87	1,58	
<i>Coluna 1</i>		<i>Coluna 2</i>	
Média	1,817906	Média	1,809444
Erro padrão	0,050895	Erro padrão	0,084961
Mediana	1,785714	Mediana	1,666667
Modo	#N/D	Modo	1,583333
Desvio padrão	0,197115	Desvio padrão	0,329053
Variância da amostra	0,038854	Variância da amostra	0,108276
Curtose	-0,69096	Curtose	2,271722
Assimetria	0,206132	Assimetria	1,582444
Intervalo	0,67037	Intervalo	1,166667
Mínimo	1,518519	Mínimo	1,5
Máximo	2,188889	Máximo	2,666667
Soma	27,26858	Soma	27,14167
Contagem	15	Contagem	15
Nível de confiança(95,0%)	0,109158	Nível de confiança(95,0%)	0,182224
Limite superior	1,927064		1,991668
Média	1,817906		1,809444
Limite inferior	1,708747		1,627221

Segundo esta análise dos dados, não houve diferença estatística significativa entre os valores de uso indicados pelos grupos -caboclos e quilombolas- para cada espécie.

A mesma comparação foi feita para as famílias botânicas. Os resultados são os seguintes (Tabela 5):

**Tabela 5. Valor de uso por famílias botânicas entre os dois grupos étnicos (caboclos e quilombolas)**

Famílias com maior valor de uso				
	Família	Caboclo	Família	Quilombola
1	Araucareaceae	1,78	Araucareaceae	2,67
2	Rosaceae	1,67	Rosaceae	2,00
3	Symplocaceae	1,65	Araceae	2,00
4	Sapindaceae	1,61	Gleycheniaceae	2,00
5	Loganaceae	1,50	Symplocaceae	1,67
6	Nyctaginaceae	1,50	Arecaceae	1,65
7	Arecaceae	1,49	Moraceae	1,64
8	Myrtaceae	1,40	Meliaceae	1,58
9	Myrsinaceae	1,40	Phytolaccaceae	1,50
10	Urticaceae	1,38	Mimosaceae	1,44
11	Meliaceae	1,28	Cecropiaceae	1,40
12	Mimosaceae	1,27	Lauraceae	1,39



Famílias com maior valor de uso				
	Família	Caboclo	Família	Quilombola
13	Moraceae	1,26	Verbenaceae	1,38
14	Sapotaceae	1,25	Canellaceae	1,33
15	Dilleniaceae	1,25	Polygonaceae	1,33

As 15 famílias de maior valor para os grupos foram então relacionadas, e desta lista observou-se as famílias citadas em comum e fazendo-se a análise dos dados logo a seguir.

Famílias com maior valor de uso			
Família	Caboclo	Quilombola	
Araucareaceae	1,78	2,67	
Rosaceae	1,67	2,00	
Symplocaceae	1,65	1,67	
Arecaceae	1,49	1,65	
Meliaceae	1,28	1,58	
Mimosaceae	1,27	1,44	
Moraceae	1,26	1,64	
<i>Coluna 1</i>		<i>Coluna 2</i>	
Média	1,485144	Média	1,807937
Erro padrão	0,082531	Erro padrão	0,156491
Mediana	1,49429	Mediana	1,652778
Modo	#N/D	Modo	#N/D
Desvio padrão	0,218357	Desvio padrão	0,414036
Variância da amostra	0,04768	Variância da amostra	0,171426
Curtose	-2,16696	Curtose	3,602269
Assimetria	0,115184	Assimetria	1,873262
Intervalo	0,519444	Intervalo	1,222222
Mínimo	1,258333	Mínimo	1,444444
Máximo	1,777778	Máximo	2,666667
Soma	10,39601	Soma	12,65556
Contagem	7	Contagem	7
Nível de confiança(95,0%)	0,201946	Nível de confiança(95,0%)	0,38292
Limite superior	1,68709		2,190856
Média	1,485144		1,807937
Limite inferior	1,283198		1,425017

Novamente observa-se que as diferenças dos valores de uso entre os grupos de informantes não são significativas.

## ■ CONCLUSÃO

As espécies citadas receberam indicações de uso diferentes e a maioria é indicada para mais de uma categoria de uso. A importância relativa de uma determinada espécie está diretamente relacionada com os usos comuns para essa espécie numa comunidade. Talvez pela proximidade entre os bairros, a continuidade das relações sociais entre integrantes




das diferentes comunidades e as influências externas, ao longo do tempo de convivência, tenham levado a uma relação mais homogênea da importância que cada espécie vegetal tem para estas comunidades.

## ■ REFERÊNCIAS

1. AIDAR, M.P.M., GODOY, J.R.L. de., BERGMAN, J., JOLY, C.A. Atlantic Forest succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.4 , p.1-27.
2. ALMEIDA, F. F. de, CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v.28, n. 2, p.135-50, 1998.
3. BEGOSSI, A. Use of ecological methods in Ethnobotany: diversity indices. **Economic Botany**, v.50, n.3, p.280-289. 1996.
4. DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 484 p. 1997.
5. De WALT, B. R. Using indigenous knowledge to improve agricultural and natural resource management. **Human Organization**, v.53, n.2, p.123-131. 1994.
6. GODOY, J.R.L. de. Estrutura e composição específica da Mata Atlântica secundária de encosta sobre calcário e filito no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga,SP. **Dissertação de Mestrado**, USP, São Paulo, 57p, 2001.
7. GOTTLIEB, O.R.; BORIN, M. R. de M.B. Quimiosistemática como ferramenta na busca de substâncias ativas. In: **Farmacognosia: Da Planta ao Medicamento** (C.M.O. Simões; E.P. Schenkel; G. Gosmann; J.C.P. de Mello; L.A. Mentz e P.R. Petrovick, organizadores) Capítulo 5, p. 77-90. 3a. edição revisada. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.
8. MARQUES, J. G. **Pescando pescadores: etnoecologia abrangente no baixo São Francisco alagoano**. São Paulo, NUPAUB-USP, 304 p. 1995.
9. MORÁN, E. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Ed. Vozes, Petrópolis, RJ, 1990, 273p.
10. MORENO, M.R., NASCIMENTO, M.T., KURTZ, B.C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de Encosta da Região do Imbé, RJ. **Acta Botanica Brasílica**, v.17, n.3, p.371-386, 2003.
11. PHILLIPS, O.; GENTRY, A. H.; REYNEL. C.; WILKIN, P. **Quantitative Ethnobotany and Amazonian Conservation**. *Conservation Biology*, v. 8, nº 1 p. 225 – 248, 1994.
12. PRANCE, G.T.; BALEÉ, W.; BOOM, M.M.; CARNEIRO, R.L. **Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Amazonia**. *Conservation Biology*, v.1, p.296-310, 1987.
13. SALIMON, C.I., NEGRELLE, R.R.B., Natural regeneration in a quaternary coastal plain in southern Brazilian Atlantic Rain Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. V.44, n2, p.1-22, 2001.



- 
14. SPEGLICH, E., AMORIM, A.C.R.de. Alquimia entre educação ambiental, tradições e identificações – um projeto de “resgate histórico – cultural” do Bairro da Serra, Iporanga, SP. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.11, p.1-9, 2003.
  15. SZTUTMAN, M., RODRIGUES, R.R. O Mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n.2, p. 161-76, 2002.
  16. TABARELLI, M., PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implications for Forest regeneration. **Biological Conservation**, v.106, p.165-176, 2002.
  17. TABARELLI, M., MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.1-11, 1999.
  18. VICENTE, J.P. Os remanescentes de quilombos do vale do Ribeira no sudoeste de São Paulo: piora na situação sócio-econômica e de saúde?, **Pediatria**, v.26, n.1, p.6305, 2004
  19. ZIPPARO, V.B., GUILHERME, F.A., ALMEIDA-SCABBIA, R.J. MORELLATO, P.C. Levantamento florístico de floresta atlântica no sul do estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. **Biota Neotrópica**, v.5, n.1, p.147-170, 2005.

---

# *In vitro* propagation of *Casearia sylvestris* SWARTZ (Salicaceae)

| **Juçara Terezinha Paranhos**  
UFSM

| **Lisiane Löbler**  
CCNE, UFSM

| **Joanei Cechin**  
UFSM

| **Tiéle Stüker Fernandes**  
UFSM

| **Elvis Fao**  
CCNE, UFSM

| **Hilda Hildebrand Soriani**  
UFSM

# ABSTRACT

With the aim of *in vitro* propagation of *Casearia sylvestris*, a tree native to Brazilian forests, studies of *in vitro* seed germination were performed and aseptic seedlings obtained were used as explant donors for micropropagation. Mature and immature seeds, stored for 10 days at 10 or 25°C were inoculated in medium containing 10% of MS salts and kept in the light (16 hour photoperiod) or continuous dark, at 25°C. For immature seeds, gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) was or was not tested at a concentration of 1.5 mg l<sup>-1</sup>. From the seedlings obtained, the cotyledon and apical segments were removed and cultured in complete MS medium with five combinations of 6-benzylaminopurine (BAP) and naphthalene acetic acid (NAA): 0.0; 0.25; 0.5; 1.0; 2.0 and 0.0; 0.025; 0.05; 0.1; 0.2 mg L<sup>-1</sup>, respectively. The aerial shoots formed *in vitro* were cultured in MS medium containing 0.0 or 1.5 mg L<sup>-1</sup> indole-3-butyric acid (IBA) for rooting. The highest percentage of germination (60%) occurred in mature seeds exposed to light, regardless of other treatments, and may be considered positive photoblastic. The highest percentage of germination of immature seeds (27%) occurred when previously stored at 10 ° C with or without GA<sub>3</sub>. The induction of aerial shoots was more efficient in apical segments in a medium containing the lowest combination of BAP and NAA or free of these growth regulators. The higher number of roots occurred in aerial shoots obtained from cotyledon segments, with or without IBA. After acclimatization, 83% of the plants survived.

**Keywords:** *In Vitro* Seed Germination; Micropropagation; Growth Regulators; Light Regimes.

## ■ INTRODUCTION

*Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae) is a tree found in practically all the forest formations in Brazil (BACKES and IRGANG, 2002), known by several common names such as carvalinho, chá de bugre, guaçatonga, porangaba, café-bravo. It is an important species for mixed reforestation of degraded areas and riparian forests (LORENZI and MATOS, 2008), having been listed, according to Vieira et al. (2002), as one of the priority tree species for conservation and sustainable management. The phytochemical and pharmacological action of the species, mainly of its leaves, have been studied due to its use in folk medicine, where the infusion of its bark is widely used as an anti-rheumatic, anti-inflammatory and antiophidian (WERLE et al., 2009). Phytochemical studies reported that hydroalcoholic extracts or isolated compounds showed anti-tumor activity, lowered blood triglyceride levels and controlled outbreaks of herpes simplex (ITOKAWA et al., 1990; MORITA et al., 1991; SILVA et al., 2008; WERLE et al., 2009).

The high extraction of this species in natural areas both for use in folk medicine and for reforestation, promotes degradation of the native flora and ecosystem disturbances (IMATOMI et al., 2009). This process can be considered partially sustainable, since this species is not cultivated and there is little basic information about the propagation and production of viable plants. In this context, there is a need to understand the spread of this native species in order to preserve and enhance its productive potential and reverse the condition of partial sustainability. Therefore, it is essential to implement programs for the production of seeds and seedlings of high quality, facilitating large-scale cultivation and a more rational use of these resources.

In general, arboreal plants present more easy propagation through seed germination (BACKES and IRGANG, 2002). However, this germination is often considered low due to low viability or dormancy. Both sexual and vegetative studies of *in vitro* propagation are important, since the environment is completely controlled, making it possible to obtain viable seedlings regardless of the season. However, most native species host specific microorganisms, impairing the *in vitro* regeneration of plants due to high contamination.

The *in vitro* germination of seeds may constitute the first step in an *in vitro* growth system to obtain aseptic explants (SOUSA et al., 2007; KIELSE et al., 2009; LAMB et al., 2011). Among *in vitro* growth techniques, micropropagation has shown the greatest impact because it helps to obtain healthy plants that are difficult to propagate through conventional methods, in a shorter period of time (DUTRA et al., 2009).

This study was designed with the objective of establishing protocols for *in vitro* propagation of *Casearia sylvestris* Swartz, by studying seed germination and subsequent use of aseptic seedlings in micropropagation studies.



## ■ MATERIAL AND METHODS

The experiments were performed at the Laboratory of Vegetal Tissue Growth at the Department of Biology of the Universidade Federal de Santa Maria.

For the *in vitro* seed germination study, fruits were collected from plants from the campus of the university. Seeds were removed and separated into two groups: mature seeds (light brown color) and immature seeds (greenish cream color), and then stored for ten days at two temperatures ( $10$  and  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ ). Under aseptic conditions, the seeds were sterilized in 70% ethanol for one minute and in a solution of 2% sodium hypochlorite for 20 minutes. After three washes in distilled and autoclaved water, seeds were inoculated in medium containing 10% of MS salts (MURASHIGE and SKOOG, 1962), free of organic substances, plus  $15\text{ g L}^{-1}$  of sucrose. After adjustment of the pH to 5.8, the culture medium was solidified with agar ( $6\text{ g L}^{-1}$ ) and autoclaved for 20 min at  $120^{\circ}\text{C}$  and 1.5 atm.

Mature seeds were inoculated into two kinds of containers (test tube and culture flask, measuring  $150\text{ mm} \times 20\text{ mm}$  and  $80\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ , respectively) and were kept in growth chambers at  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$  under two regimes of light, continuous darkness and a photoperiod of 16 h (R.F.A. of  $\sim 73\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ , white fluorescent lamps). Immature seeds were inoculated in test tubes containing the same culture medium, supplemented or not with the plant regulator gibberellic acid ( $\text{GA}_3$ ), 1.5 or  $0.0\text{ mg L}^{-1}$  (control), and maintained on a photoperiod of 16 h at  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Seed germination was evaluated weekly for radicle emergence (BORGHETTI and FERREIRA, 2004). Green light was used to evaluate seeds kept in continuous darkness. The experimental design was completely randomized, with factors for mature seeds being type of container, seed storage temperature and light regime arranged in a trifactorial scheme, with eight treatments and four replicates of 25 seeds. For the immature seeds, the factors storage temperature and dose of  $\text{GA}_3$  comprised a bifactorial scheme with four treatments and four replicates of 50 seeds.

Aseptic seedlings originating from *in vitro* germination of mature seeds were used as donors of nodal segments (cotyledon and apical) to study micropropagation. Explants were inoculated in test tubes measuring  $150\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ , containing complete MS medium plus  $30\text{ g L}^{-1}$  de sucrose,  $10\text{ g L}^{-1}$  polyvinylpyrrolidone (PVP) and solidified with  $6\text{ g L}^{-1}$  of agar. The pH was adjusted to 5.8 and the medium was autoclaved for 20 min at  $120^{\circ}\text{C}$  and 1.5 atm. Five combinations of 6-benzylaminopurine (BAP) and naphthalene acetic acid (NAA) were studied: 0.0; 0.25; 0.5; 1.0;  $2.0\text{ mg L}^{-1}$  and 0.0; 0.025; 0.05; 0.1;  $0.2\text{ mg L}^{-1}$ , respectively. The explant types and combinations of growth regulators were arranged in a bifactorial scheme, totaling ten treatments with three replicates each and 15 explants per replicate.



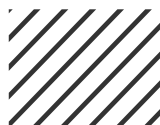
The cultures remained in a growth chamber, at a temperature of  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  and photoperiod of 16 h, for 45 days, when the regenerated aerial shoots were transferred to test tubes with the same dimensions, containing 15 mL of complete MS medium,  $30 \text{ g L}^{-1}$  of sucrose,  $6 \text{ g L}^{-1}$  of agar and pH 5.8. Two concentrations of indole-3-butyric acid (IBA) were tested, 0.0 (control) and  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ , keeping the source of the initial seedlings. After 30 days, root emergence at the base of the sprouts and the number of adventitious roots formed were evaluated.

In all studies, the data in percentage were transformed into log 10 for the application of variance analysis and the comparison between means was performed using the Duncan test ( $p \leq 0.05$ ), with the aid of SPSS (Statistical Package for Social Science) statistics program, version 10 (PEREIRA, 2003).

Complete plants obtained *in vitro* were transferred to polypropylene trays (1600 mL) with six perforations in the base and Plantmax® substrate + vermiculite at a 2:1 ratio (autoclaved twice for 50 min before use, with a 24-hour interval). The samples were sealed with parafilm, which was removed gradually to expose the plants to *ex vitro* conditions before total removal. Trays, each with 10 plants, remained in the growth chamber at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  on a photoperiod of 16 h (RFA  $\sim 36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), receiving irrigation with distilled water and autoclaving when needed. After 30 days of growth, the plants were transferred to polyethylene pots (600 mL), one per pot, containing the same substrate, with daily irrigation with distilled water. At 45 days of growth the survival rate of the plants was evaluated.

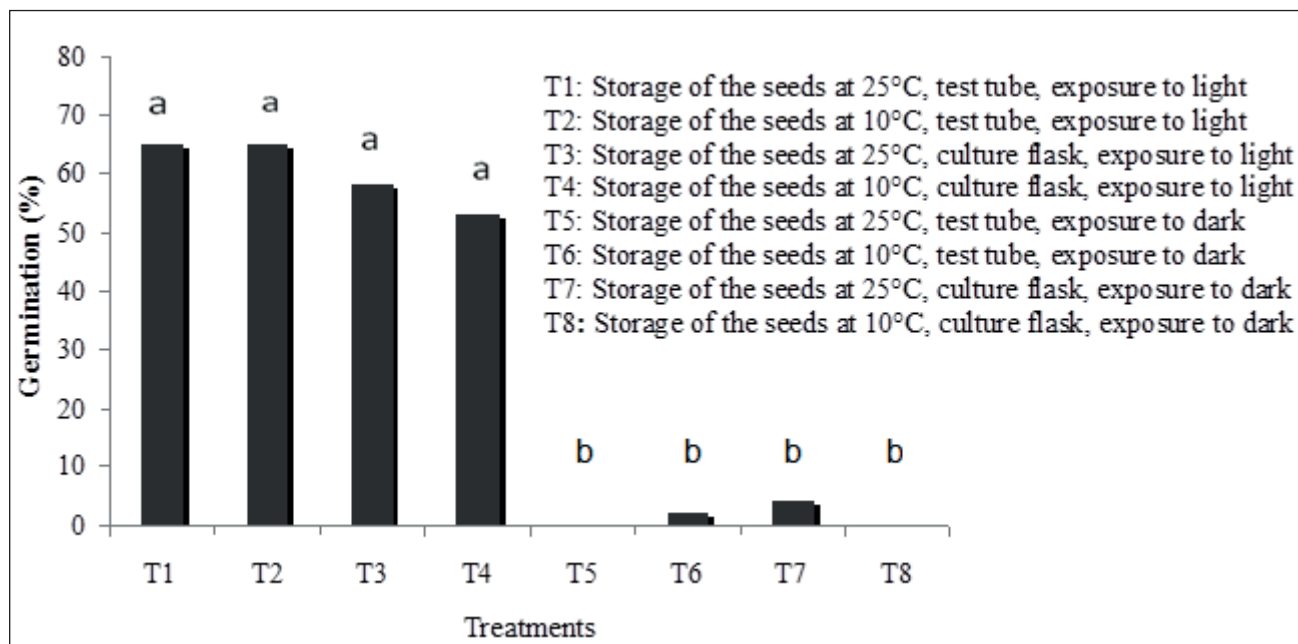
## ■ RESULTS AND DISCUSSION

Regardless of the type of container used, mature seeds previously stored for 10 days at temperatures of 10 or  $25^\circ\text{C}$ , were found to be positive photoblastic (Figure 1). In all treatments, seeds exposed to light (photoperiod of 16 hours) presented the greatest percentage of germination, on average 60%, not statistically differing ( $p \leq 0.05$ ) among themselves, but differing from treatments under continuous darkness, where the highest germination rate was 4%. These results do not corroborate with those obtained by Rosa and Ferreira (2001), who investigated germination of many native species of Rio Grande do Sul state and observed that the seeds of this species germinated regardless of the light regime, classifying them as neutral photoblastic. Imatoni et al. (2009) investigated the germination of *Casearia sylvestris* seeds from two regions, Paraná and São Paulo, and observed that seeds originating from Parana did not germinate in the dark at a temperature of  $33^\circ \text{C}$  and in all treatments the percentages of germination did not exceed 40%. According to the authors, the germination capacity of a species varies in accordance with the environmental conditions of the population of origin.





**FIGURE 1.** Average percentage of the *in vitro* germination of mature seeds *Casearia sylvestris* inoculated in nutritive medium containing 10% of MS salts (MURASHIGE and SKOOG, 1962), testing different treatments: seeds storage at 10°C or 25°C for ten days, two types of container and two light regimes. There were used four replications per treatment and 25 seeds per replicate. Same letters do not differ by the Duncan test ( $p \leq 0.05$ ).

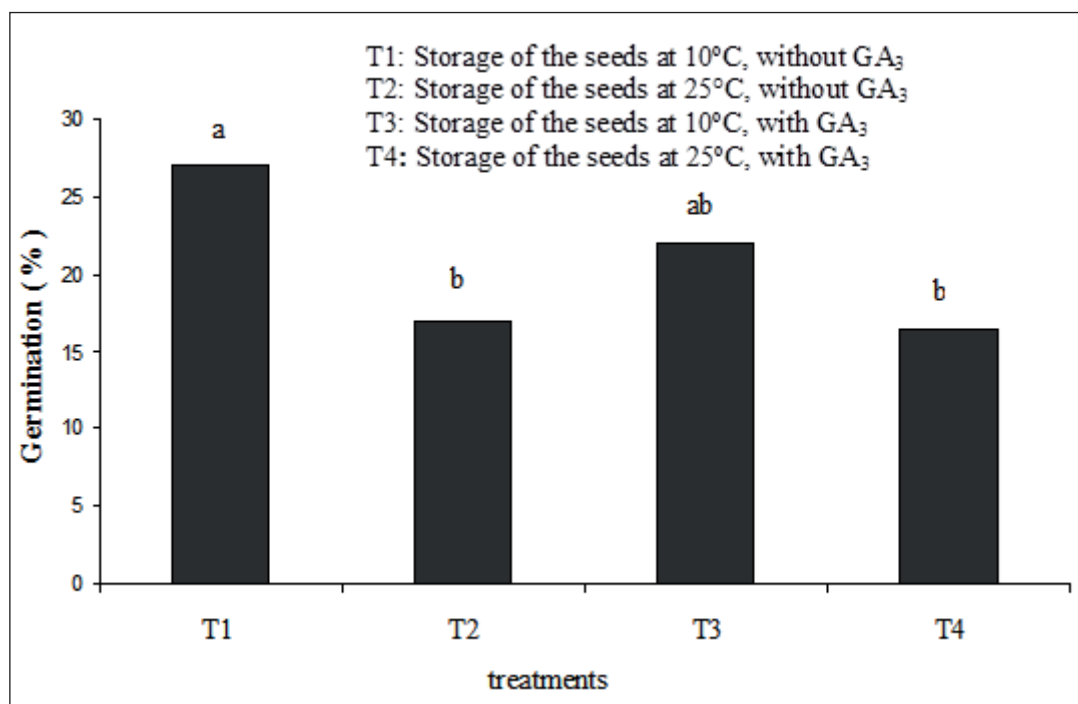


*Casearia sylvestris* has a long flowering and fruiting period throughout the year (BACKES and IRGANG, 2002), causing fruit, and consequently seed, maturation to be heterogeneous, influencing the intrinsic characteristics of the seeds. Thus, along with the collection of ripe fruits, it is possible to gather fruit with immature seeds. Seeds of immature fruits, previously stored at two temperatures (10 or 25°C), were germinated in culture medium and light regimes similar to those used for the mature seeds, testing for the presence or absence of GA<sub>3</sub> (1.5 mg L<sup>-1</sup>). Gibberellic acid is a growth regulator widely used for acceleration and uniform germination of various species, as it activates hydrolytic enzymes involved in the breakdown of plant reserve substances, stimulating embryo maturation (ZAIDAN and BARBEDO, 2004; TAIZ and ZEIGER, 2013). However, Figure 2 shows that in this study, GA<sub>3</sub> did not promote the germination of immature seeds, which were influenced only by storage temperature. The highest germination percentage (27 and 22%) occurred in seeds previously stored at 10°C, regardless of the presence or absence of the growth regulator, without a significant difference ( $p \leq 0.05$ ) among themselves, however, differing from the seeds stored at 25°C. According to Baskin and Baskin (1998), seeds of many species, after being dispersed from the mother plant, do not germinate until experiencing a period of after-ripening. Treatment at low temperatures appears to promote the germination of these seeds, overcoming dormancy through a combination of physiological changes in the embryo and its surrounding tissues (HARTMANN et al., 2002).





**FIGURE 1.** Average percentage of the *in vitro* germination of mature seeds *Casearia sylvestris* inoculated in nutritive medium containing 10% of MS salts (MURASHIGE and SKOOG, 1962), testing different treatments: seeds storage at 10°C or 25°C for ten days, two types of container and two light regimes. There were used four replications per treatment and 25 seeds per replicate. Same letters do not differ by the Duncan test ( $p \leq 0.05$ ).



Seeds treated with this growth regulator and stored at 10°C (Figure 2) presented a lower germination percentage than untreated seeds. This may be due to phytotoxicity of this growth regulator, since low temperatures stimulate its endogenous production and germination of some non-domesticated species is dependent on low temperatures, whose effects may be replaced by exogenous GA<sub>3</sub> (GUERRA, 2004). However, responses to GA<sub>3</sub> in seed germination are dependent on the species studied and on the concentrations used. In studies of *in vitro* seed germination of forest and/or fruit species, the use of GA<sub>3</sub> in the culture medium at different doses did not improve the performance of seed germination (CALGAROTO et al., 2007; IMATOMI et al., 2009; MENEZES et al., 2010).

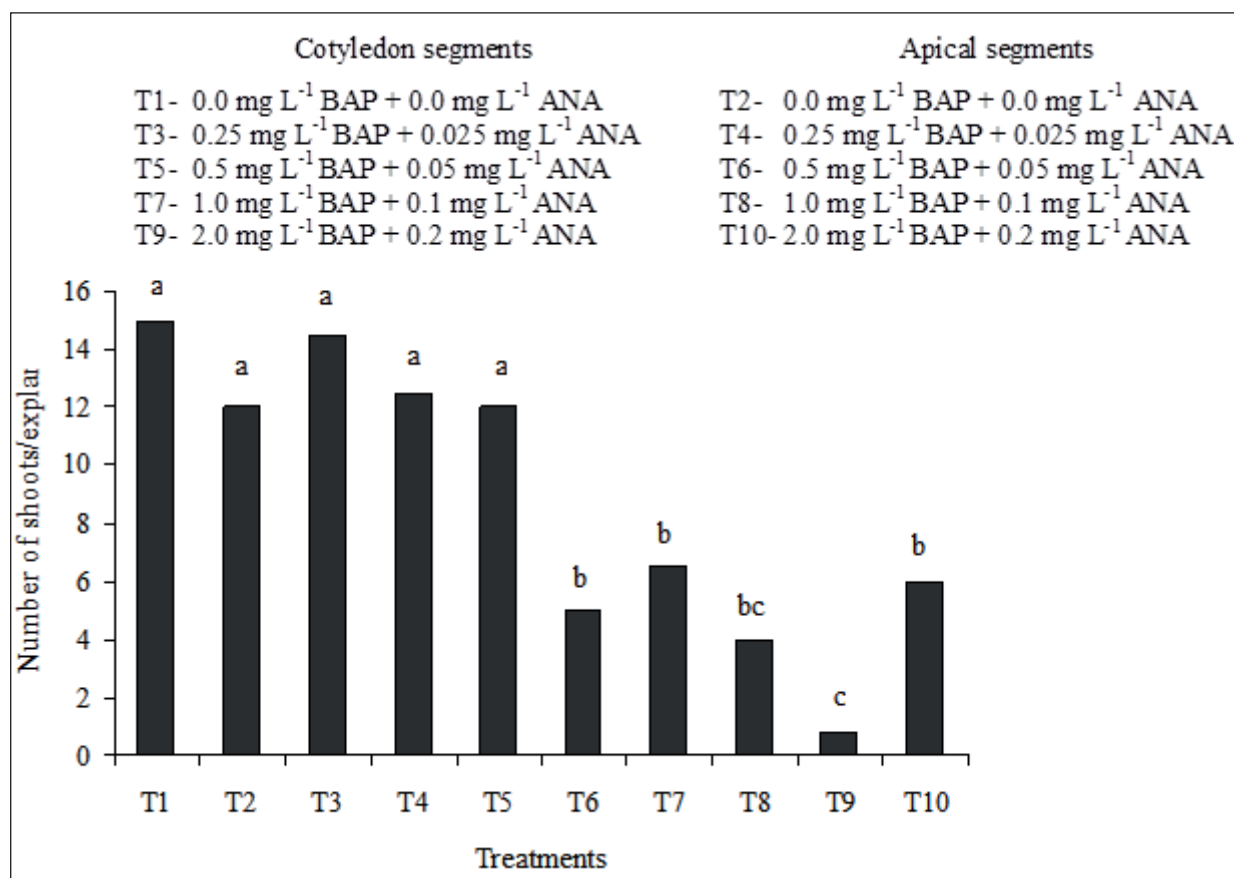
Aseptic seedlings obtained from *in vitro* germination of mature seeds on a photoperiod of 16 h were used as donors of nodal segments (cotyledon and apical) to study plant micropropagation, testing five combinations of NAA and BAP. Figure 3 shows that regardless of the type of explant used, the highest number of aerial shoots occurred in medium without growth regulators and in combination with lower concentrations of BAP and NAA (0.25 mg L<sup>-1</sup> and 0.025 mg L<sup>-1</sup>, respectively), ranging from 14.5 to 15 aerial shoots per explant, with no differences among them ( $p \leq 0.05$ ). These values differed significantly from combinations with higher concentrations of BAP (1.0 to 2.0 mg L<sup>-1</sup>) and NAA (0.1 and 0.2 mg L<sup>-1</sup>), which varied from one to six aerial shoots per explant. The medium containing 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP + 0.05 mg L<sup>-1</sup> NAA was effective for formation of aerial shoots in cotyledon segments (12 per explant), but differed significantly from that of apical segments (five per explant).





The differentiation and growth control of *in vitro* tissue cultures is ascribed to the balance between auxins and cytokinins, which yield enhanced development when utilized in adequate dosages (REZENDE et al., 2011). However, this species, although it has an arboreal habit when adult (BACKES and IRGANG, 2002), the donor seedlings of explants allow the formation of aerial shoots *in vitro* without the use of growth regulators or at low concentrations. The addition of growth regulators has the primary aim of meeting possible deficiencies of endogenous explants isolated from the mother plants. However, this depends on the physiological response of the explant (GRATTAPAGLIA and MACHADO, 1998). The induction of aerial shoots or even of complete plants in medium free of growth regulators may be related to the fact that these explants were taken from seedlings obtained from *in vitro* germination. Similar results were reported in other studies of micropropagation of tree species (VICTÓRIO et al., 2008; KIELSE et al., 2009; FLORES et al., 2009).

**FIGURE 3.** Number of aerial shoots per explant (cotyledon segments and/or apical segments), subjected to different combinations of 6-benzylaminopurine (BAP) and naphthalene acetic acid (NAA), totaling ten treatments, with three replicates per treatment and 15 explants per replicate. Same letters do not differ by the Duncan test ( $p \leq 0.05$ ). **FIGURA 3:** Número de brotações por explante (segmento cotiledonar e/ou segmento apical), submetidos à diferentes combinações de 6-benzil amino purina (BAP) e ácido naftaleno acético (ANA), totalizando dez tratamentos. Foram utilizadas três repetições por tratamento e 15 explantes por repetição. Letras iguais não diferem pelo Teste de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).



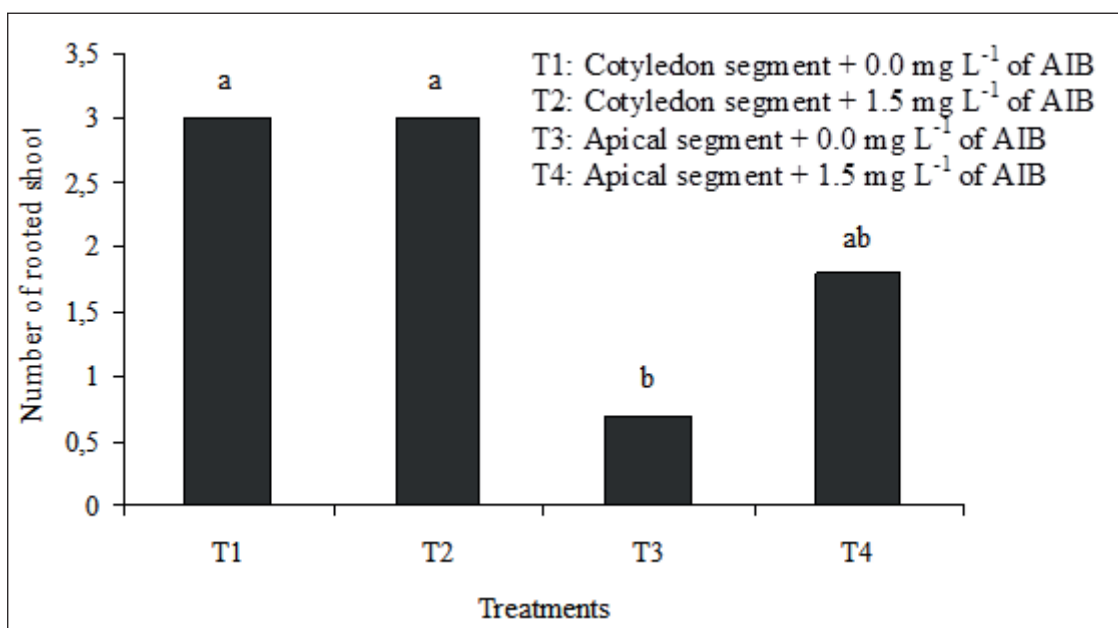
In this study with *Casearia sylvestris*, the treatments did not promote the formation of complete plants. The *in vitro* aerial shoots were transferred to an induction medium for adventitious rooting, keeping the source of explants (cotyledon segments and/or apical segments)



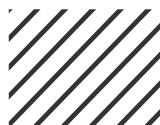


in the absence or presence of IBA ( $1.5 \text{ mg L}^{-1}$ ). Figure 4 shows the results of the adventitious rooting, which was small for all treatments, however, it observed that the origin of the shoots influenced the formation of roots, regardless of the presence or absence of IBA. The largest numbers of rooted shoots occurred in those originated from cotyledon segments, not differing significantly ( $p \leq 0.05$ ) among shoots derived from apical segments, and there was no need for an exogenous source of auxin for the induction of adventitious roots. However, the aerial shoots from apical segments treated with IBA had a better response to rooting, nearly doubling the number of rooted shoots. The obtainment of micropropagated plants in two steps was also reported by Gomes et al. (2010), in a study on *in vitro* propagation of *Maclura tinctoria* (Moraceae), where the maximum shoot formation was obtained when  $5.37 \mu\text{M NAA} + 4.45 \mu\text{M BAP}$  was used and root formation was observed on explants inoculated in WPM and supplemented with  $23.62 \mu\text{M IBA} + 4.7 \text{ g L}^{-1}$  activated charcoal. Fermino Junior and Scherwinski-Pereira (2012), using nodal segments from seedlings germinated *in vitro* in the micropropagation of *Amburana acreana* (Fabaceae), found that the formation of the largest number of aerial shoots occurred with  $4.0 \text{ mg L}^{-1}$  of BAP and the formation of a greater number of roots occurred with  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  of IBA.

**FIGURE 4.** Number of rooted shoots in the presence and absence of indole-3-butyric acid (IBA), with three replicates per treatment and 18 explants per replicate. Same letters do not differ by the Duncan test ( $p \leq 0,05$ ).



According to Fachinello et al. (1995), during the formation of adventitious roots there is an interaction between the auxin provided and the factors that synergistically act in these roots. Endogenous auxins are synthesized in buds and young leaves, being transported via the phloem to other plant organs. Ford et al. (2002) suggest that the IBA exogenously applied is rapidly transported to the leaves enabling a greater production of indole acetic acid (IAA), with subsequent transport to the root initiation region.







Thus, the obtainment of complete plants of *Casearia sylvestris* occurred in two stages, one of formation of aerial shoots followed by that of adventitious rooting. Complete plants were acclimatized and after 45 days of growth, the survival rate was 83% (data not shown).

## ■ CONCLUSION

Mature seeds of *Casearia sylvestris* collected in the spring were positive photoblastic. Immature seeds collected in the spring presented a lower germination potential than the mature seeds, and this potential was greater when previously stored at temperatures of 10°C, regardless of the presence or absence of GA<sub>3</sub>.


Cotyledon segments and apical segments removed from aseptic seedlings obtained from the *in vitro* germination of seeds were found to be effective for the micropropagation of *Casearia sylvestris* plants. In this species, the obtainment of micropropagated plants occurred in two steps: formation of aerial shoots followed by adventitious rooting. A larger number of formed aerial shoots occurred with combinations of lower doses of the growth regulators cytokinin and auxin or in their absence. The adventitious rooting of aerial shoots from cotyledon segments occurred even in the absence of indole-3-butyric acid. Complete plants obtained *in vitro* presented a high survival rate after acclimatization.

## ■ REFERÊNCIAS

1. BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**, 1ª ed. Porto Alegre, 2002. 326p.
2. BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego, CA, USA: Academic Press. 1998.
3. BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. **Interpretação de resultados de germinação**. In: Ferreira AG, Borghetti F. (Orgs). Germinação: do básico ao aplicado. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
4. CALGAROTO, N.S. et al. Germinação *in vitro* de Sementes de *Scutia buxifolia* REISSEK. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n.2, p. 357-359, 2007.
5. DUTRA, L.F. et al. A micropropagação do eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.58, p. 49-59, 2009.
6. FACHINELLO, J.C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2ª ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178p.
7. FERMINO JUNIOR, P.C.P.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J.E. Germinação e Propagação *in vitro* de cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A.C. Smith - Fabaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.1-9, 2012.



8. FLORES, R. et al. Benzilaminopurina (BAP) e thidiazuron (TDZ) na propagação *in vitro* de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v.11, p.292-299, 2009.
9. FORD, Y.Y. et al. Adventitious rooting: examining the role of auxin in easy- and a difficult-to-root plant. **Plant Growth Regulation**, Sydney, v.36, p.149-159, 2002.
10. GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. **Micropropagação**. In: TORRES, A.C. et al. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa Informação tecnológica/ Embrapa Hortaliças, 1998, 509p.
11. GOMES, G.A.C. et al. Micropropagation of *Maclura tinctoria* L.: an endangered woody species. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.1, p.25-30, 2010.
12. GUERRA, M.P. **Giberelinas**. In: KERBAUY, G.B. Fisiologia Vegetal. 1º ed. Editora: Guanabara Koogan, 2004, 452p.
13. HARTMANN, H.T. et al. **Plant Propagation: principles and practices**. 7ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 869p.
14. IMATOMI, M. et al. Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.036-047, 2009.
15. ITOKAWA, H. et al. New antitumor principles, casearins A-F from *C. sylvestris* Sw. (Flacourtiaceae). **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v.38, p.3384-3387, 1990.
16. KIELSE, P. et al. Regeneração *in vitro* de *Parapiptadenia rigida*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.1098-1104, 2009.
17. LAMB, C.R.C. et al. Regeneração de plantas a partir de segmentos de base de folhas em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.751-755, 2011.
18. LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Mediciniais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2008. 544p.
19. MENEZES, T.P. DE et al. Sacarose e GA<sub>3</sub> na germinação de sementes e no desenvolvimento *in vitro* de plântulas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v.6, p.69-75, 2010.
20. MORITA, H. et al. Structures and cytotoxic activity relationship of casearins, new clerodane diterpenes from *Casearia sylvestris* Sw. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v.39, p.693-697, 1991.
21. MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, p.473- 497, 1962.
22. PEREIRA, A. **Guia Prático de Utilização do SPSS**. Análise de dados para Ciências Sociais e Psicologia. 4ª ed. Edições Silabo. Lisboa. 2003.
23. REZENDE, J.C. et al. Effects of auxins and cytokinins on the development of *Coffea arabica* L. somatic embryos. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v.7, p.1-8, 2011.
24. ROSA, S.G.T. DA; FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de plantas lenhosas. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v.15, p.147-154, 2001.

- 
25. SILVA, S.L. da et al. Cytotoxic evaluation of essential oil from *Casearia sylvestris* Sw. on human cancer cells and erythrocytes. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.1, p.107-112. 2008.
  26. SOUSA, C. DA S. et al. Germinação e Indução de Brotações *in vitro* utilizando diferentes reguladores vegetais em Mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p.276-278, 2007.
  27. TAIZ, L.; ZEIGER, E. . **Fisiologia Vegetal**. 5<sup>a</sup> ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 792p.
  28. VICTÓRIO, C.P. et al. Effects of auxins and cytokinins on *in vitro* development of *Alpinia purpurata* K. Schum and phenolic compounds production. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v.4, p.92-98, 2008.
  29. VIEIRA, R.F. et al. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da primeira reunião técnica**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: Ibama: CNPq. 2002.
  30. WERLE, A.L.B. et al. Avaliação da atividade de *Casearia sylvestris* Swartz (Flacourtiaceae) sobre os níveis séricos de triglicerídeos em ratos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.19, p.400-402, 2009.
  31. ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. **Quebra de dormência em sementes**. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

---

# Incremento em área basal e relação hipsométrica de *Tectona grandis* L. f. para a região norte do Estado de Mato Grosso

| **Julio Cesar Wojciechowski**  
UNEMAT

| **Wagner Varanda de Sousa**  
TABOCA S.A.

| **Ronaldo Drescher**  
UFMT

| **Wescley Viana Evangelista**  
UNEMAT

# RESUMO

O presente trabalho capítulo objetivou modelar a relação hipsométrica e o incremento em área basal em um povoamento da espécie *Tectona grandis* na região norte do Estado de Mato Grosso. Esse povoamento possui dois espaçamentos diferentes e com uma série de dados coletados no intervalo dos 2 aos 11 anos de idade. Para relação hipsométrica foram testados sete modelos diferentes em 3 situações de ajuste: ajuste para o espaçamento 3 x 2 m, 3 x 3 m e ajuste misto (3 x 2 + 3 x 3 m). Foi avaliado o crescimento em área basal nos espaçamentos 3 x 2 e 3 x 3 m sendo analisado o incremento corrente anual (ICA), incremento médio anual (IMA) e o número de árvores por hectare. Os modelos (6) " $ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot dap^2$ " e (7) " $1/\sqrt{ht - 1,3} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2$ " obtiveram as melhores estatísticas, com acurácia e sem viés, entretanto o modelo (7) apresentou a melhor performance com um  $R^2_{aj}$  de 0,906; 0,899 e 0,893, respectivamente, para os espaçamentos 3 x 2 m, 3 x 3 m e misto, com um erro padrão baixo e boa distribuição dos resíduos. Em relação aos incrementos, o incremento médio anual em área basal ( $IMA_g$ ) expressou seu máximo crescimento com 2,56  $m^2 \cdot ha^{-1}$  no espaçamento 3x2 e 2,22  $m^2 \cdot ha^{-1}$  no espaçamento 3x3 m, enquanto o incremento corrente anual em área basal ( $ICA_g$ ) obteve 8,27  $m^2 \cdot ha^{-1}$  no espaçamento 3x2 m e 7,49  $m^2 \cdot ha^{-1}$  no espaçamento 3x3 m, ambos os incrementos aos 5 anos de idade do povoamento. O momento indicado como ideal ou idade técnica de corte (ITC) para o povoamento de *Tectona grandis* L. f. nas condições avaliadas se mostrou próximo dos 8 anos de idade para ambos os espaçamentos testados.

**Palavras-chave:** Amazônia Meridional, Relação Altura-Diâmetro, Incremento Corrente Anual (ICA), Incremento Médio Anual (IMA).

## ■ INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande vocação florestal, tanto para florestas naturais, como também para a formação de novos plantios florestais de espécies exóticas com diversas finalidades.

Em geral, a questão florestal no Brasil é abordada por intermédio dos diversos setores que utilizam a floresta como fonte de recurso direto ou indireto, tangível ou intangível. Ora a madeira como matéria-prima principal, frequentemente o de celulose e carvão vegetal, ou sob a perspectiva conservacionista e ambiental.

Observa-se, contudo, que o setor florestal e a atividade de extração de madeira possuem uma dinâmica específica, determinada pela oferta de madeira e pela produtividade dos plantios. No Brasil esse segmento tem encontrado dificuldades na aquisição de madeiras nobres nativas por diversos motivos, questões que envolvem custos de produção e desdobro, preço, logística, entre outros fatores que elevam o preço do produto.

Na região Amazônica brasileira a necessidade de se plantar espécies florestais como forma de diminuir a pressão sobre as florestas nativas também está associada a questão de uniformidade da matéria-prima para fins industriais. Segundo Eden (1982), tal fato teve início na década de 1950, com a instalação de parcelas experimentais de *Tectona grandis* L. f. Estes primeiros ensaios foram instalados através de um termo de cooperação entre a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e a Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), conforme também relatado por FAO (2001).

O setor florestal brasileiro foi responsável pela criação de 6,5 milhões de empregos no país e correspondeu em torno de 4 % do produto interno bruto (PIB) nacional no início da década de 2000, de acordo com Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2006). O estabelecimento, o manejo e a produção de madeira em regime sustentável a partir de plantios florestais se estendem no Brasil já há algum tempo, constituindo o núcleo de uma cadeia produtiva geradoras de riquezas e bem-estar social.

O Brasil situa-se entre os 10 maiores países com maior área de plantios florestais do mundo (MAPA, 2019), contando com cerca de 10,0 milhões de hectares, principalmente de eucalipto e pinus (IBGE, 2020). Segundo Plano Nacional de Florestas do ano de 2000 (MMA, 2000) a maior parte da área reflorestada existente no país formou-se nas décadas de 1970 e 1980. Isso se tornou possível às empresas a execução plantios florestais em larga escala, contando com um incentivo financeiro, uma vez que poderiam abater integralmente do imposto de renda as importâncias comprovadamente aplicadas em reflorestamento, respeitadas o limite de 50% do imposto devido. Com isso, foram plantadas em grande escala no país, principalmente nas regiões sul e sudeste, espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, as quais foram empregadas para produção de celulose, energia, construção civil, etc.





As plantações florestais brasileiras são as mais produtivas do mundo. Em 2018, a produtividade média no Brasil foi de 36,0 m<sup>3</sup>/ha.ano para os plantios de eucalipto, enquanto que pinus atingiu 30,1 m<sup>3</sup>/ha.ano (IBA, 2019). Números diferenciados em relação a produtividade média em outros países e que apontam o elevado potencial natural para o desenvolvimento de atividades florestais.

## Setor florestal do estado de Mato Grosso

O território mato-grossense apresenta um elevado potencial natural para o desenvolvimento de atividades florestais, tanto para florestas nativas, quanto para plantios florestais. O estado de Mato Grosso abrange uma área de 903.357,91 km<sup>2</sup> de extensão, sendo o terceiro maior estado do país, ficando atrás somente do Amazonas e do Pará. A área urbana de Mato Grosso é de 519,7 km<sup>2</sup>, o que coloca o estado em 11º lugar no ranking de estados com maior faixa urbana (GOVERNO DE MATO GROSSO, 2021). O estado corresponde a 10,57% do território nacional e possui três dos principais biomas do Brasil, que são a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal. Destes biomas, grande parte de seu espaço territorial está localizado dentro da região de domínio dos ecossistemas da região Amazônica (469.910 km<sup>2</sup>), correspondente aproximadamente a 52,1% do território do estado, com potencial madeireiro de aproximadamente 400 bilhões de metros cúbicos (SENAI, 2002). O Cerrado ocupa cerca de 38,29 % da área do estado, enquanto cerca de 7,2% é ocupado pelo Pantanal (GOVERNO DE MATO GROSSO, 2021).

No ano de 2019, o estado de Mato Grosso registrou cerca de 190 mil ha de plantios de eucalipto e 70 mil ha de plantios de outras espécies (IBÁ, 2020). De acordo com Shimizu, Klein e Oliveira (2007), no ano de 2007 as espécies mais plantadas no estado eram a teca (33%), seringueira (31%), *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (15%), *Corymbia* (9%), *Eucalyptus camaldulensis* (7%), dentre outras, que somavam juntas 5%.

A espécie *Tectona grandis* L. f., vulgarmente conhecida como teca, apresenta importância econômica para o estado de Mato Grosso. Na década de 1970 foram realizados experimentos na região de Cáceres, pela empresa Cáceres Florestal, onde obtiveram excelentes resultados com essa espécie, que uma espécie exótica originária da Índia. A teca se sobressaiu as demais testadas pela sua rusticidade, crescimento rápido e pelo valor comercial da madeira no mercado internacional, então surgindo como uma alternativa de substituição de outras espécies nativas de maior valor econômico (VEIT, 1996). Essas informações foram decisivas para que, em 1971, fossem implantados os primeiros povoamentos de *Tectona grandis* no Estado de Mato Grosso, com finalidades comerciais.





## Características da espécie *Tectona grandis*

A silvicultura serve como ferramenta indispensável para produzir e manejar florestas naturais, bem como para a formação de novos plantios florestais. Isso é comprovado por sua história no setor florestal brasileiro e mundial, que remonta desde o século XX. Desse modo, Keogh (1996, 2000) mostra a evolução histórica da silvicultura tropical nas experiências realizadas na Índia, por volta de 1800, com as primeiras tentativas de estabelecimento de plantações de teca (*Tectona grandis*) naquele país.

O significado do nome científico *Tectona grandis* é “o maior orgulho dos carpinteiros” tendo origem grega e latim. Existem ainda mais três espécies pertencentes ao gênero *Tectona*, sendo elas a *Tectona hamiltoniana*, *Tectona philippinensis* e *Tectona abludens*, as quais não há ocorrência no Brasil, conforme Tewari (1999).

A *Tectona grandis* é conhecida como teca no Brasil, sendo que na Alemanha, Inglaterra, Índia, Grã-bretanha, Siam, Birmânia, Tailândia, e na maioria dos países do mundo, a espécie é conhecida como *Teak*. Na França e Itália, ela é chamada de *teck*; em Java, de *ojati*; em Laos, Camarões e Tanzânia, de *May sak*; em Burma, chama-se *Kyum*; na Indonésia é conhecida por *tadi*, *Tek* e *Sâgwam*. Na Malásia e Gabun, é *Djati*. No Vietnã, é *Giathi*. No sul da Indonésia, é *Kembal* ou *Semarang*. A teca é chamada no sul da Indonésia e na Tailândia de *Jat* ou *Sak* (WAGENFUHR, 1996).

A teca é nativa das florestas tropicais de monção do Sudeste Asiático (Índia, Mianmar e Tailândia), sendo pertencente à família Verbenaceae. Sua área de ocorrência natural é ampla, estendendo-se entre os paralelos de 09° N e 25° N, compreendendo regiões situadas desde o nível do mar até 1000 metros de altitude, sujeitas a precipitações anuais entre 500 e 5000 mm e a temperaturas absolutas entre a mínima de 2° C e a máxima de 48° C. A teca é uma espécie de hábito pioneiro, isto é, ocupa com velocidade as áreas de clareiras abertas na floresta. É também uma planta heliófita, ou seja, que exige plena exposição à luz solar, não tolerando qualquer forma de sombreamento (CACERES FLORESTAL, 2006).

Ainda segundo Cáceres Florestal (2006), a teca é uma espécie que forma uma árvore de grande porte, podendo alcançar 2,50 m de diâmetro e 50 m de altura. Seu tronco é habitualmente retilíneo, de seção circular e reduzida conicidade. Suas folhas, de inserção oposta, despertam as atenções pelo tamanho, que pode alcançar 60 x 80 cm, e por serem caducas, isto é, elas caem por ocasião da estação seca. As flores, de cor creme, são pequenas, numerosas e encontram-se reunidas em inflorescências do tipo panículas. A floração é intensa e inicia cerca de um mês após as primeiras chuvas, estendendo-se por mais de 60 dias. O fruto é uma drupa, mede de 1 a 2 cm de diâmetro e pode conter até quatro sementes.

A madeira possui alburno amarelo ou esbranquiçado, geralmente delgado, contrastando com o cerne que é castanho-amarelo-dourado. Seu lenho é moderadamente duro, oleoso





ao tato. É leve, com densidade de  $0,6259 \text{ g/cm}^3$  a 12% de umidade, porém resistente. Não empena e pouco se contrai durante a secagem. A casca é gretada e de cor cinza ou marrom, embora não seja grossa cerca de 15 mm, parece ser termo isolante, conferindo elevada resistência ao fogo segundo Lamprecht (1990), Wagenfuhr (1996) e Khedkar (1999).

A madeira da teca apresenta boa reputação e forte procura no mercado internacional, por suas boas qualidades, isto é, uma madeira moderadamente pesada, de boa resistência em relação ao peso, estável, durável, fácil de trabalhar e muito decorativa. No mercado internacional, onde seu preço é elevado, o uso se restringe às aplicações mais nobres, tais como móveis para uso externo, pisos, componentes de decoração interior e exterior (painéis de lâminas faqueadas e lambris) e construção naval. A madeira contém um óleo que impede a corrosão de pregos. No entanto, nos países onde a teca é nativa ou plantada, seu uso é bem mais abrangente, incluindo o emprego generalizado da madeira de pequeno diâmetro dos desbastes e do alburno (CACERES FLORESTAL, 2006).

No estado de Mato Grosso, a teca foi introduzida pelo Engenheiro Agrônomo Luiz Veit, em 1967, num experimento que tinha por objetivo definir uma espécie produtora de madeira nobre adequada ao florestamento da região de Cáceres-MT. Foram testadas, nessa pesquisa, as espécies nativas mogno e cerejeira; e as exóticas, teca, cadam e toona. Dentre as espécies testadas, segundo Veit (1996), a teca foi a que se sobressaiu pelo vigor, rusticidade e excelente forma de fuste. De acordo com Centeno (1997), as características edafoclimáticas que favoreceram sua adaptação, permitiram a redução do ciclo de cultivo para 25 anos na região de Cáceres. A partir desse experimento, a empresa Cáceres Florestal resolveu investir no plantio florestal dessa espécie, sendo a pioneira na implantação de teca no estado de Mato Grosso (CACERES FLORESTAL, 2006).

Com isso, de maneira geral, a produtividade média em plantios de teca situa-se entre 10 a  $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  ano ao longo de 25 anos num regime com 4 desbastes. Cerca de 50 a 60% da produção total é colhida no corte final, correspondendo à cerca de 150 e  $230 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . A madeira do primeiro desbaste é considerada não comercial, porém tem aplicações no meio rural, podendo gerar renda significativa. O quarto desbaste e o corte final concentram o resultado econômico dos plantios comerciais com a teca (ANGELI e STAPE, 2003).

### **Relação hipsométrica**

Existem muitos problemas do setor florestal que geralmente são solucionados com o objetivo de reduzir tempo e custos na coleta dos dados, utilizando-se de instrumentos estatísticos denominados de modelagem de regressão linear ou não linear, capazes de permitir estimativas com boa precisão e eficiência através de correlações.





A modelagem dos fenômenos que retratam o desenvolvimento da floresta tem apresentado recentes desenvolvimentos nas últimas décadas. Os modelos biométricos de prognose estão sendo sofisticados, a fim de propiciar informações cada vez mais detalhadas sobre povoamentos florestais. O uso de modelos matemáticos para relação hipsométrica em inventário florestal vem se constituindo em uma operação rotineira para cálculo de volume de madeira em pé e estimativa da altura das árvores através da relação altura e diâmetro média a 1,3 m (DAP).

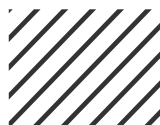
A determinação da altura das árvores em pé através de instrumentos específicos é uma operação onerosa e sujeita a erros. Desse modo, procura-se medir as alturas de algumas árvores nas parcelas do inventário e, através de relações hipsométricas, estimar as demais através de análises de regressões. Em seguida, conhecendo-se a altura total e o DAP de cada árvore da parcela pode-se estimar o volume de cada uma, através das equações de volume.

Duas situações podem ser consideradas na relação altura e diâmetro (HD). A primeira se refere a povoamentos em sítios bem definidos, bem formados e que conduzidos nesta situação espera-se uma correlação alta entre as variáveis diâmetro e altura, pois haverá maior homogeneidade na população considerada. Na segunda situação, em povoamentos mais antigos, malconduzidos ou em sítios não muito bem definidos, espera-se uma correlação baixa entre as variáveis diâmetro e altura. Haverá, neste caso, uma maior heterogeneidade na população considerada (SCOLFORO, 1997).

Dentre as diversas variáveis que afetam a relação HD, Batista, Couto e Marquesini (2001) destacam: sítio (HÖKKÄ, 1997; FANG e BAILEY, 1998), idade (CURTIS, 1967; OMULE e MACDONALD, 1991), variação genética (KNOWE e FOSTER, 1998), tratamentos silviculturais (ZHANG, BURKHART e AMATEIS, 1997) e sistema de amostragem (ARABATZIS e BURKHART, 1992).

A idade do povoamento afeta a HD pois, à medida em que aumenta, as diferenças entre as curvas tendem a diminuir gradativamente, pois quando a árvore atinge seu clímax, o seu crescimento em altura e diâmetro será reduzido e, conseqüentemente, as mudanças na relação entre altura e diâmetro serão muito menores. Portanto, em inventários sucessivos não se deve utilizar a mesma relação e sim refazê-la a partir de novos dados (FINGER, 1992).

Vários modelos estatísticos podem se adequar à relação hipsométrica, segundo Barros et al. (2004). Em geral, o ajuste da relação hipsométrica pode ser dado por uma parábola de segundo grau, bem como por equações logarítmicas, dentre outras. A precisão da relação hipsométrica depende da estrutura e homogeneidade do povoamento, entre outros fatores, sendo esta homogeneidade é afetada por fatores como erros de medição, além das condições biológicas, clima, concorrência, entre outros (ASSMANN, 1961).





Os critérios para a seleção do melhor modelo de regressão são diversos. Alguns autores usam somente um parâmetro estatístico, o que pode ser perigoso, segundo Finger (1992), por não definir com certeza a viabilidade do modelo ajustado. De acordo com o autor, as estatísticas do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), do erro padrão residual % ( $S_{yx\%}$ ) e a análise da distribuição dos resíduos usados em conjunto possibilitam selecionar mais eficientemente um modelo de relação hipsométrica.

## Crescimento

O crescimento da árvore pode ser definido como uma mudança de magnitude de qualquer característica mensurável, como diâmetro, altura, volume, peso, biomassa, etc. O crescimento de árvores individuais pode ser entendido como o somatório da divisão, alongamento e engrossamento de suas células. O crescimento longitudinal do tronco da árvore é pelo meristema primário, enquanto que o crescimento em diâmetro é originário do meristema secundário ou câmbio vascular, estes influenciados diretamente por fatores genéticos da espécie, interagindo com o meio (fatores climáticos, solo, topografia e competição) conforme Finger (1992) e Scolforo (1997).

Schneider (1993) afirma que, para o manejador florestal inferir no crescimento de uma determinada árvore ou povoamento, faz-se necessário saber quais os fatores que afetam o crescimento, dentre parâmetros relacionados à radiação solar, temperatura, disponibilidade de água, teor de nutrientes dos solos,  $CO_2$  e conteúdo de clorofila. A disponibilidade desses fatores vai depender da concorrência das árvores entre si no povoamento e esta pode ser trabalhada através dos desbastes.

O crescimento de qualquer das variáveis dendrométricas (altura, diâmetro, área basal ou volume) pode ser avaliado segundo as modificações de qualquer uma destas dimensões acumuladas ao longo do tempo. A essa característica é que se chama de incremento, pode ser definido como o crescimento da árvore ou de um povoamento florestal em um determinado período, sendo que este período pode ser expresso em dias, meses, anos, décadas etc. (FINGER, 1992).

Conseqüentemente, a intensidade de crescimento é traduzida em termos de acréscimos que as variáveis consideradas sofrem durante determinado período. Portanto, deve-se definir o tipo de acréscimo que se pretende manejar, para interpretá-lo de maneira correta (BRUCE e SCHUMACHER, 1950)



## ■ OBJETIVOS

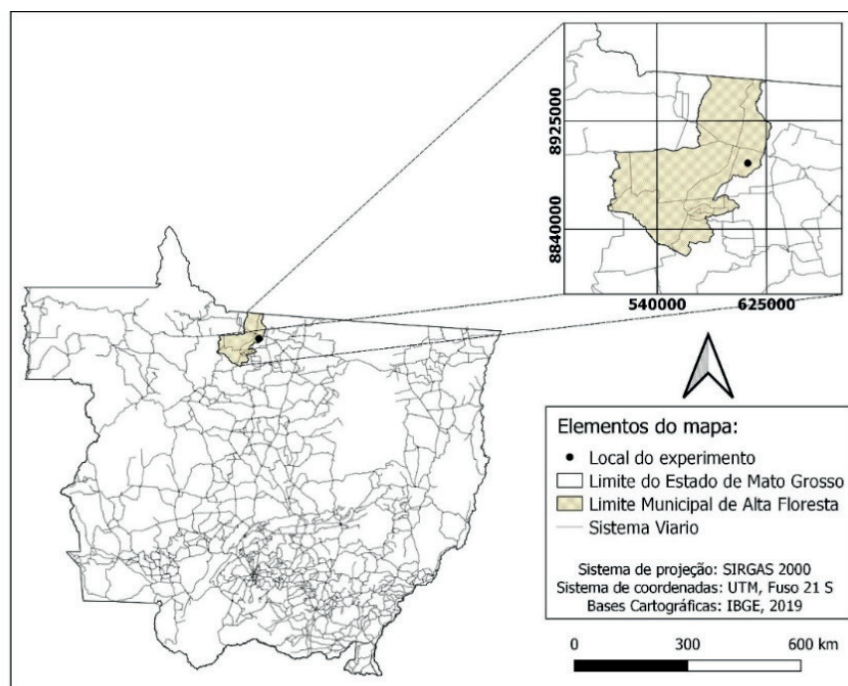
O presente trabalho visa modelar a relação hipsométrica e o incremento em área basal para a espécie *Tectona grandis* plantada com dois espaçamentos diferentes, em uma série de dados coletados dos 2 aos 11 anos de idade.

## ■ MÉTODOS

### Área de estudo

A pesquisa foi realizada em um povoamento homogêneo da espécie *Tectona grandis* presente em uma área de 137 ha, implantado no ano de 1996, pertencente à fazenda I.D.C, localizada no município de Alta Floresta, região do extremo norte do estado de Mato Grosso (Figura 1).

Figura 1. Localização geral da área de estudo.



O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, sendo tropical de monções, com nítida estação seca (ALVARES et al., 2014), com média pluviométrica de 2250 mm e de temperatura de 25°C.

A topografia da área é considerada como plana a suavemente ondulada, com solo predominantemente é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico. A vegetação próxima a área de estudo é classificada como Floresta Tropical Densa Aberta (floresta de transição), com a ocorrência de espécies de valor comercial, tais como: *Erisma uncinatum* Warm (cedrinho), *Parkia pendula* Willd. Benth. Walp (angelim-saia), *Dipteryx odorata* Aubl.





Macbr. (cumaru), *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll. Arg. (peroba-rosa), *Apuleia leiocarpa* Vog. Macbr. (garapeira) entre outras (RADAMBRASIL, 1980).

A coleta dos dados foi realizada em inventários sucessivos do segundo ao décimo primeiro ano do povoamento em 9 parcelas permanentes de 900 m<sup>2</sup> cada, em dois espaçamentos distintos sendo de 3 x 2 e 3 x 3 m. Procedeu-se o registro das informações do diâmetro medido na altura do peito (dap) e altura total (ht) de todos os indivíduos da amostra, como auxílio de trena e hipsômetro Vertex III, respectivamente. Entre os anos 2000 a 2002 (5º e 7º anos) essa área recebeu tratamentos silviculturais com desrama e desbaste seletivo, onde foi privilegiado a permanência de alguns indivíduos visando a máxima qualidade. Toda análise dos dados que segue foram planilhados e analisados no software Microsoft Excel 365 e Qgis 3.10 codinome “A Coruña”.

### Modelagem da relação hipsométrica (HD)

Foram testados 7 modelos de relação hipsométrica (Tabela 1) e 3 métodos de ajuste sendo: ajuste da relação HD para o espaçamento 3 x 2 m (2144 indivíduos), ajuste da relação HD para o espaçamento 3 x 3 m (3223 indivíduos) e o ajuste para o conjunto de dados total denominado neste trabalho de ajuste misto (5367 indivíduos), utilizando para todos os modelos o método de ajuste dos mínimos quadrados ordinários (MMQ).

**Tabela 1.** Modelos de relação HD testados nos espaçamentos 3 x 2, 3 x 3 m e misto

n.	Modelo	Autor
(1)	$ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \epsilon_i$	Linear simples
(2)	$\ln(ht) = \beta_0 + \beta_1 / dap + \epsilon_i$	Curtis
(3)	$\ln(ht - 1,3) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(dap^{-1}) + \epsilon_i$	--
(4)	$\ln(ht) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(dap) + \epsilon_i$	Stoffels e Soest
(5)	$ht - 1,3 = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \epsilon_i$	--
(6)	$ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot dap^2 + \epsilon_i$	Trorey (parabólico)
(7)	$1/\sqrt{ht - 1,3} = \beta_0 + \beta_1 / dap + \beta_2 / dap^2 + \epsilon_i$	Drescher

Onde: ht – altura total;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  – coeficientes do modelo; ln – logaritmo natural; dap – diâmetro medido na altura do peito (1,30 m);  $\epsilon_i$  – erro aleatório.

Os critérios de seleção do modelo mais adequado para descrever a relação hipsométrica da espécie na região baseou-se nas seguintes medidas de qualidade, sendo: maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), menor erro-padrão da estimativa absoluto ( $S_{yx}$ ) e relativo ( $S_{yx\%}$ ), teste “F” da análise de variância (ANOVA) da regressão e a distribuição gráfica dos resíduos, realizado para todos os modelos, porém plotado apenas no modelo de melhor performance (THOMAS et al., 2006; RIBEIRO et al., 2010), definidos pelas seguintes formulações:



$$R^2_{aj.} = \left( \frac{n-1}{n-p-1} \right) * \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (ht_i - \hat{ht})^2}{\sum_{i=1}^n (ht - \bar{ht})^2} \right) \quad (1)$$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ht_i - \hat{ht})^2}{n-p-1}} \quad (2)$$

$$S_{yx\%} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ht_i - \hat{ht})^2}{n-p-1}}}{\bar{ht}} * 100 \quad (3)$$

$$Resíduos (\%) = \left( \frac{ht_i - \hat{ht}_i}{ht_i} \right) * 100 \quad (4)$$

Onde:  $n$  = número de observações;  $p$  = número de parâmetros;  $ht_i$  = valores medidos da variável dependente (m);  $\hat{ht}_i$  = valores estimados da variável dependente (m);  $\bar{ht}$  = valor médio da variável dependente (m);  $S_{yx}$  = erro padrão da estimativa absoluto em metros;  $S_{yx\%}$  = erro padrão percentual,  $R^2_{aj.}$  = coeficiente de determinação ajustado.

O coeficiente de determinação “R<sup>2</sup>” expressa a quantidade da variação explicada pela regressão. Como o coeficiente de determinação é crescente à medida que se inclui uma nova variável ao modelo matemático, utilizou-se o coeficiente de determinação ajustado “R<sup>2</sup><sub>aj.</sub>”, que pondera e penaliza modelos como maior número de coeficientes, equiparando de maneira justa modelos simples e múltiplos para fins de comparação. Já o erro padrão de estimativa tanto absoluto “S<sub>yx</sub>” como relativo “S<sub>yx%</sub>” medem a dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão.

O teste “F” a 5% de probabilidade foi utilizado para verificação geral da regressão, sendo que valores de F abaixo desse limite indicam que a regressão não é válida, ou seja, nenhuma das variáveis independentes possui efeito explicativo na variável resposta, no caso, altura total (ht).

Os pressupostos da ANOVA exigem que os resíduos de uma regressão devem seguir distribuição normal, ser independentes e com variância constante. Uma das ferramentas eficientes aplicadas neste trabalho para se verificar isso é a análise gráfica dos resíduos, que nos permite avaliar se os modelos ou o modelo escolhido estima a variável dependente de maneira coerente ao longo da regressão, sendo que o formato desejado é um padrão de distribuição aleatório e com baixa dispersão das alturas estimadas.

Padrões residuais em formato de arco ou cone indicam variâncias heterocedásticas (variância não constante e/ou com forte dispersão). Essa análise é extremamente útil pois, em alguns casos, modelos podem apresentar elevados valores do coeficiente de determinação até mesmo um erro padrão de estimativa considerado baixo, porém ao analisarmos os resíduos, estes apresentam distorções que trazem viés na estimativa da variável dependente, tornando o modelo inapropriado.



Os valores estimados de altura para todos os modelos logarítmicos, foram recalculados para remoção do antilogaritmo e após corrigidos pelo Fator de Correção de Meyer (FCM) de acordo com Sprugel (1983) e Schneider (1997).

$$FCM = e^{0,5 \cdot S_{yx}^2} \quad (5)$$

Onde: e = 2,718281828 (base do log natural ou neperiano).

## Avaliação dos incrementos

Para determinação das curvas de crescimento e produção em área basal, bem como o momento ideal de intervenções silviculturais como desbaste ou mesmo corte raso, foi calculado o incremento corrente anual (ICA), incremento médio anual (IMA) e a produção em área basal por hectare nos espaçamentos 3 x 2 e 3 x 3 m.

O valor do incremento corrente anual (ICA) expressa o aumento da dimensão da variável analisada entre o início e o fim da estação de crescimento, em um período de 12 meses, enquanto que o IMA é a média anual do crescimento para qualquer idade (FINGER, 1992), de acordo com as respectivas fórmulas:

$$ICA_g = y(t) - y(t-1) \quad (4)$$

$$IMA_g = y(t) / t \quad (5)$$

Onde: y = variável considerada ( $g \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), t = ano ou idade de referência

## ■ RESULTADOS

### Modelagem da relação hipsométrica (HD)

A relação hipsométrica apresentou uma coerência biológica para a maioria dos modelos testados, em especial para os modelos (6) " $ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{dap} + \beta_2 \cdot \text{dap}^2 + \varepsilon_i$ " e (7) " $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/\text{dap} + \beta_2/\text{dap}^2 + \varepsilon_i$ " além de forte semelhança em relação aos parâmetros de qualidade do ajuste como, coeficiente de determinação e o erro padrão da estimativa absoluto e relativo para as três situações de espaçamento testadas (Tabela 2).





**Tabela 2.** Parâmetros da regressão ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ ) e estatísticas de precisão (coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ) e erro padrão da estimativa absoluto ( $S_{yx}$ ) e relativo ( $S_{yx\%}$ ), para os modelos hipsométricos ajustados no povoamento de *Tectona grandis* nos espaçamentos 3 x 2, 3 x 3 m e misto

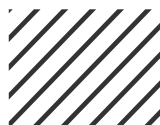
Modelos	Coeficientes			$R^2_{aj.}$	$S_{yx}$ (m)	$S_{yx\%}$
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$			
Ajuste para o espaçamento 3x2 m						
(1)	1,9586*	0,7296*		0,850	1,61	15,22
(2)	3,0386*	-7,0866*		0,897	0,15	1,44
(3)	-0,4275*	-1,0703*		0,895	0,19	1,79
(4)	0,2007*	0,8764*		0,904	0,15	1,39
(5)	0,6586*	0,7296*		0,850	1,61	15,22
(6)	-1,6646*	1,4659*	-0,0304 <sup>ns</sup>	0,890	1,37	12,99
(7)	0,1760*	1,6650*	0,6100*	0,906	0,04	0,36
Ajuste para o espaçamento 3x3 m						
(1)	1,9655*	0,6649*		0,820	1,79	16,42
(2)	3,0252*	-7,5837*		0,879	0,17	1,54
(3)	-0,5721*	-1,0846*		0,885	0,20	1,85
(4)	0,1036*	0,8807*		0,892	0,16	1,44
(5)	0,6655*	0,6649*		0,820	1,79	16,42
(6)	-1,6548*	1,3295*	-0,0248 <sup>ns</sup>	0,858	1,59	14,57
(7)	0,1719*	1,9159*	0,4953*	0,899	0,04	0,38
Ajuste misto (3 x 2 + 3 x 3 m)						
(1)	2,1045*	0,6776*		0,822	1,77	16,44
(2)	3,0249*	-7,3147*		0,881	0,17	1,53
(3)	-0,4815*	-1,0655*		0,880	0,20	1,89
(4)	0,1680*	0,8685*		0,889	0,16	1,48
(5)	0,8045*	0,6776*		0,822	1,77	16,44
(6)	-1,6134*	1,3843*	-0,0273 <sup>ns</sup>	0,865	1,54	14,32
(7)	0,1761*	1,7766*	0,5940*	0,893	0,04	0,38

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup>não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O teste F foi significativo para todos os modelos testados nas três situações de ajuste, ao nível de 5% de probabilidade, desta forma podemos afirmar que pelo menos uma variável independente explica a variação na variável dependente ou variável resposta.

Podemos notar ao observarmos os resultados da Tabela 2, que o modelo (7) " $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2 + \varepsilon_i$ " obteve as melhores estatísticas de qualidade no ajuste sendo um  $R^2_{aj.}$  de 0,9206; 0,899 e 0,893 respectivamente para os espaçamentos 3 x 2, 3 x 3 m e misto; da mesma forma, um erro padrão de estimativa tanto absoluto como relativo mais baixo dentre todas as situações. O valor do  $F_{calc}$  para o melhor modelo (7) " $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2 + \varepsilon_i$ " foi de 10418; 14391 e 22478, respectivamente, para os espaçamentos 3 x 2 m, 3 x 3 m e misto.

A distribuição dos resíduos para o modelo escolhido se mostrou, de maneira geral sem tendências aparentes, bem distribuídos e com baixa dispersão relativa ao longo dos valores da variável independente (dap) nas três situações testadas, o que pode ser constatado

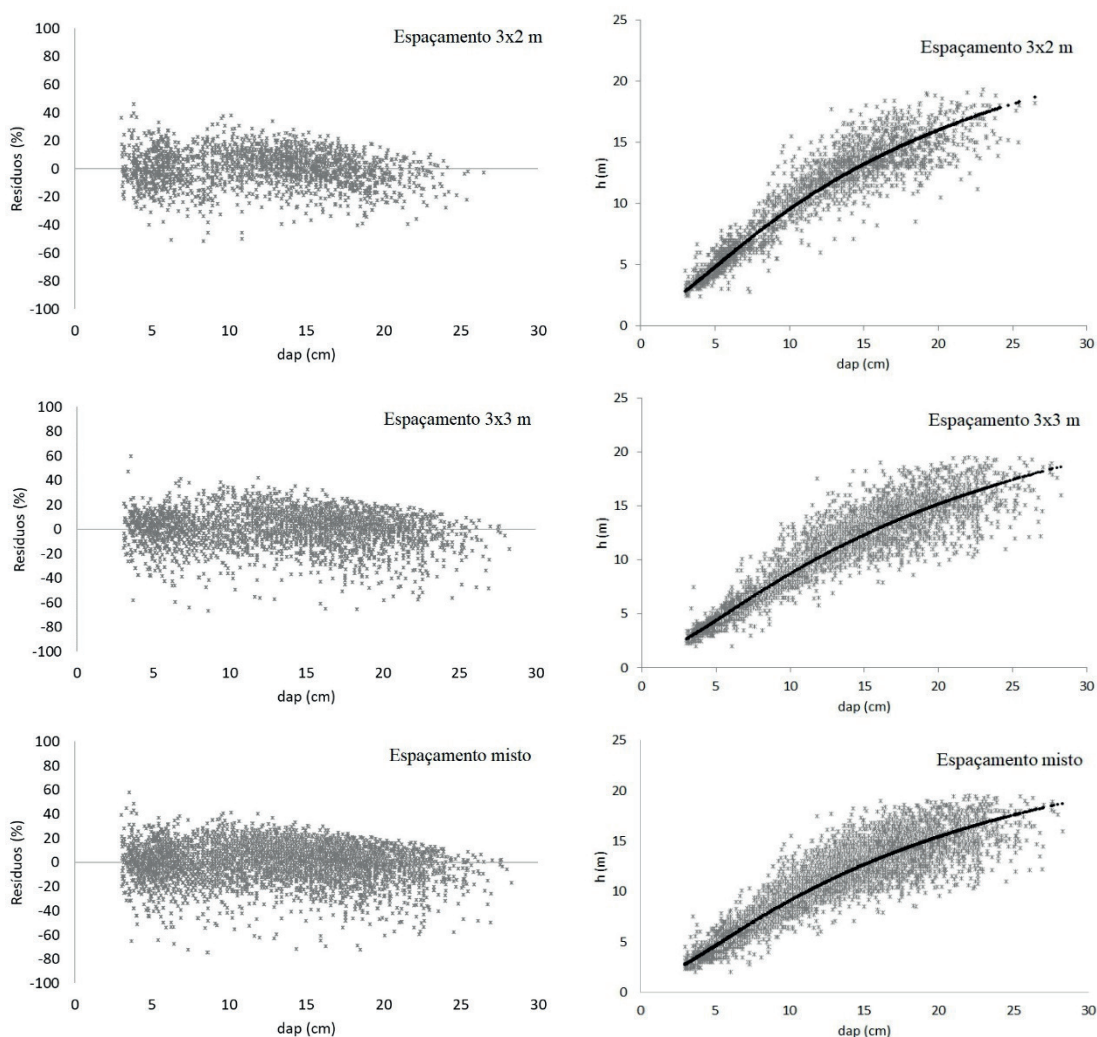




também no gráfico de aplicação do modelo aos valores observados de diâmetro e altura para a espécie (Figura 2).

Analisando as estatísticas de qualidade do ajuste juntamente com os resultados da distribuição dos resíduos podemos dizer que o modelo (7) “ $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2 + \varepsilon_i$ ”, é de fato um modelo de consenso que ajusta de maneira eficiente as alturas do 2º até o 11º ano de idade do povoamento de *Tectona grandis* para a região norte do estado de Mato Grosso, sem distinção dos espaçamentos testados, o que torna prático seu uso.

**Figura 2.** Distribuição dos resíduos em função do dap (cm) para o povoamento de *Tectona grandis* nos espaçamentos 3x2, 3x3 m e misto.



### Avaliação dos incrementos

Verificou-se que a área basal até o 7º ano é maior no espaçamento 3 x 2 m, o que era esperado, devido à maior densidade de plantio, sendo 1030 árvores.ha<sup>-1</sup>, densidade esta que é 30 % menor no espaçamento 3 x 3 m, com 717 árvores.ha<sup>-1</sup>. A partir do 8º ano, podemos observar a resposta da área basal ao desbaste efetuado, com um redução de 38





% no número de árvores por hectare no espaçamento 3 x 2 m e 35 % no espaçamento 3 x 3 m (Tabela 3).

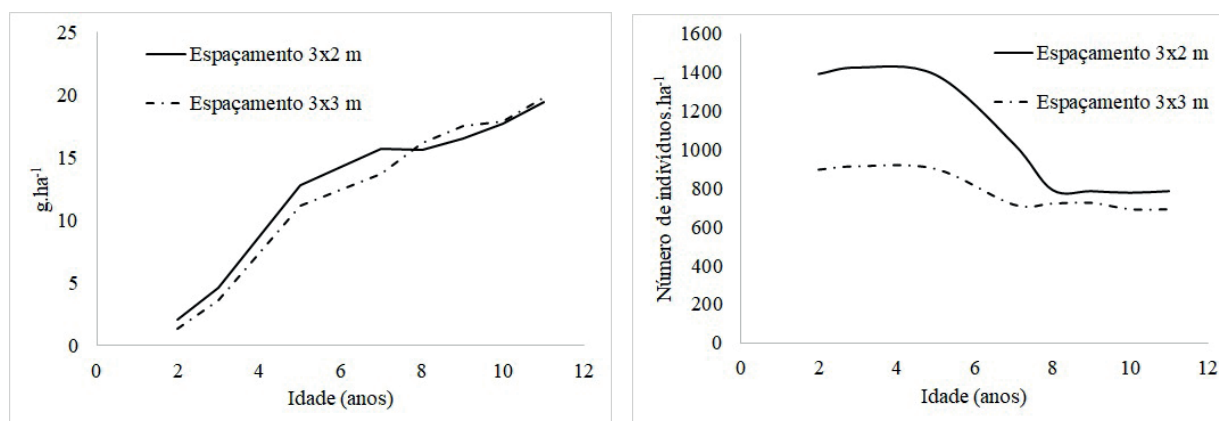
**Tabela 3.** Número de árvores e área basal por hectare nos espaçamentos 3 x 2 e 3 x 3 m em diferentes idades em um povoamento de *Tectona grandis* na região norte do Estado de Mato Grosso.

Idade (anos)	2	3	5	7	8	9	10	11
Espaçamento 3x2 m								
Número de árvores.ha <sup>-1</sup>	1389	1422	1385	1030	789	782	774	782
g.ha <sup>-1</sup>	2,01	4,58	12,82	15,68	15,59	16,48	17,68	19,43
ICAg m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	2,01	2,57	8,27	2,86	0,10	0,89	1,2	1,75
IMAg m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	1,01	1,53	2,56	2,24	1,95	1,83	1,77	1,76
Espaçamento 3x3 m								
Número de árvores.ha <sup>-1</sup>	894	911	898	717	722	726	693	693
g.ha <sup>-1</sup>	1,33	3,63	11,12	13,68	16,15	17,48	17,86	19,81
ICAg m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	1,33	2,30	7,49	2,56	2,47	1,32	0,38	1,95
IMAg m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	0,66	1,21	2,22	1,95	2,02	1,94	1,79	1,80

Onde: g.ha<sup>-1</sup> – área basal por hectare; ICAg m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> – incremento corrente anual em área basal por hectare; IMAg m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> – incremento médio anual em área basal por hectare.

Ao avaliarmos a projeção das curvas da área basal ao longo do crescimento do povoamento, esta foi ligeiramente superior até o 8º ano no espaçamento 3 x 2 m, quando houve uma inversão após o desbaste com leve superioridade desta variável no espaçamento 3 x3 m. Mesmo com um menor número de árvores neste espaçamento, estas tiveram mais espaço para crescimento refletindo nos valores da área basal por hectare (Figura 3)

**Figura 3.** Produção em área basal por hectare (g.ha<sup>-1</sup>) e número de árvores por hectare (Número de indivíduos.ha<sup>-1</sup>) nos espaçamentos 3x2 e 3x3 m para a espécie *Tectona grandis*.



Os incrementos ICA e IMA aumentam até o 7º ano no espaçamento 3 x 2 m, quando após este período, ocorreu uma redução no número de árvores 1030 para 789, ou seja, redução de 23,4%, que se refletiu mais fortemente na curva do ICA, que é mais instável em relação ao IMA.

Para o espaçamento 3 x 3 m a redução do número de árvores no povoamento ocorreu no 5º ano, de 898 para 717 árvores.ha<sup>-1</sup>, ou 20,16 %, com o nível de desbaste mais leve em





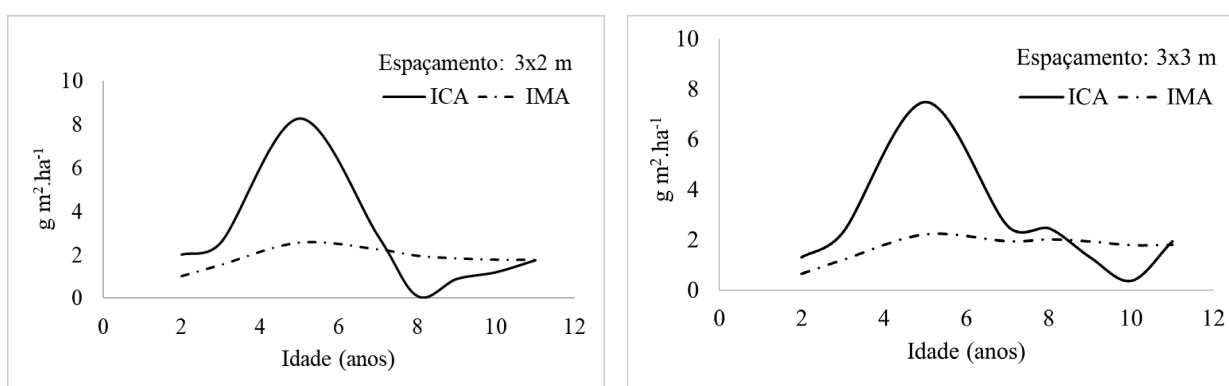


relação ao espaçamento 3 x 2 m. Aos 10 anos de idade, para o mesmo espaçamento, o ICA<sub>g</sub> foi o menor, com 0,38 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, devido à redução de 33 indivíduos por causa de mortalidade.

O IMA expressou seu potencial de crescimento máximo em área basal aos 5 anos, sendo 2,56 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 2,22 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para os espaçamentos 3 x 2 m e 3 x 3 m, após o povoamento já entrar em processo de desaceleração de crescimento, conforme podemos observar na Figura 4.

Entre o 5<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> ano de idade do povoamento ocorreu um desbaste, reduzindo em 20,16 % o número de árvores por hectare, resultado refletido ao observarmos o decréscimo na curva do ICA e a oscilação no IMA entre o 7<sup>o</sup> e 8<sup>o</sup> ano (Figura 4).

**Figura 4.** Incremento corrente anual (ICA) e incremento médio anual (IMA) para espécie *Tectona grandis* nos espaçamentos 3x2m e 3x3 m.



No espaçamento 3 x 3 m os resultados foram semelhantes aos do espaçamento 3 x 2 m, tanto ICA quanto IMA. O máximo do crescimento do povoamento foi aos 5 anos, com 7,49 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, para o ICA e o IMA, com 2,22 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. O ponto de inflexão dessa curva ocorreu aos 5 anos para ambos os espaçamentos testados, sendo que ele representa o ponto de máximo ICA (Figura 4).

## ■ DISCUSSÃO

O modelo que melhor representou a relação hipsométrica no presente estudo foi o de n<sup>o</sup> (7) “ $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2 + \varepsilon_i$ ”. Quando aplicado aos dados em estudo, ele obteve parâmetros de qualidade de ajuste mais acurados. Apresentou um R<sup>2</sup><sub>aj.</sub> de 0,906; 0,899 e 0,893, respectivamente, para os espaçamentos 3 x 2, 3 x 3 m e misto. Um erro padrão de estimativa de S<sub>yx</sub> = 0,36% no espaçamento 3 x 2 m e 0,38% no espaçamento 3 x 3 m e ajuste misto (3 x 2 + 3 x 3 m). O uso e aplicação do modelo “ $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2 + \varepsilon_i$ ” em povoamentos de *Tectona grandis* no estado do Mato Grosso chama a atenção pelo histórico de bom desempenho, obtido também por outros autores conforme segue.

Na região Centro-Norte do Mato Grosso, Drescher et al (2001) obtiveram como melhor o modelo “ $1/\sqrt{(ht - 1,3)} = \beta_0 + \beta_1/dap + \beta_2/dap^2$ ” com R<sup>2</sup><sub>aj.</sub> de 0,82 e um erro padrão de





estimativa de  $S_{yx} = 1,7\%$ . Enquanto que esse mesmo modelo testado na região Noroeste e Sul do estado de Mato Grosso obteve como parâmetros de ajuste um  $R^2_{aj.}$  de 0,89 e um erro padrão de estimativa de  $S_{yx} = 8,0\%$  (DRESCHER, 2004) ambos resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho.

Em pesquisa da relação HD para mesma espécie do presente estudo no município de Monte Dourado, Pará o modelo (7) se destacou entre os 10 modelos testados com um  $R^2_{aj.}$  de 0,848 e um erro padrão da estimativa percentual de 11,94 (ROSSI, 2011).

Higuchi (1979) realizou trabalhos de modelagem hipsométrica na região de Cáceres, estado de Mato Grosso, onde encontrou o modelo “ $\log(h) = \beta_0 + \beta_1/d$ ” como de melhor performance com  $R^2_{aj.} = 0,94$  e  $S_{xy} = 0,0315$ , para *Tectona grandis* L. f. plantada em espaçamento 3x2 m com idade de 6 a 8 anos, sem desrama ou desbaste. No presente estudo o mesmo modelo apresentou bons resultados, com um  $R^2_{aj.}$  de 0,897; 0,879 e 0,881, respectivamente, para os espaçamentos 3 x 2, 3 x 3 m e misto, com um erro padrão da estimativa percentual de 1,44 (3 x 2 m); 1,54 (3 x 3 m) e 1,53 (espaçamento misto).

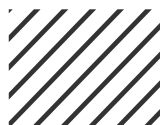
Em relação aos incrementos avaliados, o IMA expressou seu máximo crescimento aos 5 anos, com  $2,56 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento 3 x 2 m e  $2,22 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento 3 x 3 m, enquanto o ICA teve seu ponto de inflexão aos 5 anos, para ambos os espaçamentos. Entre o ponto de inflexão do ICA e o valor máximo do IMA, o povoamento entra em uma fase de desaceleração, porém os incrementos médios ainda sobem até que as duas curvas se interceptam, indicando o momento ideal para realização de intervenções silviculturais, como desbaste ou corte raso, conhecida com idade técnica de rotação (ITC) (CAMPOS e LEITE, 2006)

O desbaste realizado entre o 5º e 7º ano no espaçamento 3 x 3 m ocorreu antes do momento ideal, pois o ponto de interseção (ITC) se mostrou próximo dos 8 anos de idade do povoamento, sendo que é a partir deste ponto que o povoamento decresce em produção. Como o desbaste foi realizado logo após o ponto de inflexão do ICA, perdeu-se boa parte da desaceleração do IMA e um importante momento do crescimento que impacta significativamente o incremento das árvores (FINGER, 1992; SCHNEIDER, 1993; CAMPOS e LEITE, 2006).

## ■ CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os modelos para relação hipsométrica apresentaram bons ajustes em relação aos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ), porém ao analisarmos os resíduos, cinco dos sete modelos testados apresentaram vieses de estimativas ao longo da regressão.

Os modelos (6) “ $ht = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{dap} + \beta_2 \cdot \text{dap}^2$ ” e (7) “ $1/\sqrt{ht - 1,3} = \beta_0 + \beta_1/\text{dap} + \beta_2/\text{dap}^2$ ” obtiveram os melhores resultados incluindo os resíduos bem distribuídos e sem vieses, contudo o modelo (7) apresentou a melhor performance em todos os métodos de espaçamento





testados, considerando as condições do estudo com *Tectona grandis*, na região norte do estado de Mato Grosso.

Em relação aos incrementos, o  $IMA_g$  expressou seu máximo crescimento com  $2,56 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento  $3 \times 2 \text{ m}$  e  $2,22 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento  $3 \times 3 \text{ m}$ , enquanto o  $ICA_g$  obteve  $8,27 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento  $3 \times 2 \text{ m}$  e  $7,49 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  no espaçamento  $3 \times 3 \text{ m}$ , ambos os incrementos aos 5 anos de idade do povoamento.

O momento indicado como ideal ou idade técnica de corte (ITC) para o povoamento de *Tectona grandis* nas condições avaliadas foi próximo dos 8 anos de idade para ambos os espaçamentos testados.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em <[10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)>. Acesso em: 25 fev. 2021.
2. ANGELI, A.; STAPE, J. L. Identificação de espécies florestais: *Tectona grandis* (teca). Piracicaba: IPEF, 2003.
3. ARABATZIS, A. A.; BURKHART, H. E. An evaluation of sampling methods and model form for estimating height-diameter relationships in Loblolly pine plantations. **Forest Science**, v. 38, n. 1, p. 192-198, fev. 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/forestscience/38.1.192>>. Acesso em: 24 fev. 2021.
4. ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1961. 506 p.
5. BARROS, D. A.; MACHADO, S. A.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; SCOLFORO, J. R. S. Comportamento de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de *Pinus oocarpa* em diferentes tratamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], n. 45, p. 3–28, 2002. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1747>>. Acesso em: 24 fev. 2021.
6. BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de floresta. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 149-163, dez., 2001. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr60/cap12.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2021.
7. BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. X. **Forest mensuration**. New York: McGraw-Hill, 1950. 483 p.
8. CÁCERES FLORESTAL. **Manual do cultivo da teca**. 3. ed. Cáceres: [s.n.], 2006. 32 p. Disponível em: <[http://www.caceresflorestal.com.br/Manual\\_do\\_cultivo\\_da\\_teca-Caceres\\_Florestal.pdf](http://www.caceresflorestal.com.br/Manual_do_cultivo_da_teca-Caceres_Florestal.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2021.
9. CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 470 p.
10. CENTENO, J. C. El manejo de las plantaciones de teca. **Actualidad Forestal Tropical**. v. 5, n. 2, p. 10-12, 1997.



11. CURTIS, R. Height-diameter and height-diameter-age equations for second-growth Douglas-fir. **Forest Science**, v. 13, n. 4, p. 365-375, dez. 1967. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/forestscience/13.4.365>>. Acesso em: 24 fev. 2021.
12. DRESCHER, R; SCHEEREN, L. W.; MEDEIROS, J. G. S.; BERTAZO, J. Modelos de relação hipsométricas para *Tectona grandis* L.f. no estado do Mato Grosso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. v.1, p. 44-61.
13. DRESCHER, R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso – Brasil.** 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3722/RONALDODRESCHER.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
14. EDEN, M. J. Silvicultural and agroforestry developments in the amazon basin of Brazil. **The Commonwealth Forestry Review**, v. 61, n. 3 (188), 1982, p. 195–202. Disponível em: <[www.jstor.org/stable/42607954](http://www.jstor.org/stable/42607954)>. Acesso em 21 fev. 2021.
15. FANG, Z.; BAILEY, R. Height-diameter models for tropical forests on Hainan Island in southern China. **Forest Ecology and Management**, v. 110, n. 1-3, p. 315-327, out. 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00297-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00297-7)>. Acesso em: 24 fev. 2021.
16. FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM, CEPEF, FATEC, 1992. 269 p.
17. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO). **State of the World's Forests 2001.** Rome: FAO, 2001. 181p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/y0900e/y0900e00.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
18. GOVERNO DE MATO GROSSO. **Geografia.** Disponível em: <<http://www.mt.gov.br/geografia>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
19. HIGUCHI, N. **Informações básicas para o manejo florestal da *Tectona grandis* (Teca) introduzida no Alto Jaurú.** Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Engenharia Florestal, 1979. 92 p.
20. HÖKKÄ, H. Height-diameter curves with random intercepts and slopes for trees growing on drained peatlands. **Forest Ecology and Management**, v. 97, n. 1, p. 63-72, set. 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00063-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00063-7)>. Acesso em 24 fev. 2021.
21. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório anual 2020.** 2020. 122 p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
22. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2019.** Rio de Janeiro: IBGE, v. 34, 2019, 8 p. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs\\_2019\\_v34\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2019_v34_informativo.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2021.
23. KEOGH, R. M. The world of teak plantations. **International Forestry Review**, v. 2, n. 2, p. 123– 125, 2000. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/42610116?seq=1>>. Acesso em 27 fev. 2021.



24. KEOGH, R. M. **Teak 2000**: a consortium support model for greatly increasing the contribution of tropical hardwood plantations to sustainable development. Amsterdam: IIED, Amazon Teak Foundation, 1996. 32 p. Disponível em: <<https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/7512IIED.pdf>>. Acesso em 27 fev. 2021.
25. KNOWE, S.; FOSTER, G. Height-age and height-diameter relationships for monocultures and mixtures of eastern cottonwood clones. **Forest Ecology and Management**, v.106, n. 2-3, p.115-123, jul. 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00307-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00307-1)>. Acesso em: 24 fev. 2021.
26. LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de povoamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.
27. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Florestas do Brasil em resumo**: 2019. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Serviço Florestal Brasileiro, 2019. 207. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/1737-florestas-do-brasil-em-resumo-2019>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
28. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Programa nacional de florestas – PNF**. Brasília: MMA/SBF/DIFLOR, 2000. 52 p. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M3D00091.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
29. OMULE, S.; MACDONALD, R. Simultaneous curve fitting for repeated height-diameter measurements. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 21, n. 9, p. 1418-1422, set. 1991. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/x91-199>>. Acesso em: 24 fev. 2021.
30. PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SC. 21 Juruena**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1980. 456 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24038.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
31. RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; MELLO, J. M.; FERREIRA, M. Z.; LISBOA, P. M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estratégias e metodologias de ajuste de modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 22-31, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000100003>>. Acesso em: 23 fev. 2020.
32. SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEFFATEC, 1997. 217p.
33. SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATECUFSM, 1993. 348 p.
34. SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal**: técnica de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira. Lavras: UFLA/Faepe, 1997. 298 p.
35. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI); DEPARTAMENTO NACIONAL (DN). **Perfil competitivo de Mato Grosso**. Brasília, 2002. 227 p. (Projeto Estratégico Alavancagem do Mercoeste (CO-9802)).
36. SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J. R. V. **Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso**: 2007. Cuiabá: Central do Texto, 2007. 63 p. Disponível em: <<http://www.arefloresta.org.br/uploads/downloads/0001522012113335.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2021.



37. SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (SBS). **Fatos e números do Brasil florestal**, São Paulo, 2006. 106 p.
38. SPRUGEL, D. G. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. **Ecology**, Washington, v. 64, n. 1, p. 209-210, 1983. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1937343>>. Acesso em 27 fev. 2021.
39. TEWARI, D. N. **Monograph on Teak (*Tectona grandis* Linn. F.)**. Dehra Dun, 1999. 479 p.
40. THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3. p. 319-327, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981911>>. Acesso em: 23 fev. 2021.
41. VEIT, L. F. Plante seu fundo de aposentadoria. **Revista Silvicultura**, São Paulo, v. 17, n. 68, p. 20-22, 1996. Disponível em: <[http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/68\\_Silvicultura\\_Edicao\\_68\\_1996.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/68_Silvicultura_Edicao_68_1996.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2021.
42. WAGENFUHR, R. Verbenaceae, *Tectona grandis* L.F. – Teak. **Holzatlas 4**, Neubearbeitete Auflage mit Zahbrichen Abbildungen. Fachbuchverlag Leipzig, 1996. 668 p.
43. ZHANG, S.; BURKHART, H., E.; AMATEIS, R L. The influence of thinning on tree height and diameter relationships in Loblolly pine plantations. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 21, n. 4, p.199-205, nov. 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/sjaf/21.4.199>>. Acesso em: 24 fev. 2021.



---

# Potencial bioindicador de formigas em áreas de preservação permanente

| **Junir Antônio Lutinski**  
UNOCHAPECÓ

| **Cladis Juliana Lutinski**  
UFFS

| **Carin Guarda**  
UNOCHAPECÓ

| **Maria Assunta Busato**  
UNOCHAPECÓ

# RESUMO

**Introdução:** Áreas de preservação permanente contribuem para a recuperação de ambientes impactados. Formicidae é um grupo potencialmente bioindicador, utilizado para descrever a complexidade estrutural de habitats. **Objetivo:** caracterizar a diversidade das assembleias de formigas que ocorrem em sítios com diferentes históricos de uso do solo na APP do reservatório da UHE Foz do Chapecó, bem como avaliar o potencial bioindicador das espécies amostradas. **Métodos:** A amostragem foi realizada no mês de janeiro de 2017 em cinco sítios, três em Santa Catarina e dois no Rio Grande do Sul. Foram utilizados *pitfall*, guarda-chuva entomológico, isca de sardinha, isca de glicose e coleta manual. Para avaliar o potencial bioindicador foi utilizada uma Análise de Espécies Indicadoras (ISA). Foram consideradas indicadoras as espécies com valor de indicação  $\geq 25\%$  e probabilidade estatística  $p \leq 0,05$ . **Resultados:** Ao todo foram amostradas 101 espécies. Foram encontradas dez espécies indicadoras distribuídas entre os sítios. **Conclusão:** A riqueza observada neste estudo reitera o potencial de utilização das formigas como bioindicadoras do estado de conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, Conservação, Recuperação Ambiental.



## ■ INTRODUÇÃO

A biodiversidade brasileira é uma das maiores do mundo graças à complexidade de habitats oferecidos pelos Biomas encontrados no Brasil (RIBAS et al., 2012a). A fragmentação representa uma das principais ameaças à conservação da diversidade biológica da Mata Atlântica (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003) e decorre de atividades antrópicas como a agricultura, pecuária, instalações industriais, produção de energia e urbanização. Estas atividades são conhecidas pelo impacto que causam sobre a biodiversidade (GARDNER, 2010) ao alterarem componentes abióticos como a temperatura e umidade local e homogeneizarem as comunidades de organismos (FREIRE et al., 2012). Insetos, em especial as formigas, são afetados de diferentes formas pelas alterações ambientais e podem prever o grau de degradação ou o estágio de recuperação em que um ambiente se encontra (LUTINSKI et al., 2016).

A preocupação com os impactos ambientais cresce concomitantemente com a demanda de energia (SAAD et al., 2017). A região sul do Brasil vem se consolidando na produção de hidroeletricidade contando, atualmente, com 48 Usinas Hidrelétricas (UHE) e 146 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) em operação (ANEEL, 2016). A construção de barragens pressupõe a supressão de vegetação, desalojamento de espécies, o revolvimento e a compactação do solo (BARBOSA FILHO, 2013; KLIEMANN; DALARIVA, 2015). Neste processo ocorre a perda de habitats, o desalojamento de espécies, alterações microclimáticas locais e uma reestruturação do ecossistema adjacente ao lago formado, composto pela nova Área de Preservação Permanente (APP), prevista pelo código florestal brasileiro (BRASIL, 2012; CAMPAGNOLO et al., 2017).

A APP contribui para a manutenção da hidrodinâmica das bacias hidrográficas regulando os ciclos hidrológicos e biogeoquímicos e para o equilíbrio ecológico (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Juntamente com os fragmentos florestais remanescentes, as APP possibilitam a instalação de espécies pioneiras e o início do processo de recuperação ambiental (KWON; LEE; SUNG, 2014), culminando no restabelecimento da flora e da fauna (ULYSHEN, 2011). Da necessidade de monitoramento dos impactos ambientais causados pela instalação de hidrelétricas (RIBAS et al., 2012b) e, sobretudo, da contribuição da APP para o restabelecimento de uma nova condição de equilíbrio do ecossistema afetado, emerge a demanda pelo biomonitoramento de espécies indicadoras. Organismos que, pela riqueza, abundância, resiliência e produtividade, permitem estabelecer predições sobre o estágio de regeneração de um dado ambiente (RAPPORT; CONSTANZA; McMICHAEL, 1998).

Formicidae é um grupo reconhecido pelo seu potencial bioindicador (ANDERSEN; MAJER, 2004) e onipresença nos ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; TAUSAN et al., 2017). A variedade morfo-funcional, ampla distribuição geográfica,





especialização dos táxons (BOLTON et al., 2006; PETERS et al., 2011), dominância ecológica (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), elevada riqueza mesmo em estudos localizados (LUTINSKI et al., 2014) e taxonomia relativamente bem estabelecida (BOLTON, 2003) potencializam o uso das formigas como bioindicadoras (ANDERSEN; MAJER, 2004; BHARTI; BHARTI; PFEIFER, 2016). Com amostras relativamente simples e baratas e, considerando o papel ecológico desses insetos nos mais variados níveis tróficos, o uso das formigas como bioindicadores tem se tornado frequente (PAKNIA; PFEIFFER, 2011; BHARTI; BHARTI; PFEIFER, 2016) e a inclusão das formigas em estudos de impacto ambiental (EIA) e relatórios de impacto ambiental (RIMA) já vem ocorrendo, como no caso do Estado do Paraná (LUTINSKI et al., 2016). Ainda, as formigas têm sido utilizadas para descrever a complexidade estrutural do habitat (FREIRE et al., 2012), distúrbios ambientais (BHARTI; BHARTI; PFEIFER, 2016) e mudanças na estrutura do habitat, microclima e disponibilidade de recursos (PHILPOTT et al., 2010). No contexto das APP, podem representar uma importante ferramenta para a avaliação do processo de recuperação do ambiente e da reconstituição da comunidade biológica.

Apesar da mirmecofauna da região austral do bioma Mata Atlântica ser bem conhecida (ULYSSEÁ et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014; 2016), há uma carência de estudos acerca das assembleias de formigas que ocorrem em APP no entorno dos lagos das hidrelétricas e sobre o potencial bioindicador desses insetos para o biomonitoramento das comunidades de organismos direta e indiretamente afetadas por empreendimentos desta natureza. Os estudos já realizados nesta região permitem supor a existência de assembleias ricas de formigas presentes nos mais variados ambientes (LUTINSKI; GARCIA, 2005; LUTINSKI et al., 2008) e um estudo sobre a riqueza e abundância destes insetos na APP do lago formado por uma das maiores UHE do sul do Brasil poderá contribuir para a compreensão do processo de consolidação das APP e para subsidiar planos de conservação da biodiversidade.

## ■ OBJETIVO

Caracterizar as assembleias de formigas que ocorrem em diferentes sítios da APP e; avaliar o potencial bioindicador da mirmecofauna.

## ■ MÉTODOS

### Área de estudo

A realização do estudo foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, “Autorização para atividades com finalidade científica” nº 50739-2





de 16/09/2016. O estudo foi conduzido durante o mês de janeiro de 2017, na área de APP do reservatório da UHE Foz do Chapecó, divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A região está inserida no Bioma Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Mista) e o clima é do tipo superúmido mesotérmico subtropical úmido, sem estação seca definida e com distribuição regular da pluviosidade (INMET, 2009).

O reservatório tem uma área de 79,2 km<sup>2</sup> e possui uma capacidade instalada de 855 MW. Atingiu os municípios de Águas de Chapecó, Caxambú do Sul, Guatambu, Chapecó, Paial e Itá em Santa Catarina e Alpestre, Rio dos Índios, Nonoai, Faxinalzinho, Erval Grande e Itatiba do Sul no Rio Grande do Sul (FOZ DO CHAPECÓ, 2015). Foi formado no ano de 2010 e a APP contava, no período das amostras, com seis anos de formação. Foram amostrados cinco sítios, com área de dois hectares cada um, sendo três em Santa Catarina, municípios de Águas de Chapecó (27°14'51"S; 53°03'55"W), Caxambu do Sul (27°15'35"S; 52°42'40"W) e Guatambú (27°14'59"S; 52°41'06"W) e dois no Rio Grande do Sul, município de Rio dos Índios (27°17'38"S; 52°44'58"W e 27°20'41"S; 52°43'51"W).

O sítio 1, localizado no município de Águas de Chapecó (ACH), consiste no canteiro de obras da hidrelétrica. Dentre os ambientes amostrados, representa aquele que sofreu o impacto mais acentuado durante a construção do empreendimento, já que a vegetação foi toda removida e o solo sofreu intensa compactação pelas máquinas. Após a conclusão das obras, o sítio foi isolado para recuperação. A vegetação, durante o período das amostras, era composta majoritariamente por gramíneas e por arbustos esparsos, não superiores a três metros de altura.

O sítio 2, localizado no município de Caxambu do Sul (CXS), se refere a uma área de cultivo agrícola, que após a formação do lago, foi isolada para regeneração. A vegetação é composta majoritariamente por gramíneas e arbustos esparsos com até seis metros de altura. A área é cortada por uma antiga estrada que dá acesso a veranistas até o lago o que faz com que a presença de lixo (isopor, vidro, garrafas pet e plásticos) seja frequente. Não se observa serrapilheira.

O sítio 3, localizado no município de Guatambú (GUA), encontra-se coberto por uma plantação de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden) com idade de aproximadamente 11 anos. Quando da formação do lago, a vegetação já estava presente na área demarcada como APP e não foi suprimida. É possível se observar a presença de um sub-bosque, composto por vegetação nativa, com uma altura de até seis metros. Não se observa a formação de serrapilheira e a área é cortada por diversas trilhas ocupadas por pescadores.

O sítio 4, situado no município de Rio dos Índios (RI1), se trata de um ambiente que outrora fora pastagens. Assim como o sítio 2, foi isolado para auto-regeneração. Neste ambiente





são encontradas árvores nativas, de porte adulto, esparsas, que já existiam antes da formação do lago. Além desta vegetação, o ambiente se encontra coberto por pequenos arbustos.

O sítio 5, também situado no município de Rio dos Índios (RI2) apresenta estágio mais avançado de regeneração em relação aos demais. Encontra-se coberto por uma vegetação densa, com aproximadamente 20 anos de idade. O solo é coberto por uma serrapilheira bem formada. Trata-se de um fragmento florestal que, após a formação do lago, encontra-se inserido na área demarcada pela APP.

## Amostragem

A amostragem foi conduzida no mês de janeiro de 2017 em um único evento amostral. Foram utilizadas armadilhas *pitfalls*, iscas de sardinha, iscas de glicose, guarda-chuva entomológico e coleta manual. Ao todo, 10 *pitfalls* e 20 iscas (dez de cada) foram distribuídas em transectos perpendiculares ao reservatório, equidistantes 20 metros entre si, sendo utilizado o mesmo número em cada ambiente. As armadilhas de solo (*pitfall*) consistiram em copos plásticos de 250 ml (10 cm de diâmetro por 12 cm de altura), enterrados, de maneira que sua borda fique ao nível do solo. Dentro de cada armadilha foram adicionados 150 ml de água com uma gota de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água. As iscas sardinha (~1 g) e glicose (~1 mL) foram dispostas em retângulos de papel de 20x30 cm, sobre o solo. Os *pitfalls* permaneceram no ambiente por 48 horas e as iscas por uma hora (LUTINSKI et al., 2013). O guarda-chuva entomológico consistiu em um retângulo de tecido com tamanho de 1m<sup>2</sup>, suportado por um sarrafo de madeira em forma de “X”, preso nos quatro cantos. Em cada sítio, o guarda-chuva foi utilizado sob arbustos (10), escolhidos de forma aleatória, os quais foram sacudidos por dez vezes cada um. A amostra manual foi conduzida utilizando-se pinça e frasco com álcool (70%), onde os espécimes amostrados foram acondicionados. Ao todo, foi empregado um esforço amostral de uma hora de amostragem manual em cada sítio e esta amostra foi realizada sobre troncos (até 1,5 metros de altura), pedras e galhos.

## Identificação e análise de dados

A identificação das amostras foi realizada através das chaves propostas por Fernández (2003) e Baccaro et al. (2015). A classificação foi baseada em Bolton (2003).

A riqueza foi definida como o número de espécies de formigas que ocorreram em cada uma das amostras. A abundância foi definida com base na frequência relativa (número de registros de uma dada espécie em cada armadilha ou isca) e não com base no número de indivíduos, posto que o número de registros minimiza o efeito dos hábitos de forrageamento e do tamanho das colônias (ROMERO; JAFFE, 1989).







A associação das espécies de formigas com os sítios foi obtida por meio de Análise de Espécies Indicadoras (ISA), obtendo-se o valor de indicação para cada espécie. As espécies foram consideradas indicadoras quando obtiveram o valor de indicação  $\geq 25\%$  e probabilidade estatística  $p \leq 0,05$ . Para esta análise foi utilizado o programa PC-Ord 5.31 (McCUNE; MEFFORD, 2006).

## ■ RESULTADOS

Foram registradas 101 espécies pertencentes a 29 gêneros e oito subfamílias. As subfamílias mais ricas foram Myrmicinae (S=49), Formicinae (S=19), Ponerinae (S=15), Dolichoderinae (S=7), Pseudomyrmicinae (S= 5), Ectatomminae (S= 3), Dorylinae (S=2) e Heteroponerinae (S=1). Os gêneros mais ricos foram *Pheidole* (S=21), *Camponotus* (S=13) e *Acromyrmex* (S=7). O sítio RI2 apresentou a maior riqueza (S=44), seguido de CXS (S=39) e RI1 (S=39). Apenas cinco espécies ocorreram em todos os sítios, sendo *Camponotus alboannulatus* Mayr, 1887, *Camponotus mus* Roger, 1863, *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775), *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) e *Pachycondyla striata* F. Smith, 1858. A assembleia RI2 apresentou o maior número de espécies exclusivas (S=18), seguido da CXS (S=12), RI1, (S=11), GUA (S=8) e ACH (S=7) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Abundância relativa das espécies de formigas por sítio de amostra na área de Preservação Permanente da Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017.

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<b>Subfamília Dolichoderinae</b>					
<b>Tribo Leptomyrmecini</b>					
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908		0,02			
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	0,01				
<i>Linepithema angulatum</i> (Emery, 1894)			0,03		
<i>Linepithema inacatum</i> Bolton 1969			0,03		
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)			0,01		
<i>Linepithema</i> sp. 1					0,01
<i>Linepithema</i> sp. 2					0,02
<b>Subfamília Dorylinae</b>					
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)		0,01		0,02	
<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858)				0,03	
<b>Subfamília Ectatomminae</b>					
<b>Tribo Ectatommini</b>					
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884				0,03	0,02
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1			0,01		
<i>Gnamptogenys</i> sp. 2				0,01	
<b>Subfamília Formicinae</b>					
<b>Tribo Camponotini</b>					
<i>Camponotus alboannulatus</i> Mayr, 1887	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
<i>Camponotus blandus</i> (F. Smith, 1858)		0,01			



Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<i>Camponotus cameranoi</i> Emery, 1894	0,01	0,01	0,01		
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862		0,02			
<i>Camponotus lespesii</i> Forel, 1886				0,02	0,01
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	0,01				
<i>Camponotus mus</i> Roger, 1863	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	0,06	0,09	0,01	0,09	0,01
<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius, 1793)		0,01	0,01		
<i>Camponotus</i> sp. 1	0,01				
<i>Camponotus</i> sp. 2					0,01
<i>Camponotus</i> sp. 3			0,01		0,01
<i>Camponotus</i> sp. 4					0,01
<i>Colobopsis personata</i> (Emery, 1894)				0,01	
<b>Tribo Myrmelachistini</b>					
<i>Brachymyrmex coactus</i> Mayr, 1887	0,01		0,01		
<i>Brachymyrmex cordemoyi</i> Forel, 1895	0,04				
<b>Tribo Lasiini</b>					
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	0,40	0,05	0,01	0,01	0,03
<i>Nylanderia</i> sp. 1		0,01			
<i>Nylanderia</i> sp. 2				0,02	0,01
<b>Subfamília Heteroponerinae</b>					
<b>Tribo Heteroponerini</b>					
<i>Heteroponera inermis</i> (Emery, 1894)			0,01		
<b>Subfamília Myrmicinae</b>					
<b>Tribo Attini</b>					
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	0,01	0,02	0,01		
<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)	0,04	0,02	0,01		
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1887)	0,01				
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Méneville, 1838)		0,02			
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)		0,01			
<i>Acromyrmex</i> sp. 1				0,01	0,01
<i>Acromyrmex</i> sp. 2					0,01
<i>Apterostigma pilosum</i> Mayr, 1865				0,03	
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)		0,01	0,01	0,03	0,03
<i>Cephalotes</i> sp.					0,01
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)			0,01		
<i>Cyphomyrmex strigatus</i> Mayr, 1887				0,01	0,01
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	0,01				
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	0,02	0,06	0,03		0,01
<i>Pheidole dyctiota</i> Kempf, 1972	0,05	0,06	0,11		
<i>Pheidole laevifrons</i> Mayr, 1887	0,07	0,05	0,03		
<i>Pheidole lignicola</i> Mayr, 1887					0,03
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793)		0,03	0,23	0,02	0,03
<i>Pheidole pubiventris</i> Mayr, 1887		0,02	0,01		
<i>Pheidole punctatissima</i> Mayr, 1870				0,14	0,09
<i>Pheidole risii</i> Forel, 1892		0,02	0,01		
<i>Pheidole tristis</i> (F. Smith, 1858)					0,02
<i>Pheidole</i> sp. 1		0,07	0,03	0,01	0,01
<i>Pheidole</i> sp. 2			0,01		
<i>Pheidole</i> sp. 3		0,05		0,01	
<i>Pheidole</i> sp. 4		0,01			

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<i>Pheidole</i> sp. 5		0,01			
<i>Pheidole</i> sp. 6	0,04				
<i>Pheidole</i> sp. 7				0,02	
<i>Pheidole</i> sp. 8				0,04	0,06
<i>Pheidole</i> sp. 9				0,01	
<i>Pheidole</i> sp. 10				0,01	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 11					0,04
<i>Pheidole</i> sp. 12					0,07
<i>Procryptocerus adlerzi</i> (Mayr, 1887)				0,01	
<i>Strumigenys cultrigera</i> Mayr, 1887		0,01			
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)		0,01			0,02
<i>Wasmannia</i> sp.			0,01		
<b>Tribo Crematogastrini</b>					
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	0,01	0,01	0,01		
<i>Crematogaster corticicola</i> Mayr, 1887	0,01	0,01		0,02	
<i>Crematogaster magnifica</i> Santschi, 1925					0,01
<i>Crematogaster</i> sp.	0,01	0,01	0,01	0,01	
<b>Tribo Pogonomyrmecini</b>					
<i>Patagonomyrmex angustus</i> Mayr, 1870				0,01	0,01
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Forel, 1878	0,04	0,01			
<b>Tribo Solenopsidini</b>					
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)		0,01			
<i>Solenopsis saevissima</i> (F. Smith, 1855)	0,01	0,02		0,01	
<i>Solenopsis stricta</i> Emery, 1896	0,01	0,01			
<i>Solenopsis</i> sp. 1		0,01			
<i>Solenopsis</i> sp. 2				0,01	
<b>Subfamília Ponerinae</b>					
<b>Tribo Ponerini</b>					
<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901				0,01	0,03
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)					0,01
<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887)				0,01	
<i>Hypoponera trigona</i> (Mayr, 1887)		0,01			
<i>Hypoponera</i> sp. 1					0,01
<i>Hypoponera</i> sp. 2					0,01
<i>Neoponera crenata</i> (Roger, 1858)				0,01	
<i>Neoponera vilosa</i> (Fabricius, 1804)				0,02	
<i>Pachycondyla striata</i> F. Smith, 1858	0,04	0,05	0,12	0,08	0,05
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)				0,01	0,01
<i>Pachycondyla</i> sp. 1					0,01
<i>Pachycondyla</i> sp. 2					0,01
<i>Odontomachus affinis</i> Guérin-Méneville, 1844					0,01
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)			0,04	0,08	0,08
<i>Odontomachus</i> sp.					0,01
<b>Subfamília Pseudomyrmecinae</b>					
<b>Tribo Pseudomyrmecini</b>					
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i> (F. Smith, 1858)	0,01		0,01		0,01
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)		0,07	0,03		
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (F. Smith, 1858)				0,01	0,01
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (F. Smith, 1855)				0,02	
<i>Pseudomyrmex</i> sp.				0,03	0,03



Todas as assembleias apresentaram espécies com valor de indicação superior a 25% e com significância estatística ( $p \leq 0,05$ ). O sítio ACH apresentou duas espécies (*N. fulva* e *Pheidole* sp. 6) com tal valor, CAX duas (*Pheidole* sp. 1 e *Pseudomyrmex gracilis* (Fabricius, 1804), GUA (*Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) e RI 1 (*Pheidole punctatissima* Mayr, 1870) apenas uma cada e RI2, quatro espécies pertencentes ao gênero *Pheidole* (Tabela 2).

**Tabela 2.** Lista das espécies de formigas com valor de indicação VI  $\geq 25\%$  e probabilidade estatística  $p \leq 0,05$  associadas aos cinco sítios de coleta na área de preservação permanente Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017.

Sítio	Táxon	VI (%)	p
ACH	<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	78	0,0002
ACH	<i>Pheidole</i> sp. 6	30	0,028
CAX	<i>Pheidole</i> sp. 1	36	0,008
CAX	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	37.5	0,004
GUA	<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793)	61.2	0,0002
RI1	<i>Pheidole punctatissima</i> Mayr, 1870	53.2	0,0002
RI2	<i>Pheidole lignicola</i> Mayr, 1887	30	0,0312
RI2	<i>Pheidole</i> sp. 8	30	0,023
RI2	<i>Pheidole</i> sp. 11	30	0,03
RI2	<i>Pheidole</i> sp. 12	60	0,0002

## ■ DISCUSSÃO

A riqueza amostrada nos sítios catarinenses ( $S = 58$ ) representa 28,1% da mirmecofauna já descrita para a região oeste do estado (ULYSSEÁ et al., 2011). Já a riqueza amostrada nos sítios gaúchos ( $S = 61$ ) representa 56,5% da mirmecofauna registrada por Cantarelli et al. (2015) para ambientes da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. De acordo com o esperado, os sítios com histórico de regeneração mais avançado (RI2) e com vegetação nativa (CXS, RI1 e RI2) apresentaram maior riqueza e abundância em relação ao sítio que sofreu o maior impacto (ACH) e ao sítio coberto por reflorestamento de eucalipto (GUA). As dez espécies que apresentaram valores significativos de indicação ( $VI > 25\%$ ;  $p \leq 0,05$ ) pertencem a gêneros comuns e frequentes nos diversos ambientes já amostrados na região sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014).

A subfamília Myrmecinae é a mais rica no Bioma Mata Atlântica, tanto em número de gêneros quanto de espécies (ULYSSEÁ et al., 2011; BACCARO et al., 2015). Além da diversidade, os hábitos alimentares diversificados caracterizam este grupo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). As subfamílias Formicinae e Ponerinae também se destacam pela riqueza e abundância nos estudos realizados no sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014; CANTARELLI et al., 2015).

As espécies registradas de *Dorymyrmex* ( $S = 2$ ) e de *Linepithema* ( $S = 5$ ) são características de ambientes antropizados, apresentam ocorrências frequentes nos mais diversos





ambientes do sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011), se caracterizam pela dominância e são comumente encontradas em ambientes perturbados ecologicamente (SILVESTRE et al., 2003; LUTINSKI et al., 2014). A riqueza amostrada neste estudo indica e pode ser explicada pelo estado de recuperação em que os sítios se encontram. O gênero *Camponotus* ( $S = 13$ ) apresentou a segunda maior riqueza. Formigas deste gênero podem ser observadas forrageando desde o solo até a copa das árvores. A defesa química e o mutualismo são comumente observados nas relações dessas formigas com outros organismos (SILVESTRE et al., 2003). Formigas deste gênero são comuns em ambientes antropizados (LUTINSKI et al., 2014), contudo, a riqueza observada neste estudo pode indicar diversidade de vegetação e de nichos disponíveis (SILVESTRE et al., 2003; LUTINSKI; GARCIA, 2011).

O gênero *Pheidole* apresentou a maior riqueza ( $S = 21$ ) e, juntamente com os gêneros *Crematogaster* ( $S = 4$ ), *Solenopsis* ( $S = 3$ ) e *Wasmannia* ( $S = 2$ ), compõe uma guilda descrita como epígeas, onívoras e dominantes (SILVESTRE et al., 2003). A diversidade destes gêneros no Brasil (BACCARO et al., 2015) explica a frequência nas amostras e os valores de indicação obtidos para oito espécies de *Pheidole*. Estes gêneros nidificam no solo, formam colônias grandes e apresentam comportamento generalista e agressivo. São frequentemente encontradas em ambientes antropizados (LUTINSKI; GARCIA, 2005, LUTINSKI et al., 2014) e a riqueza amostrada caracteriza o grau inicial de regeneração em que quatro sítios se encontram. A associação pela análise de Indicação de quatro espécies de *Pheidole* com o sítio RI2 pode ser explicada pela diversidade deste táxon e também pela capacidade de ocupar nichos de ambientes em estágio mais avançado de regeneração ou até mesmo áreas conservadas. A onivoria e o hábito generalista também caracterizam as formigas *Brachymyrmex* ( $S = 2$ ) e *Nylanderia* ( $S = 4$ ) (SILVESTRE et al., 2003). O recrutamento massivo e o tamanho diminuto dos espécimes destas espécies (BACCARO et al., 2015) favorecem o domínio pelas fontes de alimento e podem explicar a ocorrência nos sítios amostrados. Formigas dos gêneros *Solenopsis* e *Pheidole* também possuem papel importante como predadoras de insetos, contribuindo no controle biológico conservativo de muitas populações de insetos (GARCIA et al., 2017).

Os gêneros *Acromyrmex* ( $S = 7$ ), *Apterostigma* ( $S = 1$ ) e *Cyphomyrmex* ( $S = 3$ ) estão associados à massa vegetal, verde ou morta, sobre a qual cultivam fungos e obtêm alimento. Formigas destes gêneros são frequentes e abundantes nas amostras realizadas na região (LUTINSKI et al., 2008; ULYSSÉA et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014; CANTARELLI et al., 2015). Tais formigas exercem importante papel na manutenção do solo onde as galerias dos seus ninhos contribuem para a aeração e infiltração da água enquanto que seus excrementos o enriquecem (SILVESTRE et al., 2003). Considerando o tempo decorrido desde a





formação do lago e o isolamento dos sítios, a vegetação arbustiva já existente na APP pode explicar a riqueza amostrada destes gêneros.

Os gêneros *Dinoponera* (S = 1), *Gnamptogenys* (S = 3), *Heteroponera* (S = 5), *Hypoconerops* (S = 1), *Labidus* (S = 2), *Neoponera* (S = 2), *Pachycondyla* (S = 4), *Odontomachus* (S = 3) e *Strumigenys* (S = 1) têm em comum o hábito predador (BACCARO et al., 2015). A riqueza destes gêneros nas amostras destaca o processo de regeneração em que os sítios se encontram, materializado na formação de serrapilheira onde estas formigas constroem seus ninhos e forrageiam (SILVESTRE et al., 2003). Formigas *Cephalotes* (S = 20), *Procrystocerus* (S = 1) e *Pseudomyrmex* (S = 5) se destacam pelo hábito arborícola e pela associação com a vegetação (BACCARO et al., 2015). A riqueza destes táxons no estudo caracteriza a regeneração da vegetação e a oferta de uma variedade de nichos para a nidificação e para o forrageio. Já, as formigas *Pogonomyrmex* (S = 2) são coletoras de sementes (SILVESTRE et al., 2003) e frequentemente encontradas em ambientes abertos no Sul do Brasil (LUTINSKI et al. 2014). Estas podem estar contribuindo para a regeneração da APP ao dispersarem sementes.

Os resultados das espécies indicadoras chamam a atenção para associação de espécies do gênero *Pheidole* com os sítios amostrados. Além de formigas deste gênero, apenas *N. fulva* no sítio ACH e *P. gracilis* no sítio CAX apresentaram valores de indicação. Além de *P. gracilis* que é encontrada frequentemente associada com a vegetação, todas as demais são descritas como generalistas, associadas com ambientes perturbados ou em processo de regeneração (SILVESTRE et al., 2003; BACCARO et al., 2015). Este resultado reforça a hipótese de que as assembleias de formigas da APP encontram-se em um processo dinâmico em que espécies mais generalistas que se destacam em riqueza e abundância no atual estágio de recuperação dos sítios amostrados poderão ser substituídas à medida que a APP for evoluindo rumo a estágios mais avançados de regeneração.

## ■ CONCLUSÃO

As assembleias de formigas que ocorrem em ambientes de APP de lagos artificiais formados por hidrelétricas diferem entre si quanto à riqueza e abundância. Maiores índices foram obtidos em sítios com histórico mais antigo de conservação. Sítios que passaram por um processo mais intenso de antropização ou que se encontram ocupados por plantação de eucalipto, após seis anos de isolamento, apresentam indicadores ecológicos menores quando comparados com sítios que eram ocupados por agricultura ou pecuária.

Os resultados corroboram o potencial de utilização das formigas como bioindicadores do processo de regeneração de APP. As espécies que apresentaram valores significativos de







indicação são conhecidas por ocorrerem em ambientes antropizados, o que está de acordo com o estágio de regeneração dos sítios amostrados.

## ■ AGRADECIMENTOS

À Universidade Comunitária da Região de Chapecó pelo apoio à pesquisa.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ANDERSEN, A. N.; MAJER, J. D. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 2, n. 6, p. 291–298, ago. 2004.
2. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. BIG – Banco de Informações de Geração. Distrito Federal. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em: 18 dez. 2016.
3. BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNÁNDES, O. M.; IZZO, T. SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. Guia para gêneros de formigas no Brasil. 1 ed. Manaus: INPA. 2015. 388p.
4. BARBOSA-FILHO, W. P. Impactos ambientais em usinas eólicas. **Agrener GD**, Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, p. 1-17. 2013.
5. BHARTI, H.; BHARTI, M.; PFEIFER, M. Ants as bioindicators of ecosystem health in Shivalik Mountains of Himalayas: assessment of species diversity and invasive species. **Asian myrmecology**, Tóquio, v. 8, n. p. 65-79, 2016.
6. BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae**. The American Entomological Institute, Gainesville, 2003. 370 p.
7. BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI, P. **Boltons's Catalogue of Ants of the World 1758-2005**. Harvard University Press, Cambridge, 2006.CD-ROM.
8. BRASIL. 2012. Código Florestal. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 20 set. 2017.
9. CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L.; MIOLA, A. C.; SILVA, R. L. L. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 831-842, 2017.
10. CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J.; NANDD' AVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.
11. FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, 2003. 433 p.





12. FOZ DO CHAPECÓ. 2015. Informações online sobre o consórcio da Hidrelétrica Foz do Chapecó. Consórcio Foz do Chapecó, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em: <http://www.fozdochapeco.com.br>. Acesso em: 18 set. 2017.
13. FREIRE, C. B.; OLIVEIRA, G. V.; MARTINS, F. R. S.; SOUZA, L. E. C.; RAMOS-LACAU, L. S.; CORRÊA, M. M. Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 131-134. 2012.
14. GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook.** Island Press, Washington DC, 2003. 488 p.
15. GARCIA, F. R. M.; BRIDA, A. L. ; MARTINS, L. N. ; ABEIJON, L. M. ; LUTINSKI, C. J. . Biological Control of Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae): Current Status and Perspectives. In: Lewis Davenport. (Org.). **Biological Control: Methods, Applications and Challenges**. 1ed. Hauppauge: Nova Science Publishers, 2017, v. 1, p. 29-71.
16. GARDNER, T. A. **Monitoring forest biodiversity: improving conservation through ecologically-responsible management.** London: Earth scan, 2010. 360 p.
17. HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants.** Cambridge: Harvard University Press, 1990. 746p.
18. INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** In: Ramos, A. M et al. (Org), Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990: edição revisada e ampliada. Brasília: INMET, 2009, 465 p.
19. KLIEMANN, B. C. K.; DELARIVA, R. L. Pequenas centrais hidrelétricas: cenários e perspectivas no estado do Paraná. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 274-283. 2015.
20. KWON, T. S.; LEE, C. M.; SUNG, J. H. **Diversity decrease of ant (Formicidae, Hymenoptera) after a forest disturbance: different responses among functional guilds.** **Zoological Studies**, Taiwan, v. 3, n. 53, p. 37-47, 2014.
21. LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.
22. LUTINSKI, J. A.; BAUCK, E. L.; FILTRO, M.; BUSATO, M. A.; KNAKIEWICZ, A. C.; GARCIA, F. R. M. Ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) in three wind farms in the State of Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 1, n. 77, p. 176-184, 2016.
23. LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M.; LUTINSKI, C. J.; IOP, S. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1810–1816, 2008.
24. LUTINSKI, J. A.; LOPES, B. C.; MORAIS, A. B. B. Urban ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in ten cities of southern Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 332-342, 2013.
25. LUTINSKI, J. A.; LUTINSKI, C. J.; LOPES, B. C.; MORAIS, A. B. B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Ecologia Austral**, Córdoba, v. 24, n. 2, p. 229-237, 2014.
26. MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD: Multivariate analysis of ecological. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, 2006.





27. PAKNIA, O.; PFEIFFER, M. Steppe versus desert: multi-scale spatial patterns in diversity of ant communities in Iran. **Insect Conservation and Diversity**, Londres, v. 4, n. 4, p. 297-306, 2011.
28. PETTERS, M. K.; LUNG, T.; SCHAAB, G.; WÄGELE, J. W. Deforestation and the population decline of the army ant *Dorylus wilverthi* in western Kenya over the last century. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 48, n. 3, p. 697–705, 2011.
29. PHILPOTT S, PERFECTO, I.; ARMBRECHT, I.; PARR, C. L. Ant diversity and function in disturbed and changing habitats. In: LACH, L.; PARR, C.; ABBOTT, K. **Ant Ecology**. Oxford University Press, Oxford, p.137 – 156, 2010.
30. RAPPORT, D. J.; COSTANZA, R.; MCMICHAEL, A. J. Assessing ecosystem health. Trends in Ecology and Evolution, **School of Biological Sciences**, Birmingham, v.13, n, 2, p. 397-402. 1998.
31. ROMERO, H.; JAFFE, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Savanna. **Biotropica**, caracas, v. 21, n. 4, p. 348-352, 1989.
32. RIBAS, C. R, CAMPOS, R. B. F.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C. Ants as indicators in Brazil: A review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. *Psyche*. 2012.
33. RIBAS, C. R.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C.; CAMPOS, R. B. F, VALENTIM, C. L.; SCHOREREDER, J. H. Ants as indicators of the success of rehabilitation efforts in deposits of gold mining tailings. **Restoration Ecology**. Washington, v. 20, n. 6, p. 712-720. 2012.
34. SAAD, L. P.; SOUZA-CAMPANA, D. R.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. Vinasse and Its Influence on Ant (Hymenoptera: Formicidae) Communities in Sugarcane Crops. **Journal Insect Science**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 1-7, 2017.
35. SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; p. 113-148, 2003.
36. TAUSAN, I.; DAUBER, J.; TRICA, M. R.; MARKÓ, B. Succession in ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in deciduous forest clear-cuts – an Eastern European case study. **European Journal of Entomology; Ceske Budejovice**, v. 114, p. 92-100, 2017.
37. TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 67-76. 2010.
38. ULYSHEN, M. D. Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: Implications for conservation-oriented management. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 9, p. 1479-1489. 2011.
39. ULYSSÉA, M. A.; CERETO, C. E.; ROSUMEK, F. B.; SILVA, R. R.; LOPES, B. C. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, n. 4, p. 603-611, 2011.



---

# Revealed comparative advantage of brazilian natural honey exports

| **Maristela Franchetti de Paula**  
UNICENTRO

| **Humberto Angelo**  
UNB

| **Alexandre Nascimento de Almeida**  
UNB

| **Anadalvo Juazeiro do Santos**  
UFPR

| **João Carlos Garzel Leodoro da Silva**  
UFPR

| **Eder Pereira Miguel**  
UNB

| **Pedro Guilherme de Andrade  
Vasconcelos**  
UNB

| **Marcio Alexandre Facini**  
UNICENTRO

| **Ademir Juracy Fanfa Ribas**  
UNICENTRO

| **Ari Schwans**  
UNICENTRO

# ABSTRACT

Natural honey is considered a valuable forestry product not only for biodiversity but also to its conservation functions. Besides, it is an important exported commodity. In this study, the performance of Brazilian natural honey exported products were evaluated with specific focus on determination of their competitiveness in the international market. This article aimed to calculate the Revealed Comparative Advantage Index (RCA) of Brazilian natural honey, from 2000 to 2015. The sources consulted are SEBRAE, IBGE, Brazilian Ministry of Development, Industry and Foreign Trade and the United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN COMTRADE). The methodological procedure used was Balassa's Revealed Comparative Advantage Index in order to estimate the competitiveness measure. The results demonstrated that Brazil was competitive in natural honey exported products during the period from 2002 to 2015. Considering the outcomes, based on the indexes it is possible to affirm that Brazilian natural honey is competitive and the country displays enough positive characteristics and productive capacity to amplify its participation in new international commercial markets.

**Keywords:** Competitiveness, Exports, Honey, International Market.

## ■ INTRODUCTION

The presence of Brazilian honey has grown in international markets since 2000. Brazil has become one of the largest exporters of honey in a short time due to its social, economic, and environmental characteristics, which enabled the development of beekeeping (PASIN, et al., 2012). In addition, this growth can be attributable to temporary embargoes on two important countries in the export market: China and Argentina.

These restrictions were made by the European Community suspending the Chinese honey imports resulted from the elevated indexes of veterinary drugs in their product and simultaneously, the United States suspended honey imports from Argentina, alleging price distortions, which caused unfair competition with US producers. This was an antidumping initiative (ABEMEL, 2015).

The world market for honey stands out because of the variations in its quality and production. Further diversity is found in the range of products originating from apiculture such as: wax, propolis, pollen, royal jelly, and bee venom (ZANDONADI & SILVA, 2006).

In this context, the international natural honey market is considered an alternative to the development of apiarian activity in Brazil, because it has low environmental impact and provides incomes to rural producers.

Given this potential, it is relevant to analyze the competitiveness of Brazilian honey exports, from 2000 to 2015. It is also pertinent to demonstrate the potential of the natural honey market, which includes: identifying Brazil's role in the worldwide market and verifying the evolution of the Comparative Advantages of natural honey.

Several researchers have developed studies using Revealed Comparative Advantages. The following works can be highlighted as examples of this: Ilha et al. (2006), Rubin et al. (2008), Pais et al. (2008), Fernandes and Santos (2011), Siqueira and Pinha (2012), Santetti and Azevedo (2013), Dorneles et al. (2013), and Almeida et al. (2013). This research aims to measure the comparative advantages of the Brazilian natural honey regarding major worldwide exporters.

## ■ METHOD

Bela Balassa proposed the Revealed Comparative Advantages (RCA) theory in 1965. This is based on the Comparative Advantages model first formulated by David Ricardo. Lafay further developed RCA theory in 1987. The Revealed Comparative Advantages Index indicates that if the exports of a certain product have an index of over one, the country or block will possess revealed comparative advantage over the production of this product when compared





to other countries. Conversely, if the exports have an index lower than one, the country or block possesses revealed comparative disadvantage (FERNANDES & SANTOS, 2011).

The index reveals the level of a country's exports for one product in relation to its total exports and compares products between different countries. The competitiveness of the country is a result of the level of expertise that country has in both the international and domestic levels of production (FREITAS & MASSUQUETTI, 2013).

The Revealed Comparative Advantage index is given by the following equation:

$$IVCR_j = (X_{ij}/X_i)/(X_{wj}/X_w) \tag{1}$$

Where,

$X_{ij}$  = Value of the Brazilian exports for natural honey;  $X_i$  = Total value of the Brazilian exports;  $X_{wj}$  = Total value of the worldwide exports for natural honey;  $X_w$  = Total value of the worldwide exports;  $i$  = Brazilian exports;  $w$  = Worldwide exports;  $j$  = Natural honey.

Where,

$IVCR_j > 1 \rightarrow$  the country has comparative advantage for natural honey exports;  $IVCR_j < 1 \rightarrow$  the country has comparative disadvantage for natural honey exports.

## Data Sources

The data used to calculate these indexes in the Brazilian context were collected using the Foreign Trade Analysis System (FTAS), from the Secretary of Foreign Trade (SFT). The institution owns data regarding Free on Board (FOB) Brazilian exports in dollars as well as export data from the United Nations Commodity Trade Statistics Database (UN COMTRADE).

## ■ RESULTS AND DISCUSSION

### The International Market for Natural Honey

In order to understand the international market for natural honey, we use deterministic data regarding natural honey exports. This data is analyzed in order to focus its presentation and discussion as follows: using descriptive statistics, analysis of variance and averages tests.

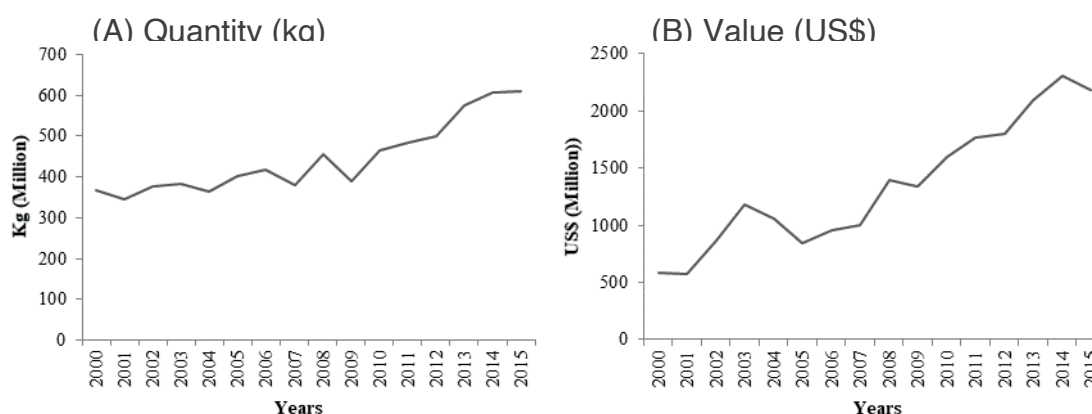
Worldwide honey exports, both in quantity and value, display a crescent trend from 2000 to 2015 (Figure 1). This is the case even when considering the variations attributed to the embargoes, the increase in number of hives and production per colony follow an increase in consumption during the last few years. Zandonadi and Silva (2006) emphasize that the expansion in consumption is related to a general increase in income and standards of living in the world as a whole, as well as due to the greater interest in natural and healthy products.





During the analyzed period, the worldwide exports of honey reached 7.1 million tons with an estimated value of US\$ 21.5 billion.

**Figure 1.** Evolution of the quantity (a) and value (b) of natural honey exports from 2000 to 2015



Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

Worldwide exports of natural honey were reduced (Figure 1) between 2003 and 2004, due to the restrictions imposed on China (quality issues) and Argentina (antidumping), these are important countries in regarding world honey exports. However, in 2005, when restrictions came to an end the exports grew. In 2008, exports stagnated once again, due to the global crisis and crop failure in China, Argentina, and Vietnam, caused by climate changes. A further reason for stagnation was the antidumping measures against China, imposed by the United States (PAULA, 2008).

In 2010, the expansion was constant in world exports, with only negative variations in exports values in the years of 2012 and 2015. Despite the variations, average prices remained most of time above US\$ 2.50 (Table 1). Throughout the historical series being evaluated, there were variations in quantity and the value (Figure 1; Table 1) of natural honey exports. The law of supply and demand caused most of these variations.





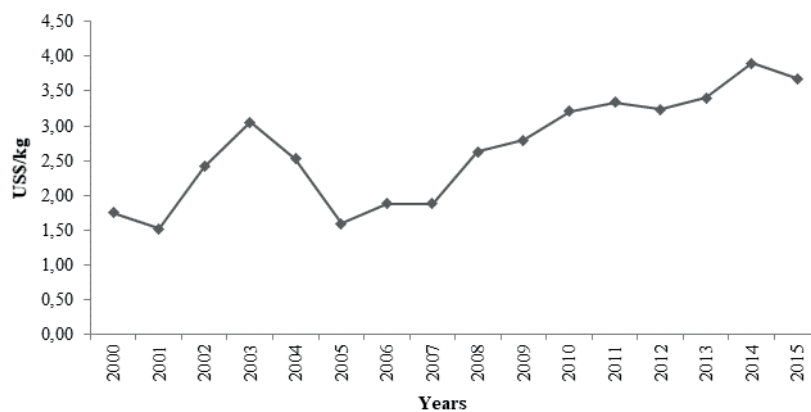
**Table 1.** Worldwide exports of natural honey in quantity (kg), value (US\$), and average price (US\$) from 2000 to 2015

Year	Quantity (kg)	Variation (%)	Real Value (US\$)	Variation (%)	Average Price (US\$/kg)
2000	367 158 186	0	581 438 000	0	1.58
2001	346 326 465	-6	571 409 000	4	1.65
2002	375 470 891	8	866 274 000	40	2.31
2003	384 495 383	2	1 176 271 000	33	3.06
2004	363 560 981	-5	1 050 865 000	-6	2.89
2005	401 658 333	10	838 075 000	-28	2.09
2006	416 705 349	4	956 539 000	10	2.30
2007	380 437 304	-9	999 879 000	14	2.63
2008	454 931 674	20	1 396 306 000	17	3.07
2009	389 898 568	-14	1 341 330 000	12	3.44
2010	464 751 019	19	1 597 282 000	0	3.44
2011	482 609 417	4	1 764 202 000	6	3.66
2012	500 471 828	4	1 796 533 000	-2	3.59
2013	576 950 585	15	2 087 196 000	1	3.62
2014	606 658 904	5	2 299 779 000	5	3.79
2015	611 472 814	1	2 180 449 000	-6	3.57
TOTAL	7 123 557 701		21 503 831 000		
Average	445 222 356		1 343 989 000		3.02

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

By analyzing Figure 2 and Table 1, it is possible to verify that the average price increased during the initial years of the decade and decreased when China and Argentina returned to the international market, after the restrictions imposed on them were ended. The average price decreased, mostly between 2004 and 2005, which can be attributed to the large supply of honey provided by these countries, once the product remained stocked during the embargo period. After that, the price began to present a crescent trend and the variations on the quantity had some negative values but most of them were positive variations showing the expansion of the market.

**Figure 2.** Evolution of the average price of natural honey in worldwide exports, from 2000 to 2015



Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.





The international market exported 402.333 million tons on average, which corresponds to US\$ 1.039.163 billion. Argentina and China were the main exporters in the period being studied (UN COMTRADE, 2016). From 2008, the international market stabilized, because the main exporters presented the same growth on average and prices sustained the worldwide average, except for China, whose prices were always below average.

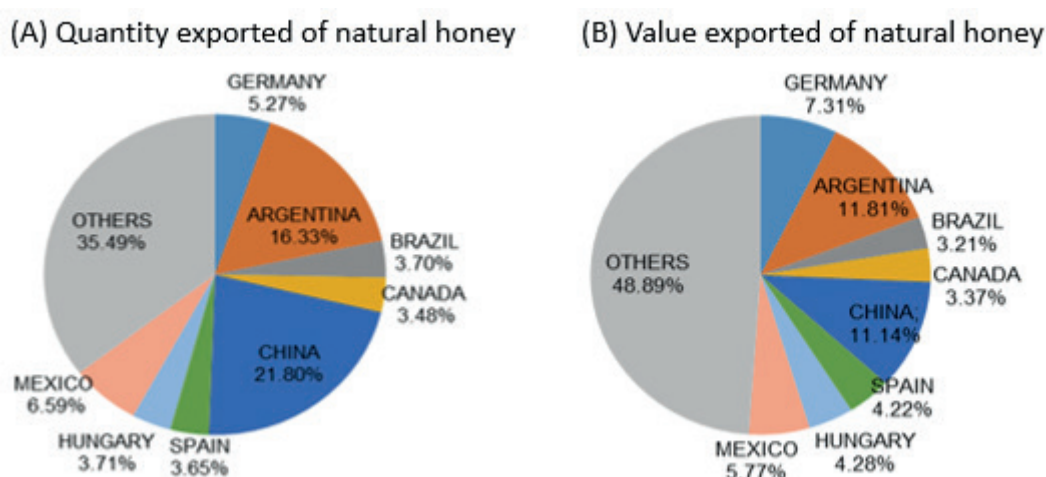
### Main Exporters of Natural Honey

During the period under analysis, the worldwide exports of natural honey reached 4.8 billion tons, of which the major exporters are: China, Argentina, Mexico, Germany, Canada, Hungary, Brazil, and Spain (Figure 3).

China represented 21% of total exports around the world (Figure 3), being the main exporter of natural honey during the period evaluated, followed by Argentina, with 16%. These countries remained the market leaders in quantity and value of exports for the entire period.

The other significant exporters (Canada, Spain, Brazil, Hungary, Germany and Mexico) contributed roughly with 3 to 7% of total exports (Figure 3), presenting a constant trends throughout the analysis period. These countries gained market during the embargoes and some countries exported more than they produced by importing honey at lower prices and then adding it to their production. They would then export these imports under their own label (PEREZ, et al., 2004; ZANDONADI & SILVA, 2006).

Figure 3. Export percentage of the main exporters of natural honey, from 2000 to 2015



Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

Other countries represent 35% of world exports, including producers with lower market share, such as: Ethiopia, Tanzania, Angola, and Kenya, in Africa; as well as India, Ukraine, and Iran, in Asia. These countries are great producers and consumers of honey, since this product is part of the population dietary habits (PEREZ, et al., 2004).





China and Argentina exported practically the same value (US\$) of honey, although the production of the South-American country was approximately 25% smaller. This is related to the Argentine tradition of exporting agricultural products and to the elevated honey consumption in Asian countries.

Germany was another country highlighted for the impressive values of their exports, being considered the fourth highest exporter and the second largest importer of honey in the world during the period being studied. This country practices re-exportation: importing honey from other countries, adding value to the product and then exporting the honey for a higher price. It is considered the main distributor of honey in Europe.

Paula (2008) emphasizes that few countries dominate the world market; however, there are not impediments for other producers to participate. Böhlke and Palmeira (2006) said that Brazilian apiculture activity became a tool to promote inclusion, employment, and alternative income increasing exports and market attractiveness.

The descriptive statistics of the quantity and export value of natural honey of the main exporters, between 2000 and 2015, is presented in Table 2.

Mexico and Germany obtained quantities over 20 million tons of natural honey. Germany, however, obtained the higher value for exports in the period being studied (Table 2). According to Zandonadi and Silva (2006), it is due to the practice of re-exportation.

**Table 2.** Statistical analysis of the quantity (kg) and exportation value (US\$) of natural honey in the main export markets, from 2000 to 2015

	China	Argentina	Mexico	Germany	Canada	Hungary	Brazil	Spain
Quantity (kg) of natural honey (million)								
Minimum	64.35	45.60	19.03	20.09	9.46	12.42	0.27	7.71
Average	97.05	72.72	29.32	23.45	15.48	16.51	16.46	16.25
Maximum	144.76	107.63	42.16	27.60	35.62	24.16	25.99	30.15
Standard Deviation	40.90	31.26	11.64	3.78	14.86	6.13	13.28	11.54
Value (US\$) of the natural honey exported (million)								
Minimum	102.70	95.70	37.57	47.85	28.46	22.59	0.47	19.99
Average	166.43	176.34	86.19	109.16	50.31	64.00	47.88	63.09
Maximum	288.67	235.45	155.99	151.30	76.25	95.77	98.69	120.57
Standard Deviation	97.47	70.69	60.14	52.60	23.98	36.90	49.13	50.80

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

Canada, Hungary, Brazil, and Spain exported an average quantity of over 15 million tons of honey between 2000 and 2015. These countries represent the producers that gained more space at the market during the timeline of this study.

China obtained a higher average for quantity of natural honey exported, followed by Argentina that obtained the higher maximum values for quantity and gross value during the exportation period evaluated.





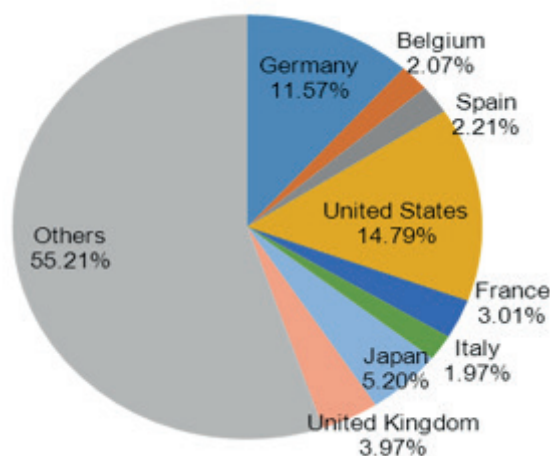
Brazil, considered an intermediate producer, obtained the lowest values for production and exports during the period being evaluated (Table 2). This fact can be attributed to the development stage of the country and the small share that Brazil had in this market in the beginning of 2000s, as observed by Perez et al. (2004), Zandonadi and Silva (2006).

### Main Importers of Natural Honey

Since honey production of the developed countries does not match internal demand, the countries with large consumer markets are the main importers. From 2000 to 2015, the main importers of natural honey were the United States, Germany, Japan, the United Kingdom, Italy, and Belgium (Figure 4).

Towards the end of the analysis period, the demand and consumption of honey presented a crescent trend, due to the imports increasing in some traditional markets and the additional demand of new countries, such as Lebanon, Saudi Arabia, Oman, and Syria (UN COMTRADE, 2016).

**Figure 4.** Main importers of natural honey, in the period from 2000 to 2015



Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors (2016).

The numbers presented in Table 3 reveal the fact that the honey importers are, usually, wealthy and challenging countries when it comes to quality and supply commitment, since they need the product to maintain stable demand.

When the average price per kilogram of the product is evaluated, it is possible to observe that the importer countries have an extensive range going from US\$ 1.93 to US\$ 3.26.







**Table 3.**describes the values of the main importers of honey, in terms of quantity, gross value (US\$) and average price (US\$) paid per kilogram of honey in the analyzed period.

**Table 3.** Total imports of the main consumer countries of natural honey from 2000 to 2015

Countries	Quantity (kg)	Gross value (US\$)	Average Price (US\$)
USA	1 202 933 956	2 698 656 685.63	2.24
Germany	1 089 880 423	2 785 421 510.73	2.56
Japan	496 376 360	955 990 477.41	1.93
UK	341 306 413	1 015 298 776.61	2.97
France	248 920 700	812 349 329.02	3.26
Spain	176 695 943	386 464 581.36	2.19
Italy	166 021 922	489 364 673.64	2.95
Belgium	149 352 910	387 484 982.40	2.59

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors (2016).

During the period evaluated, the main importers of natural honey were the United States and Germany, with 15% and 12%, respectively. Japan and the United Kingdom are also highlighted, with 5% and 4% of imports respectively (Figure 4, Table 3). Together, these countries sum 36% of world imports.

Germany and the United States are the main importers of natural honey (Table 3). They were arguably responsible for the acceleration and subsequent decline in the quantity and value of imports, because of the embargoes imposed on exporters, such as China, Argentina, and Brazil.

The quantity imported and the imports value did not follow the same trend during the period analyzed, from 2000 to 2015. The descriptive statistical analysis of the import quantity and value of imports of natural honey worldwide, between 2000 and 2015, is presented in Table 4.

**Table 4.** Statistical analysis describing the quantity (kg) and import value (US\$) of natural honey for the main importers, from 2000 to 2015

	USA	Germany	Japan	UK	France	Spain	Italy	Belgium
Quantity imported (kg) of natural honey (million)								
Minimum	65.75	78.55	36.22	22.03	14.79	11.40	10.78	6.65
Average	114.90	89.87	40.40	30.84	23.35	17.18	15.28	16.02
Maximum	175.41	100.32	47.03	41.57	35.86	30.65	23.55	32.15
Standard Deviation	55.12	10.89	5.54	9.81	10.71	10.36	6.65	13.19
Import value (US\$) of natural honey imported (million)								
Minimum	102.18	142.01	53.24	34.10	29.56	17.79	20.23	19.58
Average	307.85	259.60	90.75	96.90	83.90	39.80	50.97	43.41
Maximum	605.32	337.64	123.98	133.55	153.80	72.75	91.29	89.85
Standard Deviation	255.72	99.79	35.43	51.41	62.60	28.01	35.85	36.79

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

The United States obtained the largest average for quantity of natural honey imports between 2001 and 2015, followed by Germany (Table 4) which despite having a smaller





population than the United States and other countries of the list, the country occupies the second position because besides the internal demand, Germany practices the re-exportation of honey.

To a better understanding of this statistics on Table 4, it is necessary to account the respective population of the countries and that is why the USA has the leading values in quantity and imports values for the reason that it is a developed country with the largest population among the countries on the list of the Table 4.

The countries with the minor deviation on quantity were Japan and Italy meaning that their demand did not change much from the average in compare to the other countries, but analyzing the deviation on the import values the country with the minor values were Japan, Italy and Belgium. Therefore, the Belgium imports of honey grew in quantity but the import values variation were close with the Japan and Italy values meaning that this countries were able to import honey with less variations on the prices.

### Brazilian Market for Natural Honey Exports

By the end of the 1990s, Brazil was underdeveloped in the world market for natural honey; however, in the beginning of the 2000s, Brazilian exports became an alternative to the honey produced by Argentina and China (ZANDONADI & SILVA, 2006).

During the initial years of the decade in question, the main world exporters of natural honey faced embargoes imposed by the European Union and United States. In this period, the international honey market suffered with supply issues.

Brazil, which directed its production towards the internal market, began to increase its participation on the international market since it presented favorable circumstances for new producer countries because of the embargoes faced by the main exporters.

This fact is corroborated by ABEMEL (2015), who affirmed that Brazil tripled its production, due to the European and North-American demand, that resulted in shortages and subsequent price rises in the international market. According to Paula (2008), this fact encouraged Brazilian production to be redirected towards the international market. In this context, Brazilian exports increased, going from an approximately 260 tons of exports, in 2000, to more than 22 million tons exported in 2015 (Table 5).

**Table 5.** Evolution of the Brazilian natural honey exports from 2000 to 2015

Year	Quantity (kg)	Gross value (US\$)	Average Price (US\$/kg)
2000	269 103	342 171.00	1.27
2001	2 489 214	2 826 839.00	1.14
2002	12 643 362	23 172 952.00	1.83
2003	19 273 750	45 569 637.00	2.36
2004	21 037 120	42 386 237.00	2.01



Year	Quantity (kg)	Gross value (US\$)	Average Price (US\$/kg)
2005	14 447 958	18 972 455.00	1.31
2006	14 601 908	23 372 924.00	1.60
2007	12 907 267	21 194 121.00	1.64
2008	18 271 297	43 571 114.00	2.38
2009	25 987 195	65 791 416.00	2.53
2010	18 629 061	55 021 353.00	2.95
2011	22 398 577	70 868 550.00	3.16
2012	16 707 413	52 347 767.00	3.13
2013	16 180 566	54 123 900.00	3.34
2014	25 317 263	98 576 057.00	3.89
2015	22 205 915	81 719 968.00	3.68
Total	263 366 969	699 857 461.00	

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors (2016).

The country elevated its exports significantly between 2001 and 2004, presenting a 745% growth, far above the 0.15% average registered worldwide.

The Brazilian development in the sector was interrupted in the middle of 2004, due the end of the embargoes being imposed on China and Argentina. China returned to the European market with competitive prices, which resulted in an elevated stock. China was able to sell their product in a way that was too difficult for the competition to meet. The mounting demand for increased honey quality is a characteristic of this period; the price decreased in order to adapt to the market (Table 5).

In 2006, the Brazilian natural honey exports go through an impairment since the European Union, the main honey importer, suspended Brazilian honey imports. The decision stated by the European Federation of Food, Agriculture and Tourism Trade Unions was based on persistent failures in the waste monitoring system.

It is important to highlight that in 2003, a technical committee from Europe came to Brazil aiming to analyze the traceability and health of several agribusiness chains, including natural honey. The European technicians recommended the construction of laboratories for controlling and monitoring waste, which was not done by the Brazilian government, culminating in the establishment of an embargo on the Brazilian product. These restrictions were considered merely bureaucratic by ABEMEL (2015).

During the period of this study, the North-American market became the main destination for the Brazilian exports, accounting for approximately 70% of natural honey exports. Despite European Union restrictions, Brazilian exports grew by 12%, from 2005 to 2009.

Initially the Europe embargo towards Brazil was an obstacle for the Brazilian aspirations in the world market for honey; however, it has had positive consequences. One of these consequences was to draw the attention of entrepreneurs into the beekeeping sector allowing them to fill the need to strengthen the sectors organizations. As consequence of the Europe

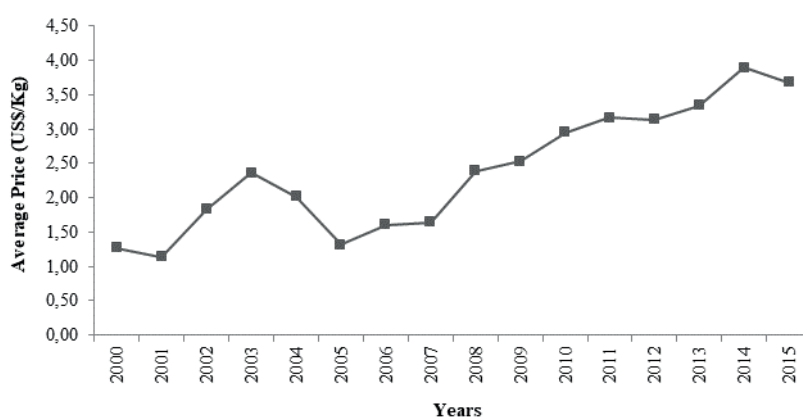


restriction, Brazil directed its exports to the United States reaching a market little explored up to that point.

Brazil returned to the European market in 2008 for two reasons: the Brazilian government constructed the laboratories to control and monitor honey waste, and the pressure applied by European countries, caused by the lack of product in their territories (SEBRAE, 2006).

This highlights the importance of proper management of the production process with respects to the marketing of products. Proper use of management and marketing technologies are necessary conditions in order to meet the requirements of the international natural honey market (KHAN, et al., 2009).

**Figure 5.** Evolution of the average price of natural honey in Brazil exports, from 2000 to 2015

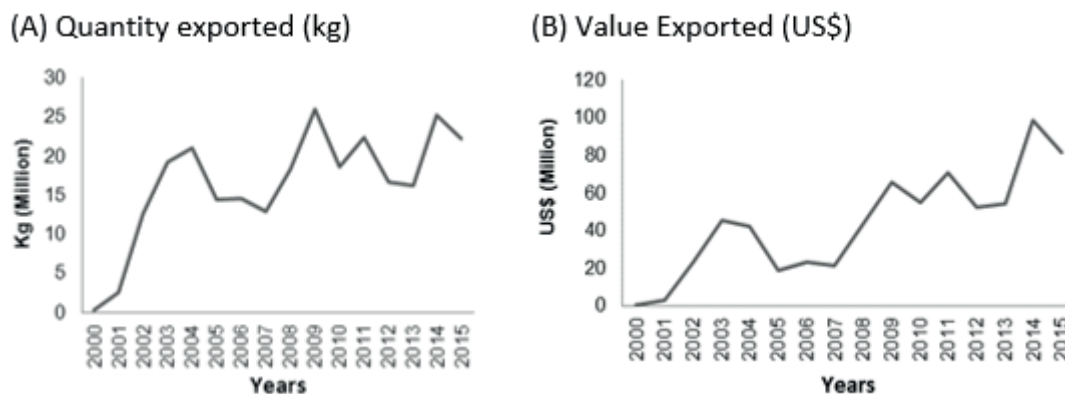


Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors.

It was verified that Brazil presented low export volumes in 2000, and the average price went from US\$ 1.27 to US\$ 3.68/kg, during the period being studied. The increase of the average value between 2001 and 2004 was constant. The highest average price occurred in 2014, US\$ 3.89/kg, and the lowest in 2001, US\$ 1.14/kg. Between the years of 2005 and 2007 is possible to visualize the effect of the period of impediment on Brazilian natural honey by the European Union (Table 5, Figure 5).



**Figure 6.** Evolution of the quantity exported (A) and value exported (B) of Brazilian natural honey from 2000 to 2015



Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors (2016).

After the Argentine and Chinese honeys return to the international market there was an increase in the quantity of honey offered in the market, and because of that the quantity and value of the exports of Brazilian natural honey decreased (Figure 6), but the Brazilian exports did not come back to the initial levels of the 2000s. This indicates that Brazil gained a significant section of the market (PAULA, 2008).

The volume of natural honey that Brazil exported (Table 5) was significant, reaching, in 2015, 22.2 million tons. However, during this period, there were variations (Figure 6), which demonstrated that the international market for natural honey is dynamic and competitive. Therefore, it is necessary for Brazil to be attentive to the evolution of this market, beyond developing quality products at competitive prices. This is in accordance with industry competition standards as well as the capacity for new technology and human capital developments (ZANDONADI & SILVA, 2006; PAULA, 2008).

Zandonadi and Silva (2006) say that the honey price, at a world level, is affected by several factors, such as: the supply and demand conditions in the importing countries, the quality and the type of honey available for exportation, and whether substitutes are available and the existence of taxes and commercial barriers. Sebrae (2006) added that the national beekeeping market is affected by imbalances between supply and demand in the international market. These factors have determined the variations in prices of Brazilian honey.

Paula (2008) affirmed that notwithstanding the growth of the market in Brazil in recent years, the international market, which is the main goal of most producers, is highly competitive, especially because the major exporters (China and Argentina) capacity to influence prices. Considering that, the success or failure of the Brazilian export of honey is conditional whether it is capable of increasing its competitiveness.

Brazil is among the main leaders in the international natural honey market, with a crescent trend in its exports (CORONEL, et al., 2011). However, variations are evident



over the last period (Figure 6). This is due to several factors, such as: the production conditions and demand from importer and re-exporter countries; the quality and type of honey; as well as the existence of taxes and commercial barriers that influence Brazilian exports (ZANDONADI & SILVA, 2006).

### Revealed Comparative Advantages of Brazilian Honey

The Revealed Comparative Advantages Index allows for the identification of the importance of a certain product in the Brazilian export agenda, considering the world context. Table 6 indicates the values found in the Revealed Comparative Advantages Index (RCA) for the period analyzed.

**Table 6.** Revealed Comparative Advantages Index of Brazilian honey, from 2000 to 2015

Anos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IVCR	0.094	0.74	4.42	6.28	6.34	3.24	3.36	1.88	2.64	5.67	2.8	2.98	2.29	2.06	3.62	3.25

Source: UN COMTRADE (2016). Data elaborated by the authors (2016).

The RCA was analyzed in accordance with the classification provided by Pais et al. (2008), in which, (a)  $IVCR_j > 1$  means the country has revealed comparative advantage for natural honey exports; and (b)  $IVCR_j < 1$  means the country has revealed comparative disadvantage for natural honey exports.

According to the results, the Brazilian natural honey went from a comparative disadvantage position in 2000 to a comparative advantage in 2002, and from 2002 to 2015, all indexes indicated a revealed comparative advantage with the highest value of the index being 6.34 in the year of 2004.

The Table 6 exhibit the indexes results from 2000 to 2015. From 2002 to 2004, with the introduction of the restrictions on the main exporters of natural honey, the Brazilian competitiveness increased considerably. The end of these embargoes in 2004 caused a reduction in the revealed comparative advantage index in 2005 and 2006. After that, the embargo imposed on Brazilian honey by the European Union in 2007 reduced its market advantage when compared to previous years. In 2008, when the restrictions ended, the index increased again, reaching the third highest index value in 2009 (5.67), because of the production reduction in the United States and Argentina, caused by climatic factors. From 2010 to 2015, the indexes indicated values in accordance with the average standards of the world market and these numbers show greater competitiveness of the Brazilian natural honey.

Further evidence of the potential of Brazilian honey in the international market was the quick response to increase production caused by the increase of external demands, caused







by the crisis faced by two major providers. Additionally, the quality of Brazilian honey surpasses Argentina's, since Brazilian exports are all natural honey whereas the Argentine's is blended (ABEMEL, 2015). These restrictive measures significantly alter the external market of several countries and must be considered as a constant threat to all new market players who have not yet adapted their production to the requirements of importers.

This study on the performance of Brazilian natural honey exports made important points about evolution, participation and competitiveness of this product in the international market made it possible to know the position and competitiveness of Brazil in the global market for natural honey exports and generated several information showing the importance of exports to leverage the beekeeping sector.

The indexes presented on the Table 6 also expresses the fact that Brazil present favorable characteristics as diverse flora and favorable climate evidencing Brazil's potential to be a top producer offering to the market a differentiated product for its quality and flavor. It shows that the Brazilian natural honey is one of the best in the market and is preferred by the main consumer markets worldwide, due to the lack of waste and for its quality standards. These factors have contributed to the growth of apiculture in Brazil, and, consequently, to its part in the international market.

The main aspect to increase the competitiveness of Brazilian honey is the organization of the beekeeping sector, through cooperatives and associations, in order to access lines of credit and financing. Other factors, such as technical assistance, training of beekeepers and certifying the quality of Brazilian honey, provided by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply and stated by the Federal Inspection Service and other institutions will contribute to increase the competitiveness of Brazilian honey and guaranteeing Brazil's position in the international market (SEBRAE, 2006).

Finally, for the improvement of the competitiveness of the Brazilian honey there is the need to develop quality products and competitive prices, according to industry standard for competition, as well as the capacity for innovation in technology and human capital formation. In addition, it is necessary to create a strategically and important commercial association with Europe consumers.

## ■ CONCLUSION

It is concluded that Brazilian natural honey presents comparative revealed advantage and is competitive in the international market.

The Revealed Comparative Advantage index confirms that the Brazilian product has become significant in the international market, and Brazil is among the world's leading providers of honey.





In this work, Brazil's importance was stated with respect to natural honey exports. Once the country has a recognized product quality it has the potential to become one of the main exporters of honey worldwide.

Therefore, it is necessary to adopt policies in order to create a differential to the national product, aiming the raising of the competitiveness by the valorization of the quality and increase of the price of the exported product.

## ■ REFERÊNCIAS

1. BRAZILIAN ASSOCIATION OF HONEY EXPORTERS - ABEMEL. Retrieved from <http://www.beebrazil.com/abemel.aspx>. Access in: jun/2015.
2. ALMEIDA, A. N.; SILVA, J. C. G. L.; ANGELO, H. (2013). Competitividade do Brasil e Canadá no mercado de madeira serrada de coníferas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n. 3, 439-448, 2013. Retrieved from: <https://doi.org/10.5902/1980509810555>. Access in: jun/2016.
3. Böhlke, P. B.; Palmeira, E. M. Inserção competitiva do pequeno produtor de mel no mercado internacional. **Revista Acadêmica de Economia**, n. 71, 1-7, 2006. Retrieved from <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/pbb.htm>. Access in: jun/2016.
4. Coronel, D. A.; Sousa, E. P.; Amorim, A. L. Desempenho exportador do mel natural nos estados brasileiros. **Pesquisa & Debate**, São Paulo, v. 21, n. 2, 343-360, 2011. Retrieved from: <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/11749>. Access in: jul/2016.
5. Dorneles, T. M.; Dalazoana, F. M. L.; & Schindwein, M. M. Análise do índice de vantagem comparativa revelada para o complexo da soja sul-mato-grossense. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 60, n. 1, 5-15. Retrieved from: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicar/rea2013-1/rea1-1-06f1.pdf>. Access in: jul/2016.
6. Fernandes, R. A. S.; & Santos, C. M. Competitividade das exportações sucroalcooleiras do Estado de São Paulo. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 4, 50-57, 2011. Retrieved from: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/24>. Access in: jul/2016.
7. Freitas, G. S.; Massuquetti, A. A Competitividade e o grau de concentração das exportações do complexo soja do Brasil, da Argentina e dos Estados Unidos da América No Período 1995/2010. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 16, n. 16, 3113-3133, 2013. Retrieved from: <https://doi.org/10.5902/2236117010602>. Access in: jun/2016.
8. Ilha, A. D. A. S.; Coronel, D. A. Vantagens comparativas reveladas e orientação regional da soja brasileira frente à União Européia e ao foro de cooperação econômica na Ásia e no Pacífico (1992-2004). **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 4, n. 1, 43-62, 2006. Retrieved from: <https://doi.org/10.25070/rea.v4i1.73>. Access in: jun/2016.
9. Khan, A. S.; Matos, V. D.; Lima, P. V. P. S. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: Competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 3, 651-675, 2009. Retrieved from: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032009000300006>. Access in: jun/2016.



10. Pais, P. S.; Gomes, M. F. M.; Coronel, D. A. Análise da competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro, de 2000 a 2008. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 13, n. 4, 121-145, 2012. Retrieved from: <https://doi.org/10.1590/S1678-69712012000400006>. Access in: jun/2016.
11. Pasin, L. E. V.; Tereso, M. J. A.; Barreto, L. M. R. C. Análise da produção e comercialização de mel natural no Brasil no período de 1999 a 2010. **Agroalimentaria**, Mérida, v. 18, n. 34, 29-42, 2012. Retrieved from <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35377>. Access in: jun/2016.
12. Paula, J. Mel do Brasil: **As exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae**. SEBRAE, Brasília, 2008, p.99.
13. Perez, L. H.; Resende, J. V.; & Freitas, B. B. Exportações brasileiras de mel natural no período 2001-2003. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 6, 28-37, 2004. Retrieved from: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/2004/tec3-0604.pdf>. Access in: jun/2016.
14. Rubin, L. S.; Ilha, A. S.; Waquil, P. D. O comércio potencial brasileiro de carne bovina no contexto de integração regional. **Revista Economia e Sociologia Rural, Brasília**, v. 46, n. 4, 1067-1091, 2008. Retrieved from: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000400007>. Access in: jun/2016.
15. Santetti, M.; Azevedo, A. F. Z. Evolução das exportações da região sul e do Brasil nos anos 2000: Competitividade e perfil tecnológico. **Revista Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, v. 25, n. 1, 46-63, 2013. Retrieved from: <https://doi.org/10.5902/red.v1i25.7430>. Access in: jun/2016.
16. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Desafios da Apicultura Brasileira**. SEBRAE, Brasília, Brasil. 2006. p. 63.
17. Siqueira, K. B.; Pinha, L. C. Vantagens comparativas reveladas e o contexto do Brasil no comércio internacional de lácteos. **Informações Econômica**, São Paulo, v. 42, n. 3, 40-49, 2012. Retrieved from: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2012/tec5-0612.pdf>. Access in: jul/2016.
18. UNITED NATIONS COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE - UN COMTRADE . Retrieved from: <http://comtrade.un.org/db/dqBasicQuery.aspx>. Access in: mar/2016.
19. Zandonadi, D. A.; Silva, O. M. Competitividade das exportações brasileiras de mel. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, n. 1, 37-53, 2006. Retrieved from: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/583>. Access in: mar/2016.

---

# Índices de qualidade e crescimento de mudas de *Albizia lebbbeck* (L.) Bentham sob diferentes formulações e doses de Osmocote®

- | **Marília Dutra Massad**  
IFNMG
- | **Tiago Reis Dutra**  
IFNMG
- | **Marcos Vinícius Miranda Aguilar**  
UFSM
- | **Eduarda Soares Menezes**  
UFVJM
- | **Aline Ramalho dos Santos**  
UFES
- | **Fabiano Guimarães Silva**

# RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de mudas de *Albizia lebbbeck* (L.) Bentham em resposta à aplicação de diferentes formulações e doses de Osmocote®. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 3 x 5, sendo estudado o efeito de três formulações de Osmocote® (Osmocote® MiniPrill Controlled Release 19-06-10 com liberação de 3 a 4 meses; Osmocote® Plus (com Micro-Nutriente) 15-09-12 com liberação de 5 a 6 meses; Osmocote® Plus (com Micro-Nutriente) 15-09-12 com liberação de 7 a 8 meses, e cinco dosagens dos mesmos (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g dm<sup>-3</sup>). Cada unidade experimental foi constituída por 12 mudas. Foram avaliados aos 120 dias a altura (H; cm), diâmetro do coleto (DC, mm), matéria seca da parte aérea (MSPA; g planta<sup>-1</sup>), matéria seca da raiz (MSR; g planta<sup>-1</sup>) e matéria seca total (MST = MSPA + MSR; g planta<sup>-1</sup>), além das relações H/MSPA, MSPA/MSR e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O Osmocote® com tempo de liberação de 7 a 8 meses proporciona maior produção de massa seca às mudas de albizia. A maior dose estudada (10,0 g dm<sup>-3</sup>) permitiu as maiores médias para as variáveis analisadas, entretanto, os valores foram semelhantes à dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, o que permite uma economia nos custos de produção. As mudas de albizia respondem de forma significativa à adição de doses de Osmocote®, com qualidade superior na maior dose estudada (10,0 g dm<sup>-3</sup>), não havendo interferência das formulações.

**Palavras-chave:** Adubo de Liberação Lenta, Albizia, Qualidade de Mudas, Silvicultura.

## ■ INTRODUÇÃO

O conhecimento relacionado ao cultivo de espécies florestais tem se desenvolvido bastante com o aumento da demanda por implantação florestal para diversas finalidades, desde comerciais ou ecológicas. Nesse contexto, desponta-se a necessidade da recomposição de ecossistemas degradados, sendo necessário o aprimoramento de tecnologias, viabilidade técnica e econômica em projetos para a produção de mudas (MENEGATTI et al., 2017).

Existem diversas espécies que podem ser utilizadas nas atividades de reflorestamento, dentre elas está a *Albizia lebbbeck* (L.) Bentham (1844), popularmente conhecida como albízia. Nativa da Ásia tropical, a espécie é caracterizada por apresentar um rápido crescimento, habilidade para fixar nitrogênio e melhorar a estrutura do solo, especialmente em áreas degradadas, possuindo usos múltiplos e facilidade para consórcio com culturas agrícolas (DUTRA & MEDEIROS FILHO, 2009).

Projetos voltados para restauração florestal e a busca por espécies com alta capacidade de adaptação expandem-se em mesmo ritmo implicando em maior necessidade de estudos que utilizem o desenvolvimento de mudas com alta qualidade, e simultaneamente custos menos elevados (MEWS et al., 2015).

O conhecimento relacionado aos fatores que afetam o desenvolvimento das plantas é essencial para melhorar as técnicas de viveiricultura (TRAUTENMULLE et al., 2017b). Entretanto, o sucesso da produção de mudas florestais nos viveiros muitas vezes é limitado pela falta de informações quanto às demandas nutricionais das espécies. Desse modo, conhecer as necessidades nutricionais de uma espécie permite produzir mudas de melhor qualidade, bem como plantas que se adaptam com maior facilidade a campo, e com maior índice de sobrevivência (DUTRA et al., 2016).

As práticas de adubação favorecem o desenvolvimento das mudas, e dessa forma diminui o tempo de permanência das plantas no viveiro, reduzindo assim os custos de produção (CHEN et al., 2018). A aplicação de fertilizantes que possuem liberação lenta ou ação controlada de nutrientes permite uma disponibilidade contínua do mesmo, evitando o uso parcelado de algumas fontes, e diminuindo os custos de operação (GIBSON et al., 2019).

O Osmocote® é um fertilizante que libera nutrientes de maneira controlada. É formado por cápsulas com nutrientes envoltos por uma resina orgânica biodegradável, que assegura proteção, contudo disponíveis por pressão osmótica, assim se concede a liberação, podendo variar de intensidade, conforme a umidade e temperatura (ALMEIDA et al., 2018). Dadas às suas características, existe menor possibilidade de ocorrer deficiência de nutrientes durante o período de formação das mudas, o que confere sua grande capacidade para produção das mesmas (ROSA et al., 2018).





Entretanto, estudos que avaliem o efeito de adubos de liberação lenta em espécies com potencial paisagístico e de recuperação de áreas degradadas ainda são incipientes (ROSSA et al., 2015<sup>a</sup>). Assim, torna-se necessário ampliar as pesquisas sobre a reposta das espécies florestais a diferentes formulações e doses de Osmocote® a fim de se determinar as formas de manejo das mudas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) Bentham) em resposta à aplicação de diferentes formulações e doses de Osmocote®.

## ■ MÉTODO

### Área de estudo

O experimento foi realizado no “Viveiro de Produção de Mudas Florestais” do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Salinas.

O município de Salinas encontra-se localizado entre 16° 10' 19" de latitude Sul, e 42° 17' 30" de longitude Oeste, e está situado na mesorregião do Norte de Minas possuindo altitude média de 471 m. O clima da região, de modo geral, varia de subúmido a semiárido, classificado majoritariamente, segundo Köppen, como sendo Aw, de inverno seco e verão chuvoso (TOLEDO et al., 2009; MENEZES et al., 2019).

### Condução do experimento

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 3 x 5, sendo estudado o efeito de três formulações de Osmocote® (Osmocote® MiniPrill Controlled Release 19-06-10 com liberação de 3 a 4 meses); Osmocote® Plus (com Micro-Nutriente) 15-09-12 com liberação de 5 a 6 meses; Osmocote® Plus (com Micro-Nutriente) 15-09-12 com liberação de 7 a 8 meses) e o e cinco dosagens dos mesmos (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g dm<sup>-3</sup>). Cada unidade experimental foi constituída por 12 mudas.

As sementes de albizia foram coletadas de sete árvores matrizes localizadas no município de Araçuaí-MG.

A caracterização química do substrato foi realizada conforme EMBRAPA (1997). As características físicas de porosidade total, macroporosidade, microporosidade, e capacidade máxima de retenção de água dos substratos foram determinadas por metodologia proposta por Carvalho & Silva (1992) (Tabela 1).





**Tabela 1.** Características químicas e físicas do substrato utilizado na produção de mudas de *Albizia lebbbeck* (L.) Bentham

Características <sup>1</sup>	Substrato
	Rohrbacher <sup>a</sup>
pH, água	6,0
M.O, dag kg <sup>-1</sup>	15,63
P, mg dm <sup>-3</sup>	260,00
K, mg dm <sup>-3</sup>	970
Ca, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,10
Mg, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,60
Al, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,00
H+Al, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,19
t, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	9,19
T, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	11,38
SB, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	9,19
m, %	0
V, %	81
Porosidade Total, %	61,19
Macroporosidade, %	31,43
Microporosidade, %	29,76
CMRA, mL 55 cm <sup>-3</sup>	23,11

<sup>1</sup>M.O. = matéria orgânica; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions; SB = soma de bases; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases; CMRA = Capacidade máxima de retenção de água.

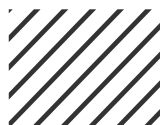
Para superar a impermeabilidade do tegumento das sementes, foi realizada a superação da dormência por meio do método da escarificação mecânica utilizando lixa d'água número 120 até desgastar o tegumento no lado oposto ao da micrópila (DUTRA et al., 2007). Em seguida, foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (2%) por 3 minutos.

O substrato foi preparado de forma que incorporou ao mesmo as doses e formulações de Osmocote® estudadas. Após o preparo do substrato, ele foi destinado para o preenchimento dos tubetes de 180 cm<sup>3</sup>, sendo esses identificados e destinados ao local de estudo. Após esse procedimento, ocorreu a semeadura, utilizando três sementes por tubete. Aos 15 dias após semeadura (DAS) efetuou-se um primeiro raleio deixando-se duas plantas por tubete. Aos 30 DAS um segundo raleio foi realizado, deixando-se apenas uma muda por tubete.

A partir do 40º DAS, as mudas receberam fertirrigação semanal, com 6 mL planta<sup>-1</sup> de solução aquosa, contendo 4 g L<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 10 g L<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 4 g L<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 1 g L<sup>-1</sup> de FTE BR12 (9% Zn, 3% Fe, 2% Mn, 0,1% Mo, 1,8% B, 0,8% Cu). Durante o período experimental, a umidade do solo foi mantida próxima de 60% da capacidade de campo procedendo-se o monitoramento diário para esse controle.

### Parâmetros avaliados

Foram avaliados aos 120 dias a altura (H; cm) e o diâmetro do coleto (DC; mm) das mudas. A mensuração da altura da parte aérea das mudas foi realizada com o auxílio de





uma régua milimétrica posicionada no nível do solo até o meristema apical das mesmas, e o diâmetro com o uso de um paquímetro digital.

Ao final dessas avaliações, as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular, lavadas em água corrente e secas em estufa com circulação forçada de ar a aproximadamente 65 °C, até peso constante. Avaliou-se a matéria seca da parte aérea (MSPA; g planta<sup>-1</sup>), matéria seca da raiz (MSR; g planta<sup>-1</sup>) e matéria seca total (MST = MSPA + MSR; g planta<sup>-1</sup>). Esses parâmetros foram transformados em índices de qualidade de mudas conforme sugerido por Gomes et al. (2002): H/DC, H/MSPA, MSPA/MSR e no Índice de Qualidade de Dickson - IQD (DICKSON et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao ser constatada a significância pelo teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade por meio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2013) do software livre R (R CORE TEAM, 2015).

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os fatores avaliados (formulações e doses de Osmocote®) para as variáveis altura da parte aérea e diâmetro do coleto (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de altura da parte aérea e diâmetro do coleto de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck*) em resposta a diferentes formulações e doses de Osmocote® aos 120 dias

Osmocote® (Tempo de liberação)	Altura da parte aérea (cm)				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3-4 meses	8,2 aC	11,0 aB	12,8 bA	13,6 bA	14,0 bA
5-6 meses	9,3 aC	12,4 aB	13,3 aA	14,3 aA	15,9 aA
7-8 meses	10,0 aC	12,1 aB	13,7 aB	14,5 aA	16,3 aA
Osmocote® (Tempo de liberação)	Diâmetro do coleto (mm)				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3-4 meses	1,9 aC	2,0 bB	3,1 bB	3,1 bA	3,3 bA
5-6 meses	2,0 aB	2,5 aB	3,6 aA	3,7 aA	3,8 aA
7-8 meses	2,1 bA	2,6 aB	3,6 aA	3,8 aA	3,9 aA

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável altura da parte aérea os osmocotes com tempo de liberação 5 a 6 meses e 7 a 8 meses, a partir da dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, apresentaram médias estatisticamente iguais, entretanto, superiores ao Osmocote 3 a 4 meses (Tabela 2). A formulação 7 a 8 meses apresentou médias similares nas doses 7,5 e 10,0 g dm<sup>-3</sup>, enquanto os demais osmocotes





apresentaram esse comportamento entre suas doses a partir de 5,0 g dm<sup>-3</sup>. Esse resultado evidencia que as formulações de Osmocote 5 a 6 meses e 7 a 8 meses garantiram a manutenção de um sincronismo entre a liberação de nutrientes ao longo do tempo e o atendimento às necessidades nutricionais da albizia com diferentes doses cada um, permitindo uma maior potencialidade de crescimento das mudas da espécie.

A altura é uma característica relevante quando há a necessidade do plantio de mudas em áreas colonizadas por plantas espontâneas, onde a altura da espécie de interesse precisa exercer maior competição por luz. Em diversos viveiros florestais, a altura é levada em consideração para determinar o valor das mudas na ocasião da comercialização ao silvicultor, sendo comumente usada para estimar seu padrão de qualidade (GOMES et al., 2002; SOMAVILLA et al., 2014). Dessa forma, a variável constitui um dos parâmetros importantes para estimar o crescimento no campo, visto que sua medição não causa destruição, apresenta fácil execução, e tecnicamente é aceita como uma excelente medida do potencial de desempenho das mudas (ROSSA et al., 2015b).

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram observados por Massad et al. (2016) trabalhando com mudas das espécies flamboyant e ipê-mirim em resposta a diferentes doses de Osmocote® e por Marana et al. (2008), avaliando a qualidade das mudas de café, onde a dose aproximada de 15 g dm<sup>-3</sup> de fertilizante de liberação lenta apresentou as maiores médias para a variável altura, medida 150 dias após a semeadura. Elli et al. (2013) observaram comportamento semelhante com Osmocote® de 5 a 6 meses na produção de mudas de pitangueira e Stupp et al. (2015) trabalhando com mudas de bracatinga em função de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.

Para o diâmetro do coleto as formulações de Osmocote® com liberação de 5 a 6 meses e 7 a 8 meses se igualaram estatisticamente a partir da dose 2,5 g dm<sup>-3</sup>, apresentando médias superiores ao Osmocote® 3 a 4 meses (Tabela 2).

Esse resultado pode ser atribuído ao fato dessas formulações proporcionarem melhores condições para as mudas de albizia com o fornecimento de nutrientes de maneira regular, contemplando um período maior, atendendo a demanda da espécie e favorecendo o desenvolvimento da muda.

A partir da dose de 5,0 g dm<sup>-3</sup>, não houve ganho significativo de diâmetro de coleto para os osmocotes 5 a 6 meses e 7 a 8 meses. Esse comportamento foi observado para o Osmocote® 3 a 4 meses a partir de 7,5 g dm<sup>-3</sup>.

Resultados positivos mediante a aplicação de adubos de liberação lenta para a variável diâmetro do coleto foram evidenciados em estudos com a canafístula (DUTRA et al., 2016), aroeira-vermelha (ROSSA et al., 2015a) e bracatinga (STUPP et al., 2015).





Rossa et al. (2015a), ressalta que entre as variáveis avaliadas, o diâmetro do coleto é um parâmetro bastante propício para avaliar a qualidade de muda, devido ao seu maior grau de relação com o IQD.

O efeito significativo da interação entre os fatores avaliados (formulações e doses de Osmocote®) foi observado para os parâmetros massa seca da parte aérea e massa seca total (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios de massa seca da parte aérea e massa seca total de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck*) em resposta a diferentes formulações e doses de Osmocote® aos 120 dias

Osmocote® (Tempo de liberação)	Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3-4 meses	6,6 aC	21,5 aB	40,1 bA	46,8 bA	54,7 bA
5-6 meses	6,4 aC	23,3 aB	43,4 bA	49,2 bA	57,9 bA
7-8 meses	6,9 aC	26,6 aB	51,8 aA	56,7 aA	66,4 aA
Osmocote® (Tempo de liberação)	Massa seca total (g planta <sup>-1</sup> )				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3-4 meses	12,1 aC	30,5 aB	56,3 bA	63,3 bA	72,7 bA
5-6 meses	12,1 aC	33,9 aB	57,2 bA	64,9 bA	75,0 bA
7-8 meses	12,6 aC	38,1 aB	67,2 aA	73,2 aA	84,6 aA

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Nas variáveis massa seca da parte aérea e massa seca total, o Osmocote® com tempo de liberação 7 a 8 meses, a partir da dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, apresentou médias superiores aos osmocotes 3 a 4 meses e 5 a 6 meses (Tabela 3). Para essas variáveis, cada um dos osmocotes obtiveram médias similares a partir da dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, não havendo diferença significativa com ganho de massa seca da parte e total com aplicação de doses superiores a este valor (Tabela 3). Esse resultado pode ser explicado, devido ao equilíbrio na liberação gradual dessa formulação de adubo testada dentro do tempo avaliado, garantindo melhor nutrição, e favorecendo o aumento da produção de massa seca nas mudas de albizia.

Resultados semelhantes para massa seca da parte aérea foram evidenciados por Dutra et al. (2016) trabalhando com o Osmocote® no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub)) e por Serrano et al. (2006), em mudas de limoeiro “cravo” (*Citrus limonia*), em função da aplicação de Osmocote®. O fertilizante interferiu no acúmulo de massa seca da parte aérea, sendo capaz de proporcionar excelentes ganhos médios, demonstrando assim, a grande viabilidade de uso dessa técnica de adubação na produção de mudas.

O peso da massa seca da parte aérea indica a rusticidade, correlacionando essa variável diretamente com a sobrevivência, e desempenho inicial das mudas após o plantio em campo (GOMES & PAIVA, 2006). Segundo Almeida et al. (2005), a biomassa total exerce papel significativo no desempenho das plantas quando transferidas para o campo,

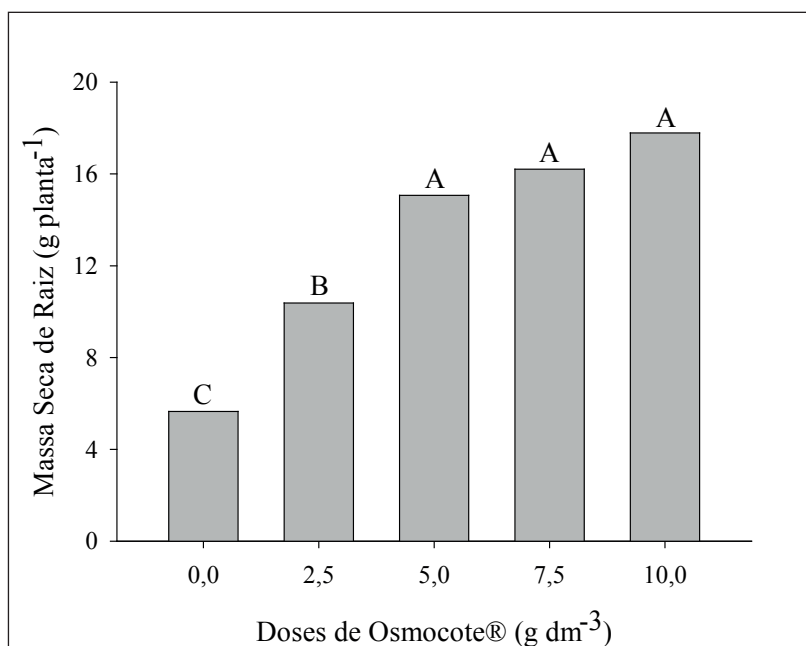




influenciando na capacidade de sustentação, absorção de água e nutrientes. Serrano et al. (2010), trabalhando com a produção de mudas de mamoeiro também observou ganho em massa seca da parte aérea.

A massa seca da raiz apresentou efeito significativo nas diferentes doses de Osmocote® (Figura 1).

**Figura 1.** Massa seca de raiz das mudas de albizia (*Albizia lebbek*) em resposta a diferentes doses de Osmocote® aos 120 dias.



A massa seca de raiz das mudas de albizia apresentou médias superiores nas doses a partir de 5 g dm<sup>-3</sup>, não se diferenciando estatisticamente entre si (Figura 1).

De modo semelhante, Mendonça et al. (2004) obtiveram maiores ganhos de massa seca de raiz em mudas de maracujazeiro amarelo nas maiores doses de fertilizante de liberação controlada avaliada.

Em mudas de *Eucalyptus grandis*, Rossa et al. (2015b) com verificaram que as doses de fertilizante de liberação lenta influenciaram a espécie em questão, sendo que as máximas médias em valor absoluto, para a variável massa seca da raiz corresponderam ao tratamento com 10 g dm<sup>-3</sup>. Teixeira et al. (2009) também observaram ganhos significativos em mudas de dendezeiro.

Esse comportamento pode ser atribuído à resposta positiva que a albizia apresenta com a aplicação de Osmocote® em relação à produção de massa seca da raiz. A disponibilidade equilibrada dos nutrientes no período de avaliação das mudas, atendendo a demanda nutricional da espécie, refletiu no desenvolvimento e a produção de massa seca da raiz com doses maiores do adubo.







A interação entre as formulações e as doses de Osmocote® apresentou efeito significativo para a relação altura da parte aérea/massa seca da parte aérea (H/MSPA) e a relação massa seca da parte aérea/massa seca da raiz das mudas (MSPA/MSR) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios da relação altura e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) de mudas de albizia (*Albizia lebbbeck*) em resposta a diferentes formulações e doses de Osmocote® aos 120 dias

Osmocote® (Tempo de liberação)	H/MSPA				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3- 4 meses	1,30 aC	0,52 bB	0,32 bA	0,29 aA	0,26 aA
5- 6 meses	1,53 aC	0,53 bB	0,31 bA	0,29 aA	0,28 aA
7- 8 meses	1,47 aB	0,46 aA	0,27 aA	0,26 aA	0,25 aA

Osmocote® (Tempo de liberação)	MSPA/MSR				
	Dose (g dm <sup>-3</sup> )				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
3- 4 meses	1,17 aC	2,37 aB	2,51 bA	2,87 bA	3,05 bA
5- 6 meses	1,11 aC	2,19 aB	3,18 aA	3,21 aA	3,37 aA
7- 8 meses	1,20 aC	2,44 aB	3,39 aA	3,42 aA	3,66 aA

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A relação H/MSPA pode predizer o potencial de sobrevivência da muda no campo, uma vez que quanto menor for esse índice, mais lignificada está a muda e maior a sua rusticidade (GOMES et al., 2003).

As formulações de Osmocote® 3 a 4 meses e 5 a 6 meses apresentaram médias estatisticamente iguais entre suas doses, de maneira particular, a partir de 5,0 g dm<sup>-3</sup> (Tabela 4). Esse comportamento foi observado para o Osmocote® 7 a 8 meses a partir da dose 2,5 g dm<sup>-3</sup>, sendo este tratamento o que obteve as menores médias para H/MSPA, se diferenciando estatisticamente dos demais. Portanto, dentre os osmocotes e doses dos fertilizantes estudados, as mudas com maior rusticidade e potencial de sobrevivência em campo foram obtidas com o Osmocote® 7 a 8 meses, na dose 2,5 g dm<sup>-3</sup>.

Para a relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) os osmocotes com tempo de liberação 5 a 6 meses e 7 a 8 meses, a partir da dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, apresentaram médias superiores ao Osmocote® 3 a 4 meses (Tabela 4). Nesta variável, cada um dos osmocotes obtiveram médias similares entre suas doses a partir de 5,0 g dm<sup>-3</sup>, não havendo diferença significativa para MSPA/MSR com aplicação de doses superiores a este valor.

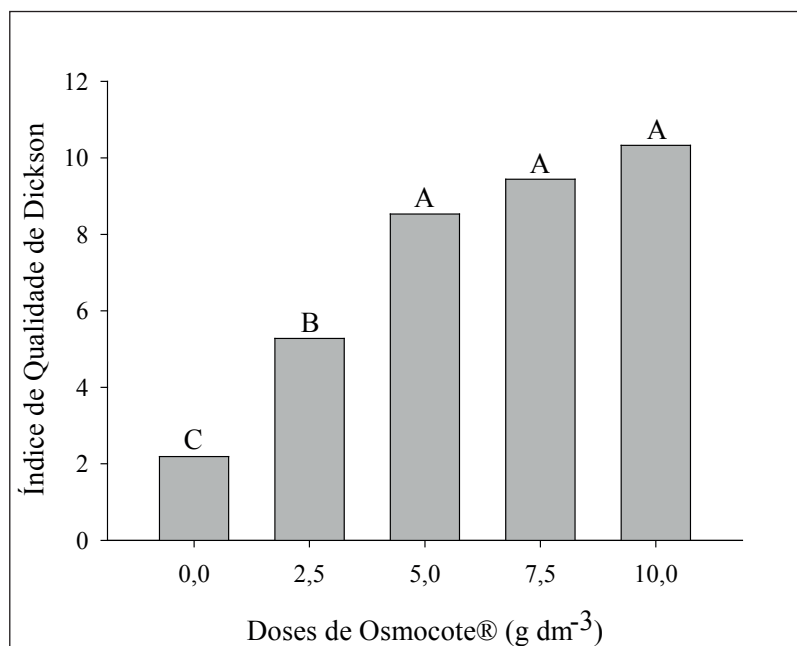
A relação MSPA/MSR é considerada um parâmetro eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade das mudas (GOMES et al., 2002). Médias superiores alcançadas com os osmocotes 5 a 6 meses e 7 a 8 meses indicam uma qualidade superior nas mudas de albizia que receberam esses tratamentos.

Houve efeito significativo das diferentes doses de Osmocote® para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Figura 2).





**Figura 2.** Índice de Qualidade de Dickson das mudas de albizia (*Albizia lebbek* (L.) Bentham) em resposta a diferentes doses de Osmocote® aos 120 dias.



O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) apresentou as maiores médias a partir da dose 5 g dm<sup>-3</sup> de Osmocote®, não se diferenciando estatisticamente entre si (Figura 2). Não houve efeito significativo do tipo de fertilizante para esta variável, ou seja, as mudas de albizia obtiveram o mesmo padrão de qualidade independentemente da formulação e tempo de liberação.

Os maiores valores para essa variável foram obtidos na dose 10,0 g dm<sup>-3</sup> do adubo de liberação lenta, demonstrando respostas positivas das mudas de albizia com a aplicação do fertilizante.

O índice de qualidade de Dickson é considerado promissor por considerar as associações entre os caracteres dendrométricos e alométricos em sua fórmula matemática, pois utiliza diversos parâmetros morfológicos relevantes (ELOY et al., 2013; TRAUTENMULLER et al., 2017a). Para seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002). Portanto, quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida.

Resposta similar no IQD com o aumento das doses de Osmocote® foi observado por Melo Junior et al. (2014) na produção de mudas de mamoeiro. O adubo de liberação lenta provoca menor alteração na condutividade elétrica do substrato, menor quantidade de nutrientes a serem perdidos por lixiviação no caso de irrigação excessiva, e menor risco de salinização do substrato. Por esta razão, este fertilizante é usado com grande sucesso no setor florestal, na obtenção de mudas de qualidade (PIAS et al., 2013).





De maneira geral, os osmocotes estudados apresentaram as maiores médias para todas as variáveis analisadas com a dose 10,0 g dm<sup>-3</sup>. Entretanto, a dose 5,0 g dm<sup>-3</sup> não se diferenciou estatisticamente da dose máxima, significando que a adoção desse valor na adubação traria ganhos semelhantes para as mudas e economia de custos com o fertilizante na produção.

Cabe ressaltar que o Osmocote® 7 a 8 meses se destacou frente aos demais, com valores superiores para diversos parâmetros.

Diante disso, a diferença de valores entre as doses recomendadas para cada espécie florestal reforça a ideia da necessidade de estudos particulares, com o intuito de buscar o melhor desenvolvimento das mudas e a otimização no uso da técnica, sendo difícil a realização de uma recomendação padrão (DUTRA et al., 2016).

## ■ CONCLUSÃO

O Osmocote® com tempo de liberação de 7 a 8 meses proporciona maior produção de massa seca às mudas de *Albizia lebbbeck* (L.) Bentham.

A maior dose estudada (10,0 g dm<sup>-3</sup>) permitiu as maiores médias para as variáveis analisadas, entretanto, os valores foram semelhantes à dose 5,0 g dm<sup>-3</sup>, o que permite uma economia nos custos de produção.

As mudas de alízia respondem de forma significativa à adição de doses de Osmocote®, com qualidade superior na maior dose estudada (10,0 g dm<sup>-3</sup>), não havendo interferência das formulações.

## ■ AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Salinas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## ■ REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, S.L. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Revista Ciência Florestal**, v.15, n.3, p.323-329, 2005.
2. ALMEIDA, U.O. et al. Environment and slow-release fertilizer in the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.48, n.4, p.382-389, 2018.
3. CARVALHO, C.M.; SILVA, C.R. **Determinação das propriedades físicas de substrato**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas: Universidade Estadual Paulista, 1992.



4. CHEN, S. et al. Preparation and characterization of slow-release fertilizer encapsulated by biochar-based waterborne copolymers. **Science of The Total Environment**, v.615, n.15, p.431-437, 2018.
5. DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, [S.l.], v.36, p.10-13, 1960.
6. DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Dormência e germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth). **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.3, p.427-429, 2009.
7. DUTRA, A.S. et al. Dormência, substrato e temperatura para germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.)). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.291-296, 2007.
8. DUTRA, T.R. et al. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Floresta**, v.46, n.4, p.491-498, 2016.
9. ELLI, E.F. et al. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comicata Scientiae**, v.4, n.4, p.337-384, 2013.
10. ELOY, E. et al. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v.43, n.3, p.373-384, 2013.
11. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.212p.
12. FERREIRA, E.B. et al. **ExpDes.pt: experimental designs package R package version (1.1.2)**. 2013. Disponível em: <http://cran.rproject.org/web/packages/ExpDes/index.html>.
13. FONSECA, E.P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
14. GIBSON, E.L. et al. Controlled-Release Fertilizer on Growth of *Melanoxylon brauna* Schott Seedlings. **Floresta Ambiente**, v.26, n.º. especial, p.1-7, 2019.
15. 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.
16. GOMES, J.M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.23, p.113-127, 2003.
17. GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006.
18. MARANA, J.P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.39-45, 2008.
19. MASSAD, M.D. et al. Desenvolvimento de mudas de flamboyant e ipê-mirim em resposta a diferentes doses de Osmocote®. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.12, n.1, p.83-92, 2016.
20. MELO JÚNIOR, J.C.F. et al. Depleção de água no substrato e doses de fertilizante Osmocote® na formação de mudas de mamoeiro. **Comicata Scientiae**, v.5, n.4, p.499-508, 2014.
21. MENDONÇA, V. et al. Osmocote® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.799-806, 2004.

22. MENEGATTI, R.D. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, p.45-49, 2017.
23. MENEZES, E.S. et al. Crescimento de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. sob interferência de plantas espontâneas e forrageiras. **BIOFIX Scientific Journal**, v.4, n.2, p.153-159, 2019.
24. MEWS, C.L. et al. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.107-116, 2015.
25. PIAS, C.H.O. et al. Doses de fertilizante de liberação controlada no índice de clorofila e na produção de mudas de grábia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.73, p.19-26, 2013.
26. R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015. Disponível em: <http://www.R-project.org>
27. ROSA, T.L.M. et al. Controlled release fertilizer in the growth of *Moringa oleifera* Lam. Seedlings. **Floresta**, v.48, n.3, p.303-310, 2018.
28. ROSSA, U.B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha). **Ciência Florestal**, v.25, n.4, p.841-852, 2015a.
29. ROSSA, U.B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v.45, n.1, p.85-96, 2015b.
30. SERRANO, L.A.L. et al. Sistema de blocos prensados e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.441-447, 2006.
31. SERRANO, L.A.L. et al. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.32, n.3, p.874-883, 2010.
32. SOMAVILLA, A. et al. Avaliações morfológicas de mudas de Cedro australiano submetidas a diferentes doses do fertilizante Osmocote plus®. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.4, p.493-498, 2014.
33. STUPP, A.M. et al. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v.3, n.2, p.40-47, 2015.
34. TEIXEIRA, P.C. et al. Influência da disposição dos tubetes e da aplicação de fertilizantes de liberação lenta, durante o pré-viveiro, no crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Ciência Florestal**, v.19, n.2, p.157-168, 2009.
35. TOLEDO, L.O. et al. Análise multivariada de atributos pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de cerrado no norte de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p.957-968, 2009.
36. TRAUTENMULLER, J.W. et al. Avaliação de plantas de *Cordia americana* em viveiro utilizando caracteres morfológicos. **BIOFIX Scientific Journal**, v.2, n.2, p.65-70, 2017a.
37. TRAUTENMULLER, J.W. et al. Crescimento de área foliar e índice de área foliar de mudas de *Cordia americana* em diferentes formas de manejo. **BIOFIX Scientific Journal**, v.2, n.2, p.60-64, 2017b.

# SOBRE O ORGANIZADOR

## **Robson José de Oliveira**

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2002), mestrado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2004) e doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2008). Atualmente é professor associado I da Universidade Federal do Piauí/CTT em Teresina -PI. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Legislação Florestal, Colheita, Estradas e Transportes Florestais, atuando principalmente nos seguintes temas: estradas, transportes, estabilização, pavimentação, redes neurais artificiais, ferramentas computacionais aplicadas ao setor florestal, logística, política e legislação ambiental, avaliação de impactos ambientais, perícia ambiental, educação ambiental, colheita florestal, ergonomia, qualidade, gestão de projetos, ética e deontologia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2371730431088108>



# ÍNDICE REMISSIVO

## A

**Acacia Mangium:** 105, 106, 108, 109

**Adubo:** 226, 238

**Albizia:** 122, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237

**Amazônia Meridional:** 172

**Arborização Urbana:** 26, 52, 53, 54

## B

**Balsa:** 76, 88, 89, 90

**Biodiversidade:** 193, 195

## C

**Conhecimento Tradicional:** 138

**Conservação:** 193, 195

## D

**Desenvolvimento:** 92, 103, 116, 133, 134, 173, 224, 237

**Diâmetro:** 79, 230

## E

**Eucalyptus:** 24, 26, 28, 33, 42, 43, 70, 85, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 98, 100, 101, 103, 104, 108, 115, 173, 174, 190, 196, 233, 237, 238

**Exports:** 217

## F

**Fertilidade:** 14

**Fitossanidade:** 26, 30

**Fluxo de Carbono:** 56

## G

**Growth Regulators:** 160

## I

**Incremento Corrente Anual:** 186

**Índices de Vegetação:** 56, 57, 58, 59, 68, 69, 70

**In Vitro:** 159, 160

## L

**Light Regimes:** 160

## M

**Manejo:** 29, 52, 131, 132, 133, 134, 136

**Micropropagation:** 160, 169, 170

**Monitoramento:** 56

**Mudas:** 99, 228

## P

**Pau:** 72, 76, 88, 89, 144, 148, 150, 153, 155

## Q

**Qualidade:** 23, 30, 35, 37, 92, 95, 99, 115, 226, 230, 235

## R

**Recuperação:** 23

**Reflorestamento:** 72

## S

**Sensoriamento:** 56, 69, 70

**Silvicultura:** 70, 88, 173, 190, 191, 226

**Sistema Radicular:** 92

**Substrato:** 229

## V

**Viveiro Florestal:** 92



follow us



[www.editoracientifica.org](http://www.editoracientifica.org)

[contato@editoracientifica.org](mailto:contato@editoracientifica.org)





ISBN 978-658982619-4



9

786589

826194



editora científica