

# Professor Natalia Risso

IFMG, Campus São João Evangelista, MG

	1 M 7:00 - 7:45	2 M 7:45 - 8:30	Intervalo Manhã 8:30 - 8:45	3 M 8:45 - 9:30	4 M 9:30 - 10:15	5 M 10:15 - 11:00	6 M 11:00 - 11:45	Almoço 11:45 - 13:00	1 T 13:00 - 13:45	2 T 13:45 - 14:30	Intervalo Tarde 14:30 - 14:45	3 T 14:45 - 15:30	4 T 15:30 - 16:15	5 T 16:15 - 17:00	6 T 17:00 - 17:45	Intervalo Vespertino 17:45 - 18:40	1N 18:40 - 19:25	2N 19:25 - 20:10	Intervalo Noite 20:10 - 20:25	3N 20:25 - 21:10	4N 21:10 - 21:55	5N 21:55 - 22:40		
<b>Seg</b>	Planejamento			Planejamento					Planejamento			Planejamento												
<b>Ter</b>	PAT EFL 171 PIV - Sala 1,P IV - Lab Microscopia			MBF EFL 181 PIII - Sala 5								FIT I AGR 181 PIV - Sala 1												
<b>Qua</b>	MBF EFL 181 PIV - Sala 1											Reunião												
<b>Qui</b>				FIT I AGR 181 PIV - Sala 2,P IV - Lab Microscopia		FIT I AGR 181 PIV - Sala 2,P IV - Lab Microscopia																		
<b>Sex</b>	PAT EFL 171 PIV - Sala 3,P IV - Lab Microscopia			PAT EFL 171 PIV - Sala 3,P IV - Lab Microscopia																				
<b>Sáb</b>																								



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**  
Avenida Primeiro de Junho, 1043 – Centro – São João Evangelista – Minas Gerais – CEP:39705-000  
(33)3412-2925

## **DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins que a docente *Natália Risso Fonseca* orientou o discente *Israel Balbatahan Silva e Barbosa* na elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “*Avaliação do potencial de uso de óleos essenciais no controle in vitro de Xanthomonas axonopodis, causadora da mancha bacteriana do eucalipto*”, como parte dos pré-requisitos exigidos para formação superior em Engenharia Florestal. O período de orientação foi de janeiro a novembro de 2020.

São João Evangelista – MG, 10 de novembro de 2020

---

**Bruno Oliveira Lafetá**  
**Coordenador do Curso de Engenharia Florestal**

Diário Oficial da União nº 170, 3 de setembro de 2019  
Matrícula SIAPE 1977759



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**  
Avenida Primeiro de Junho, 1043 – Centro – São João Evangelista – Minas Gerais – CEP:39705-000  
(33)3412-2925

## **DECLARAÇÃO**

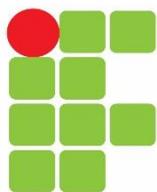
Declaro para os devidos fins que a docente *Natália Risso Fonseca* orientou a discente *Rafaela Carla Santos Perpétuo* na elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “*Avaliação do uso de silicato de cálcio e magnésio no controle da mancha bacteriana e no desenvolvimento de mudas de Eucalyptus spp*”, como parte dos pré-requisitos exigidos para formação superior em Engenharia Florestal. O período de orientação foi de janeiro a novembro de 2020.

São João Evangelista – MG, 10 de novembro de 2020

---

**Bruno Oliveira Lafetá**  
**Coordenador do Curso de Engenharia Florestal**

Diário Oficial da União nº 170, 3 de setembro de 2019  
Matrícula SIAPE 1977759



**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**

# Certificado

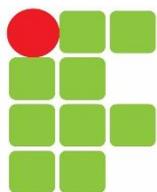
Certificamos que o docente **Natália Risso Fonseca** orientou a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, com o Título “AVALIAÇÃO DO USO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO CONTROLE DA MANCHA BACTERIANA E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus SPP*”, de autoria da discente **Rafaela Carla Santos Perpétuo** do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Florestal, no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, apresentado no dia 16 de novembro de 2020.

**São João Evangelista, 16 de Novembro de 2020.**

**Bruno Oliveira Lafetá**

Coordenador do Curso de Engenharia Florestal  
Diário Oficial da União nº 170, 3 de setembro de 2019  
Matrícula SIAPE 1977759

Registrado sob n 3674 do livro de registro CGGPG-  
02 de certificados em 16 de novembro de 2020.



**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**

# Certificado

Certificamos que **Natalia Risso Fonseca** orientou a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, com o Título “ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS À SOJA”, de autoria do discente Clinton Júnior Garcia Quintão do Curso Superior Bacharelado em Agronomia, durante o período de **agosto/2019 até o presente momento** no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, com previsão de apresentação e defesa em março de 2021.

**São João Evangelista, 16 de novembro de 2020.**

---

João Paulo Lemos  
Coordenador do Curso de Agronomia  
Portaria IFMG/SJE 097/2019  
Matrícula SIAPE 2016897



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**  
Avenida Primeiro de Junho, 1043 – Centro – São João Evangelista – Minas Gerais – CEP:39705-000  
(33)3412-2925

## **DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins que a docente *Natália Risso Fonseca* coorientou o discente *Luis Carlos da Silva Soares* na elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “*Seleção recorrente recíproca em híbridos de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla*”, como parte dos pré-requisitos exigidos para formação superior em Engenharia Florestal. O período de orientação foi de janeiro a novembro de 2020.

São João Evangelista – MG, 10 de novembro de 2020

---

**Bruno Oliveira Lafetá**  
**Coordenador do Curso de Engenharia Florestal**

Diário Oficial da União nº 170, 3 de setembro de 2019  
Matrícula SIAPE 1977759



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
Campus São João Evangelista  
Direção Geral  
Departamento de Desenvolvimento Educacional  
Coordenação Geral de Ensino Superior, Pesquisa e Extensão  
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal  
Avenida Primeiro de Junho - Bairro Centro - CEP 39705-000 - São João Evangelista - MG  
3334122925 - www.ifmg.edu.br

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o grupo de estudos "Núcleo de Estudos em Sementes Florestais (NESF)" sob a coordenação da Prof<sup>a</sup> Natália Risso Fonseca, matrícula SIAPE nº 2388619 foi criado em **24 de julho de 2020** e conta com os seguintes membros: Acálita Godinho de Oliveira, RA nº 0041535; Fernanda aparecida Nazário de Carvalho, RA nº 0041538; Guilherme Ribeiro Aguiar, RA nº 0023295; Isadora Azevedo Perpétuo, RA nº 0041541; Isabella Pimenta de Queiroz, RA nº 0041540; Lidiane Aparecida Alves Braga, RA nº 0035199; Paulo Henrique Amador Miranda, RA nº 0036600, além da participação do Prof<sup>o</sup> Ivan da Costa Ilhéu Fontan, matrícula SIAPE nº 1218102.

São João Evangelista, 17 de novembro de 2020.



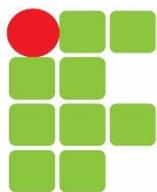
Documento assinado eletronicamente por **Bruno Oliveira Lafeta, Coordenador(a) do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal**, em 17/11/2020, às 11:03, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0688517** e o código CRC **BC56C783**.

23214.001601/2020-81

0688517v1



**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MINAS GERAIS**  
Campus São João Evangelista

# Certificado

Certificamos que o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de autoria de **Rafaela Carla Santos Perpétuo** intitulado “AVALIAÇÃO DO USO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO CONTROLE DA MANCHA BACTERIANA E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus* SPP” foi submetido à defesa e aprovado no IFMG - Campus São João Evangelista em 16 de novembro de 2020. A banca examinadora foi composta por:

Natália Risso Fonseca (Presidenta da banca)  
Bruno Oliveira Lafetá  
Ivan da Costa Ilhéu Fontan

---

Alisson José Eufrásio de Carvalho  
Coordenador Geral de Graduação e Pós-Graduação  
Diário Oficial da União nº 191, 2 de outubro de 2019  
Matrícula SIAPE 2935460

Registrado sob n 3675 do livro de registro CGGPG-  
02 de certificados em 16 de novembro de 2020.

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **Natália Risso Fonseca** orienta o(s) discente(s) Clinton Júnior Garcia Quintão, e atua como coordenador do Projeto “Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre fungos fitopatogênicos à soja”, na modalidade PIBIC, submetido ao edital 10/2020, registrado sob nº SJEPE07/2020, com vigência no período de Outubro de 2020 a Março de 2021.

São João Evangelista, 05 de Novembro de 2020



**Alisson José Eufrásio de Carvalho**

Coordenador Geral de Ensino Superior, Pesquisa e Extensão

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **Natália Risso Fonseca** orienta o(s) discente(s) Luis Carlos da Silva Soares, e atua como coordenador do Projeto “Potencial do uso de óleos essenciais no controle in vitro de Xanthomonas axonopodis, causadora da mancha bacteriana do eucalipto.”, na modalidade PIBIC, submetido ao edital 10/2020, registrado sob nº SJEPE06/2020, com vigência no período de Outubro de 2020 a Março de 2021.

São João Evangelista, 05 de Novembro de 2020



**Alisson José Eufrásio de Carvalho**

Coordenador Geral de Ensino Superior, Pesquisa e Extensão

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **Natalia Risso Fonseca** co-orientou o(s) discente(s) Breno Silva da Cruz Queiroz, e atuou como coordenador do Projeto “Análise da durabilidade de mourões de madeira de Eucalyptus cloeziana f.muell tratado e não tratado.”, na modalidade PIBIC, submetido ao edital 10/2020, registrado sob o n° SJEPE09/2020, com vigência no período de Outubro de 2020 a Março de 2021.

São João Evangelista, 05 de Novembro de 2020



**Alisson José Eufrásio de Carvalho**

Coordenador Geral de Ensino Superior, Pesquisa e Extensão

## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que **Natalia Risso Fonseca** co-orientou o(s) discente(s) Pedro Bouçaz Paes, e atuou como coordenador do Projeto “Dependência espacial e krigagem para a estimativa textural de solos.\*\*”, na modalidade PIBITec, submetido ao edital 10/2020, registrado sob o nº SJEPE12/2020, com vigência no período de Outubro de 2020 a Março de 2021.

São João Evangelista, 05 de Novembro de 2020



**Alisson José Eufrásio de Carvalho**

Coordenador Geral de Ensino Superior, Pesquisa e Extensão



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**  
 Avenida Primeiro de Junho - Bairro Centro - CEP 39705-000 - São João Evangelista - MG  
 3334122906 - www.ifmg.edu.br

**PORTARIA Nº 147 DE 06 DE JULHO DE 2018**

**Dispõe sobre a designação de Coordenadores dos Laboratórios do IFMG – *Campus* São João Evangelista.**

O DIRETOR GERAL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – *CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA*, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Portaria nº 1329, de 22 de setembro de 2015, publicada no Diário Oficial da União de 23 de setembro de 2015, Seção 2, página 19, tendo em vista o Termo de Posse do dia 24 de setembro de 2015; e considerando a Portaria IFMG nº 475, de 06 de abril de 2016, publicada no DOU de 15 de abril de 2016, Seção 2, pág.17, retificada pela Portaria IFMG nº 805, de 04 de julho de 2016, publicada no DOU de 06 de julho de 2016, Seção 2, pág. 22, e pela Portaria IFMG nº 1078, de 27 de setembro de 2016, publicada no DOU de 04 de outubro de 2016, Seção 2, pág. 20,

Considerando a Resolução SJE nº 004, de 04 de maio de 2018,

**RESOLVE:**

**Art. 1º. DESIGNAR** os seguintes servidores para desempenharem a função de Coordenador dos respectivos laboratórios, conforme segue:

<b>Localização</b>	<b>Nome do Laboratório</b>	<b>Coordenador</b>
Prédio I	Laboratório de Anatomia	Fernanda Efrem Natividade Ferreira
Prédio I	Laboratório de Física	Cleonir Coelho Simões
Prédio I	Laboratório de Nutrição I	João Tomaz da Silva Borges
Prédio I	Laboratório de Nutrição II	Suelen Grace Araújo
Prédio II	Laboratório de Manutenção	Dayler Vinícius Miranda Alves
Prédio II	Laboratório de Redes	Ricardo Bittencourt Pimentel
Prédio III	Laboratório de Ensino de Matemática	Silvino Domingos Neto

Prédio IV	Laboratório de Botânica e Ecologia	Giuslan Carvalho Pereira
Prédio IV	Laboratório de Entomologia	Rafael Carlos dos Santos
Prédio IV	Laboratório de Física e Mecânica da Madeira	Ivan Costa Ilhéu Fontan
Prédio IV	Laboratório de Fisiologia Vegetal	João Paulo Lemos
Prédio IV	Laboratório de Fitopatologia	Natália Risso Fonseca
Prédio IV	Laboratório de Microbiologia	Alisson José Eufrasio de Carvalho
Prédio IV	Laboratório de Microscopia	Daniel Afonso De Mendonça Toledo
Prédio IV	Laboratório de Nutrição Animal/Zoologia	Charles André de Souza Bispo
Prédio IV	Laboratório de Química	Fernanda do Nascimento Costa
Prédio IV	Laboratório de Química e Anatomia da Madeira	Caroline Junqueira Sartori
Prédio IV	Laboratório de Sementes	Fernanda Lima Barroso
-	Laboratório de Águas	Claudionor Camilo Costa
-	Laboratório de Culturas de Tecidos	Ari Medeiros Braga Neto
-	Laboratório de Solos	Valdevino Pereira Silva

**Art. 3º.** Determinar que a presente Portaria seja devidamente publicada no Boletim de Serviços do IFMG - Campus São João Evangelista.

**Art. 4º.** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

---

Documento assinado eletronicamente por **Jose Roberto de Paula, Diretor Geral**, em 06/07/2018, às 10:17, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [https://sei.ifmg.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ifmg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **0100807** e o código CRC **771F2B5B**.

23214.001607/2018-30

0100807v1



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**  
Avenida Primeiro de Junho - Bairro Centro - CEP 39705-000 - São João Evangelista - MG  
3334122906 - www.ifmg.edu.br

**PORTARIA Nº 92 DE 13 DE ABRIL DE 2018**

**Dispõe sobre Retificação da Portaria nº 45, de 12 de março de 2018, que trata do Colegiado da Área de Ciências Agrárias e Ambientais do IFMG – Campus São João Evangelista.**

**O DIRETOR GERAL SUBSTITUTO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Portaria IFMG-SJE nº 102, de 28 de julho de 2016, publicada no Diário Oficial da União de 02 de agosto de 2016, Seção 2, página 19; e considerando a Portaria IFMG nº 475, de 06 de abril de 2016, publicada no DOU de 15 de abril de 2016, Seção 2, pág.17, retificada pela Portaria IFMG nº 805, de 04 de julho de 2016, publicada no DOU de 06 de julho de 2016, Seção 2, pág. 22, e pela Portaria IFMG nº 1078, de 27 de setembro de 2016, publicada no DOU de 04 de outubro de 2016, Seção 2, pág. 20,

**RESOLVE:**

**Art. 1º. RETIFICAR** o Artigo 1º da Portaria nº 45, de 12 de março de 2018, publicada no Boletim de Serviço Eletrônico em 13 de março de 2018, que trata do Colegiado da Área de Ciências Agrárias e Ambientais do IFMG – Campus São João Evangelista, conforme segue:

**Onde se lê:**

**DESIGNAR** os servidores docentes **JARBAS MAGNO DE MIRANDA**, Matrícula SIAPE nº 1279627; **ADELITON DA FONSECA DE OLIVEIRA**, Matrícula SIAPE nº 2002354; **ALISSON JOSÉ EUFRÁSIO DE CARVALHO**, Matrícula SIAPE nº 1935460; **ANA CAROLINA FERRARO**, Matrícula SIAPE nº 1650997; **ARNALDO GOMES CAIXETA**, Matrícula SIAPE nº 0049768; **BRUNO OLIVEIRA LAFETÁ**, Matrícula SIAPE nº 1977759; **CAROLINE JUNQUEIRA SARTORI**, Matrícula SIAPE nº 2390366; **CHARLES ANDRÉ DE SOUZA BISPO**, Matrícula SIAPE nº 1674557; **CLAUDIONOR CAMILO DA COSTA**, Matrícula SIAPE nº 1095816; **DOUGLAS DE CARVALHO CARELLOS**, Matrícula SIAPE nº 0054461; **FERNANDA DE LIMA BARROSO**, Matrícula SIAPE nº 1070178; **GRAZIELE WOLFF DE ALMEIDA CARVALHO**, Matrícula SIAPE nº 1870907; **ÍCARO TOURINO ALVES**, Matrícula SIAPE nº 2718780; **IVAN DA COSTA ILHEU FONTAN**, Matrícula SIAPE nº 1218102; **JOÃO PAULO LEMOS**, Matrícula SIAPE nº 2016897; **JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE**, Matrícula SIAPE nº 1176116; **JOSÉ ROBERTO DE PAULA**, Matrícula SIAPE nº ; **MARCUS EDUARDO DUARTE MAGALHÃES**, Matrícula SIAPE nº 0049773; **MATEUS MARQUES BUENO**, Matrícula SIAPE nº 2390332; **NAILTON JOSÉ SANT'ANNA SILVA**, Matrícula SIAPE nº 1058688; **NATÁLIA RISSO FONSECA**, Matrícula SIAPE nº 2388619; **NILDIMAR GONÇALVES MADEIRA**, Matrícula SIAPE nº 0051894; **PAULO EMÍLIO DE FIGUEIREDO OLIVEIRA**, Matrícula SIAPE nº 1166756; **VICTOR DIAS PIROVANI**, Matrícula SIAPE nº 2145064 para, sob a presidência do primeiro citado, constituírem o Colegiado da Área de Ciências Agrárias e Ambientais do IFMG – Campus São João Evangelista.

**Leia-se:**

**DESIGNAR** os servidores docentes **JARBAS MAGNO DE MIRANDA**, Matrícula SIAPE nº 1279627; **ADELITON DA FONSECA DE OLIVEIRA**, Matrícula SIAPE nº 2002354; **ALISSON JOSÉ EUFRÁSIO DE CARVALHO**, Matrícula SIAPE nº 1935460; **ANA CAROLINA FERRARO**, Matrícula SIAPE nº 1650997; **ARNALDO GOMES CAIXETA**, Matrícula SIAPE nº 0049768; **BRUNO OLIVEIRA LAFETÁ**, Matrícula SIAPE nº 1977759; **CAROLINE JUNQUEIRA SARTORI**, Matrícula SIAPE nº 2390366; **CHARLES ANDRÉ DE SOUZA BISPO**, Matrícula SIAPE nº 1674557; **CLAUDIONOR CAMILO DA COSTA**, Matrícula SIAPE nº 1095816; **DOUGLAS DE CARVALHO CARELLOS**, Matrícula SIAPE nº 0054461; **FERNANDA DE LIMA BARROSO**, Matrícula SIAPE nº 1070178; **GRAZIELE WOLFF DE ALMEIDA CARVALHO**, Matrícula SIAPE nº 1870907; **ÍCARO TOURINO ALVES**, Matrícula SIAPE nº 2718780; **IVAN DA COSTA ILHEU FONTAN**, Matrícula SIAPE nº 1218102; **JOÃO PAULO LEMOS**, Matrícula SIAPE nº 2016897; **JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE**, Matrícula SIAPE nº 1176116; **JOSÉ ROBERTO DE PAULA**, Matrícula SIAPE nº ; **MARCUS EDUARDO DUARTE MAGALHÃES**, Matrícula SIAPE nº 0049773; **MATEUS MARQUES BUENO**, Matrícula SIAPE nº 2390332; **NAILTON JOSÉ SANT'ANNA SILVA**, Matrícula SIAPE nº 1058688; **NATÁLIA RISSO FONSECA**, Matrícula SIAPE nº 2388619; **NILDIMAR GONÇALVES MADEIRA**, Matrícula SIAPE nº 0051894; **PAULO EMÍLIO DE FIGUEIREDO OLIVEIRA**, Matrícula SIAPE nº 1166756; **RAFAEL CARLOS DOS SANTOS**, Matrícula SIAPE nº 1258331 para, sob a presidência do primeiro citado, constituírem o Colegiado da Área de Ciências Agrárias e Ambientais do IFMG – *Campus* São João Evangelista.

**Art. 2º.** Determinar que a presente Portaria seja devidamente publicada no Boletim de Serviços do IFMG - *Campus* São João Evangelista.

**Art. 3º.** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Modesto de Campos, Diretor(a) Geral Substituto(a)**, em 16/04/2018, às 07:38, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [https://sei.ifmg.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ifmg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **0048204** e o código CRC **52E091E3**.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**  
 Avenida Primeiro de Junho - Bairro Centro - CEP 39705-000 - São João Evangelista - MG  
 3334122906 - www.ifmg.edu.br

**PORTARIA Nº 146 DE 03 DE JULHO DE 2020**

**Dispõe sobre designação de membros do Colegiado do Curso de Bacharelado em Agronomia do IFMG - Campus São João Evangelista.**

**O DIRETOR-GERAL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Portaria nº 1.175, de 20 de setembro de 2019, publicada no Diário Oficial da União de 23 de setembro de 2019, Seção 2, página 30, tendo em vista o Termo de Posse do dia 24 de outubro de 2019; e considerando a Portaria IFMG nº 475, de 06 de abril de 2016, publicada no DOU de 15 de abril de 2016, Seção 2, pág.17, retificada pela Portaria IFMG nº 805, de 04 de julho de 2016, publicada no DOU de 06 de julho de 2016, Seção 2, pág. 22, e pela Portaria IFMG nº 1078, de 27 de setembro de 2016, publicada no DOU de 04 de outubro de 2016, Seção 2, pág. 20,

**RESOLVE:**

**Art. 1º. DESIGNAR** os servidores e discentes como membros do Colegiado do Curso de Bacharelado em Agronomia do IFMG - *Campus São João Evangelista*, conforme segue:

<b>MEMBRO</b>	<b>SEGMENTO</b>	<b>SITUAÇÃO</b>
João Paulo Lemos	Presidente	Titular
Rafael Carlos dos Santos	Docente - Área específica	Titular
Natália Risso Fonseca	Docente - Área específica	Titular
Fernanda de Lima Barroso	Docente - Área específica	Suplente
Mateus Ramos de Andrade	Docente - Demais áreas	Titular
Evandro Rocha Pereira	Discente	Titular
Maria Rita Cezarina Santos da Silveira	Discente	Titular
Jady Sena Brandão Bastos	Discente	Suplente
Alisson José Eufrásio de Carvalho	Diretoria de Ensino	Titular

**Art. 2º.** Revogar a Portaria nº 128 de 03 de julho de 2019.

**Art. 3º.** Determinar que a presente Portaria seja devidamente publicada no Boletim de Serviços do IFMG - *Campus São João Evangelista*.

**Art. 4º.** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.



Documento assinado eletronicamente por **José Roberto de Paula, Diretor(a) Geral**, em 03/07/2020, às 13:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0591389** e o código CRC **D16E6398**.

---

23214.000920/2020-70

0591389v1



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus São João Evangelista**  
Avenida Primeiro de Junho - Bairro Centro - CEP 39705-000 - São João Evangelista - MG  
3334122906 - www.ifmg.edu.br

**PORTARIA Nº 240 DE 03 DE OUTUBRO DE 2019**

**Dispõe sobre a designação de servidores como membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do IFMG – Campus São João Evangelista.**

**O DIRETOR-GERAL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Portaria nº 1.175, de 20 de setembro de 2019, publicada no Diário Oficial da União de 23 de setembro de 2019, Seção 2, página 30; e considerando a Portaria IFMG nº 475, de 06 de abril de 2016, publicada no DOU de 15 de abril de 2016, Seção 2, pág.17, retificada pela Portaria IFMG nº 805, de 04 de julho de 2016, publicada no DOU de 06 de julho de 2016, Seção 2, pág. 22, e pela Portaria IFMG nº 1078, de 27 de setembro de 2016, publicada no DOU de 04 de outubro de 2016, Seção 2, pág. 20,

**RESOLVE:**

**Art. 1º. DESIGNAR** os servidores docentes **BRUNO OLIVEIRA LAFETÁ**, Matrícula SIAPE nº 1977759; **CAROLINE JUNQUEIRA SARTORI**, Matrícula SIAPE nº 2390366; **GIUSLAN CARVALHO PEREIRA**, Matrícula SIAPE nº 1752710; **GRAZIELE WOLFF DE ALMEIDA CARVALHO**, Matrícula SIAPE nº 1870907; **IVAN DA COSTA ILHÉU FONTAN**, Matrícula SIAPE nº 1218108; **NATÁLIA RISSO FONSECA**, Matrícula SIAPE nº 2388619 para, sob a presidência do primeiro citado, constituírem o Núcleo Docente Estruturante (NDE) do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do IFMG - *Campus* São João Evangelista.

**Art. 2º.** Revogar a Portaria nº 195, de 13 de setembro de 2019.

**Art. 3º.** Determinar que a presente Portaria seja devidamente publicada no Boletim de Serviços do IFMG - *Campus* São João Evangelista.

**Art. 4º.** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.



Documento assinado eletronicamente por **Jose Roberto de Paula, Diretor(a) Geral**, em 03/10/2019, às 08:00, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0415009** e o código CRC **A24B696E**.

A close-up photograph of a hand pouring water onto a small green seedling growing from a mound of soil. The water is captured in mid-air, creating a series of droplets that fall onto the plant. The background is a warm, golden glow, suggesting a sunrise or sunset. The overall composition is centered and emphasizes the theme of water and plant growth.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Analya Roberta Fernandes Oliveira  
Kleber Veras Cordeiro  
(Organizadores)

# Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas 2



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Analya Roberta Fernandes Oliveira  
Kleber Veras Cordeiro  
(Organizadores)

# Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D441	<p>Desafios e sustentabilidade no manejo de plantas 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Analya Roberta Fernandes Oliveira, Kleber Veras Cordeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-5706-071-1            DOI 10.22533/at.ed.711202705</p> <p>1. Agricultura – Pesquisa – Brasil. 2. Desenvolvimento sustentável – Brasil. 3. Produção agrícola – Brasil. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Oliveira, Analya Roberta Fernandes. III. Cordeiro, Kleber Veras.</p> <p style="text-align: right;">CDD 634.92</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

São diversos os desafios que a produção agrícola enfrenta para alcançar bons resultados de produtividades. A interferência causada por fatores bióticos e abióticos, tem-se tornado limitantes para o agronegócio brasileiro e mundial. Ocasionalmente ocasionando problemáticas que necessitam serem elucidadas, de forma a reduzir esses impactos, sem resultar em danos drásticos e elevação de custos. Devido à importância econômica desse setor, a busca por alternativas mais sustentáveis e viáveis são crescentes.

A agricultura sustentável tem por objetivo manejar de forma adequada os recursos naturais, por meio do uso de insumos, práticas e tecnologias que reduzam os impactos ao ambiente, buscando aliar altas produtividades ao uso agrícola sustentável, sem afetar ambas as premissas. O uso de resíduos agroindustriais na composição de substratos e insumos, utilização de reservas residuais no solo, tecnologias de aplicação de produtos, são táticas que se enquadram nesse sistema agrícola. Diante disso, são pertinentes os estudos que intensificam o uso do manejo sustentável para resolver os desafios no campo.

O livro “Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas 2”, aborda diferentes temáticas dentro da produção agrícola sustentável. Esses trabalhos dispõem-se de inovações tecnológicas, práticas e resultados que proporcionam um crescente desenvolvimento nos sistemas de produção. Dessa maneira, a obra busca agregar conhecimentos técnicos e científicos ao seu leitor, suplementando suas experiências de campo. Desejamos uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Analya Roberta Fernandes Oliveira

Kleber Veras Cordeiro

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ASPECTOS RELEVANTES DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS	
Janaina Marek	
Ana Paula Antoniazzi	
José Cristimiano dos Santos Neto	
João Paulo Matias	
Cleber Daniel de Goes Maciel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7112027051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
EFEITO RESIDUAL DE FONTES FOSFATADAS, CALCÁRIO E SILICATO E NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Avena strigosa</i>	
Thaynara Garcez da Silva	
Antonio Nolla	
Adriely Vechiato Bordin	
Suzana Zavilenski Fogaça	
Gustavo Brayan Fogaça de Oliveira	
Luiz Felipe Vasconcelos de Paula	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7112027052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
PRODUÇÃO DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA EM SUBSTRATOS A BASE DE CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU	
Paula Sara Teixeira de Oliveira	
Ramón Yuri Ferreira Pereira	
Rafaela Leopoldina Silva Nunes	
Mylenna da Silva Santana	
Vanessa Brito Barroso	
Monik Silva de Moura	
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7112027053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>42</b>
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA SUBMETIDA A DIFERENTES INTENSIDADES DE PODAS	
Fernanda Andressa Calai	
Sidinei Zwick Radons	
Bruna da Rosa Dutra	
Débora Leitzke Betemps	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7112027054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
USO DE CASCA DE EUCALIPTO E MOINHA DE CARVÃO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS DE MUDAS DE <i>Eucalyptus urophylla</i>	
Ivan da Costa Ilhéu Fontan	
Maria José Miranda Cordeiro	
Natália Risso Fonseca	
Bruno Oliveira Lafetá	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7112027055</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>60</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>61</b>

## USO DE CASCA DE EUCALIPTO E MOINHA DE CARVÃO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 28/02/2020

### Ivan da Costa Ilhéu Fontan

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Florestal  
São João Evangelista – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2851092835077975>

### Maria José Miranda Cordeiro

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Florestal  
São João Evangelista – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7393939897620014>

### Natália Risso Fonseca

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Florestal  
São João Evangelista – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2709153501578306>

### Bruno Oliveira Lafeté

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Florestal  
São João Evangelista – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7137536896294497>

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo avaliar o uso de casca de eucalipto e moinha de carvão como componentes do substrato de produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* no viveiro do

IFMG em São João Evangelista/MG. Foram testados sete tratamentos constituídos por diferentes combinações de três componentes (produto comercial Maxfertil®, casca de eucalipto triturada e moinha de carvão), estabelecidos em um delineamento em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições. Os atributos morfológicos avaliados nas mudas (altura total, diâmetro do coleto e peso da matéria seca) aos 145 dias após a semeadura foram significativamente influenciados pelos substratos. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6 proporcionaram as maiores médias para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores ao T5 e T7 (Teste Tukey,  $p < 0,05$ ). Os resultados indicam que é possível reduzir a utilização do produto comercial na composição do substrato final, mantendo-se a qualidade das mudas produzidas, o que pode representar uma redução no custo de produção nos viveiros florestais, além de proporcionar uma destinação mais adequada e sustentável para os resíduos florestais casca e moinha de carvão.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos florestais, mudas de *Eucalyptus urophylla*, Índice de Qualidade de Dickson.

## USE OF EUCALYPTUS BARK AND FINE CHARCOAL IN THE COMPOSITION OF SUBSTRATES OF *Eucalyptus urophylla* SEEDLING

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the use of eucalyptus bark and fine charcoal as components of the substrate for the production of *Eucalyptus urophylla* seedlings in the IFMG nursery in São João Evangelista / MG. Seven treatments were tested, consisting of different combinations of three components (commercial product Maxfertil®, crushed eucalyptus bark and fine charcoal), established in a randomized block design (DBC) with five replications. The morphological attributes evaluated in the seedlings (total height, stem diameter and dry matter weight) at 145 days after sowing were significantly influenced by the substrates. The T1, T2, T3, T4 and T6 treatments provided the highest averages for the Dickson Quality Index (DQI), which did not differ statistically and were superior to the T5 and T7 (Tukey test,  $p < 0.05$ ). The results indicate that it is possible to reduce the use of the commercial product in the composition of the final substrate, maintaining the quality of the seedlings produced, which may represent a reduction in the cost of production in the forest nurseries, in addition to providing a more adequate and sustainable destination for forest waste eucalyptus bark and fine charcoal.

**KEYWORDS:** forest waste, *Eucalyptus urophylla* seedlings, Dickson Quality Index.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os plantios florestais no Brasil ocupam cerca de 7,83 milhões de hectares, o que corresponde a menos de 1% do território nacional e apesar disto, é responsável por mais de 90% de toda a madeira utilizada para fins industriais no país. Dentre as árvores plantadas no Brasil, aquelas pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, ocupam 5,7 milhões de hectares, o que representa 73% do total da área do setor, e estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (24%), de São Paulo (17%) e do Mato Grosso do Sul (16%) (IBÁ, 2019).

O sucesso do estabelecimento de plantios de eucalipto deve considerar, dentre outros, um bom planejamento e a utilização de mudas de qualidade superior. Entre os diversos fatores que interferem na produção de mudas florestais, destaque deve ser dado ao substrato utilizado, uma vez que apresenta estreita relação com o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular das plantas, afetando significativamente a sobrevivência e o desenvolvimento destas em condição de campo.

Os substratos para produção de mudas florestais podem ser produzidos pela combinação de diversos materiais de origem orgânica e inorgânica e devem oferecer condições ótimas ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Para tal é desejável que apresentem boa uniformidade, baixa densidade,

porosidade satisfatória, capacidade de retenção de água, isenção de patógenos e sementes de plantas invasoras, boa disponibilidade de nutrientes e estrutura consistente (GONÇALVES et al., 2000; WENDLING, ; GUASTALA e DEDECEK, 2007; HARTMANN et al., 2011; MELO et al., 2014).

Além das características técnicas, a escolha do substrato pelo viveirista deve considerar também o custo para sua aquisição e preparação bem como a disponibilidade de seus componentes, considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Neste sentido, as atividades de exploração de plantios florestais, processamento e transformação da madeira podem gerar grandes volumes de materiais considerados resíduos (casca das árvores, serragem, moinha de carvão, dentre outros), que podem ser utilizados na confecção de substratos para produção de mudas, reduzindo os custos de produção nos viveiros ao mesmo passo em que proporciona uma destinação mais nobre e sustentável para dos resíduos florestais (DIAS et al., 2011; CALDEIRA et al., 2012; KRATZ et al., 2013a; MELO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017).

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho propõe avaliar a utilização da casca de eucalipto seca e triturada e da moinha de carvão como componentes na formulação de substratos para produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, por meio do da análise de crescimento e qualidade das mudas.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no viveiro florestal do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub-bacia do Suaçuí Grande), região Leste do Estado de Minas Gerais.

A altitude média no município é de 690 m e o clima da região é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico) pela classificação do sistema internacional de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação em São João Evangelista são de 20,2° C e 1.377 mm, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2020).

Os substratos utilizados foram combinações de três componentes principais, sendo eles: substrato comercial Maxfertil® (85% casca de Pinus compostada; 10% Vermiculita; 5% cascas carbonizadas de arroz e Pinus); casca de eucalipto triturada e peneirada; moinha de carvão de eucalipto peneirada. Estes últimos (casca e moinha) foram coletados na zona rural do município de Setubinha/MG (17°35'36,36" S; 42°13'57,85" W). Os tratamentos (substratos) usados no presente estudo são apresentados a seguir (Tabela 1).

Tratamento	Casca de eucalipto	Moinha de carvão	Substrato comercial
T1	0%	0%	100%
T2	20%	20%	60%
T3	40%	20%	40%
T4	60%	20%	20%
T5	80%	0%	20%
T6	80%	20%	0%
T7	100%	0%	0%

Tabela 1 – Porcentagem dos materiais utilizados na formulação dos substratos (tratamentos)

Após a adequada homogeneização de cada mistura que compôs os diferentes substratos estudados, estas foram enviados para caracterização físico-química no laboratório de análises de substratos do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (DEF-FCA/UFVJM). Os resultados das análises laboratoriais podem ser observados na Tabela 2.

Características Físico-Químicas	Substratos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
PT (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,39	0,42	0,42	0,40	0,34	0,35	0,47
CRa (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,26	0,30	0,31	0,30	0,28	0,28	0,35
Ma (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,27	0,25	0,20	0,16	0,09	0,10	0,16
Mic (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,12	0,17	0,22	0,24	0,25	0,25	0,32
Dp (g/cm <sup>3</sup> )	0,40	0,40	0,37	0,50	0,38	0,41	0,42
CTC (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	11,54	15,45	11,72	13,15	3,26	6,61	2,23
P (mg/dm <sup>3</sup> )	569,09	389,45	329,82	225,82	129,45	33,82	38,18
K (mg/dm <sup>3</sup> )	686,67	598,64	545,82	484,19	352,14	308,12	290,52
Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	7,54	10,15	7,79	9,07	1,11	4,18	0,22
Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,88	3,38	2,09	2,35	0,31	1,17	0,07
H+Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10,68	2,47	2,33	2,36	7,49	2,33	8,56
MO (dag/Kg)	13,75	13,11	16,70	15,78	20,05	19,28	22,84

Tabela 2 – Características físicas e químicas dos substratos utilizados no estudo

O plantio das sementes de *Eucalytus urophylla* foi realizado por semeadura direta manual em tubetes plásticos de 55 cm<sup>3</sup>, preenchidos com os diferentes substratos. Quando as plântulas atingiram altura média de 5 cm procedeu-se o desbaste de forma a manter somente uma planta por recipiente. As mudas permaneceram 110 dias em área parcialmente sombreada (cobertura 50%) e 35 dias a pleno sol, para permitir a adequada rustificação.

Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre o crescimento e qualidade de mudas, 145 dias após a semeadura foram realizadas as avaliações de altura total

(H), diâmetro do coleto (DC) e biomassa da parte aérea e do sistema radicular (massa seca). A matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do sistema radicular (PMSR) foi obtida após a separação da parte aérea e das raízes das plantas na altura do coleto, secagem (estufa de circulação de ar forçada a 80°C, até peso constante) e pesagem em balança eletrônica. O peso total da matéria seca das mudas foi obtido somando-se o PMSPA e PMSR.

Por fim, o índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado por meio da seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{PMST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSR(g)}}$$

Em que: PMST = peso de massa seca total, em g; PMSPA = peso de massa seca da parte aérea, em g; PMSR = peso de massa seca de raiz, em g; H = altura da parte aérea, em cm; DC = diâmetro do coleto, em mm.

O experimento foi estabelecido em um delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e 20 plantas por parcela. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de significância, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.7.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os atributos morfológicos avaliados em mudas de *Eucalyptus urophylla* aos 145 dias após a semeadura foram significativamente influenciados pelos substratos utilizados no presente estudo. A altura e o diâmetro são muito utilizados em avaliações de crescimento e qualidade de mudas das mais variadas espécies florestais (CALDEIRA et al., 2018; DANTAS et al., 2018; MELO SILVA et al., 2018).

Para altura total das mudas (H) os melhores resultados foram observados para as mudas dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 (24,21; 23,13; 21,52 e 21,58 cm, respectivamente), que se apresentaram estatisticamente iguais entre si, e superiores aos demais tratamentos (Figura 1). A altura mínima desejável para a expedição de mudas florestais é de 15 cm (WENDLING e DUTRA, 2010). Assim as mudas do experimento apresentavam-se aptas à expedição, à exceção do tratamento T7 (altura média de 12,00 cm).

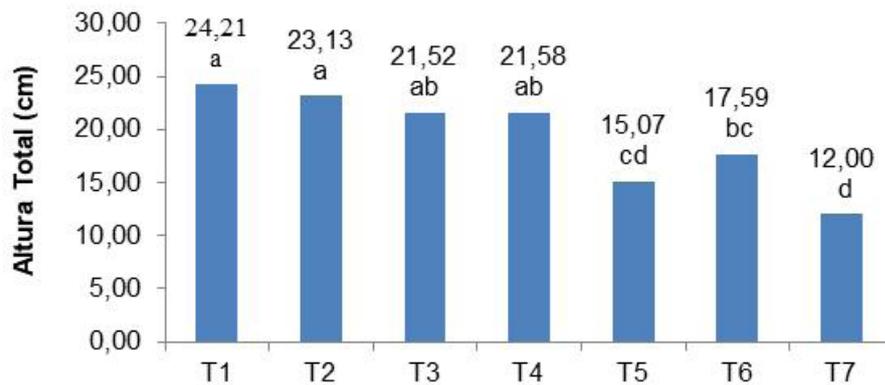


Figura 1 – Altura em mudas de *Eucalyptus urophylla* aos 145 dias, cultivadas em diferentes substratos (Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Tukey;  $p < 0,05$ ).

Para o diâmetro do coleto (DC), os tratamentos T1, T2, T3 e T4 também se apresentaram estatisticamente iguais entre si, e superiores aos demais. Os valores observados foram de 2,70; 2,54; 2,61 e 2,46 mm, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 (Figura 2).

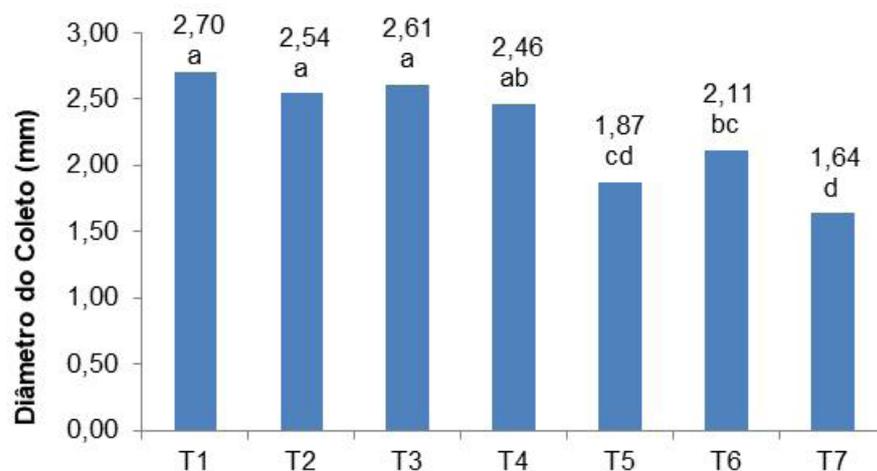


Figura 2 – Diâmetro em mudas de *Eucalyptus urophylla* aos 145 dias, cultivadas em diferentes substratos (Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Tukey;  $p < 0,05$ ).

Os substratos utilizados no presente estudo proporcionaram um crescimento diamétrico das mudas considerado satisfatório e semelhante a resultados obtidos por outros pesquisadores. Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram diâmetro do coleto médio de 2,57 mm em mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em substrato comercial à base de casca de pinus aos 120 dias. Kratz (2011), analisando mudas de *Eucalyptus benthamii*, encontrou diâmetro do coleto de 1,70 mm, aos 90 dias após semeadura.

No que diz respeito à produção de biomassa, representada pelos pesos de matéria seca da raiz, parte aérea e peso total, os tratamentos que proporcionaram os piores resultados foram T5 e T7 (Figura 3). Por outro lado, os tratamentos de

maior destaque na produção de biomassa foram T1, T2, T3 e T4, que na análise do peso da matéria seca total apresentaram-se estatisticamente iguais, e superiores aos demais (Figura 3-C).

Em avaliações da qualidade de mudas florestais a análise da produção de biomassa, em especial do sistema radicular, é de suma importância, tendo em vista sua relação direta com a capacidade das plantas resistirem às adversidades quando submetidas em condições de campo.

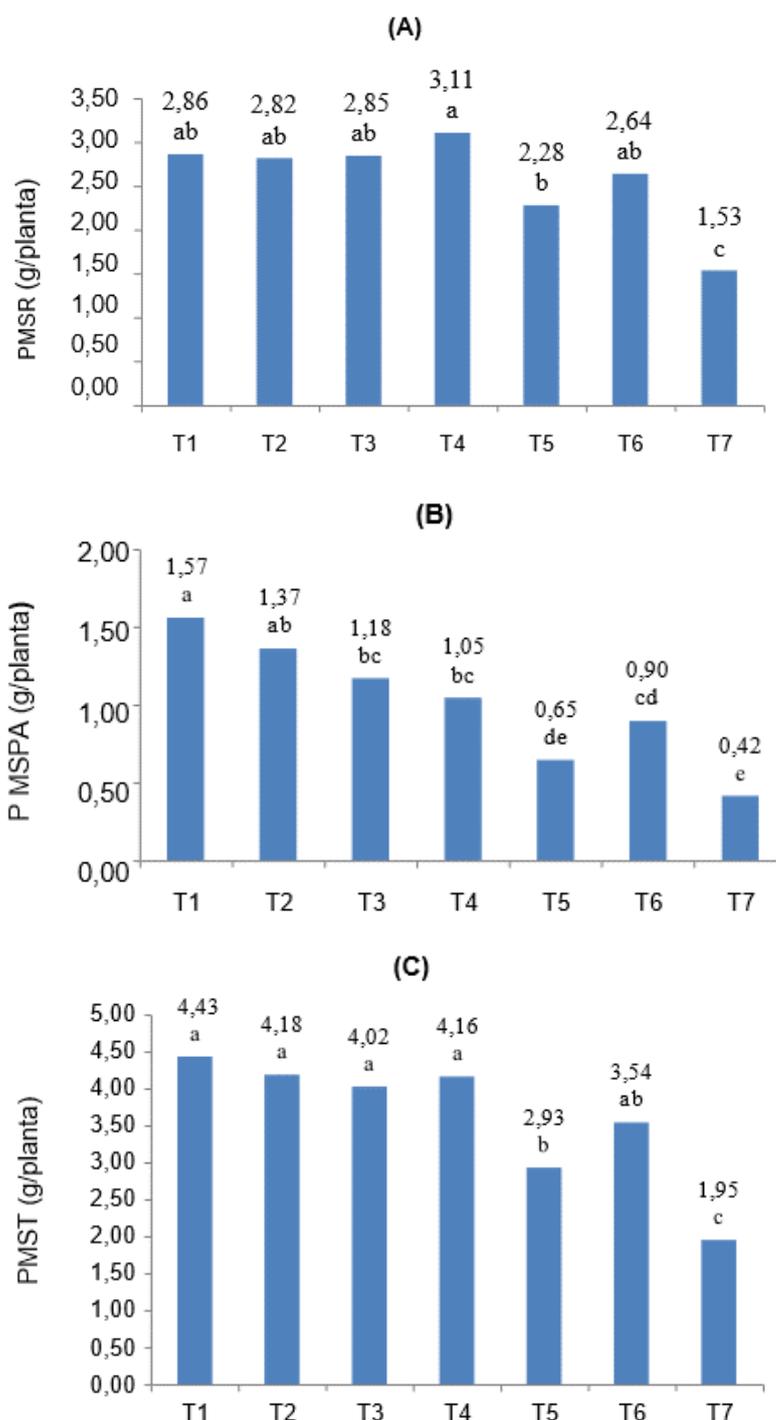


Figura 3 – Peso da matéria seca do sistema radicular – PMSR (A), da parte aérea – PMSPA (B) e total – PMST (C) em mudas de *Eucalyptus urophylla* aos 145 dias, cultivadas em diferentes substratos (Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Tukey;  $p < 0,05$ ).

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é apontado como um bom indicador de qualidade de mudas (VIDAL et al., 2006), sendo que, quanto maior o valor observado para este índice, melhor é o padrão da muda produzida. No presente estudo, as maiores médias de IQD foram obtidas nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6 (Figura 4), que não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

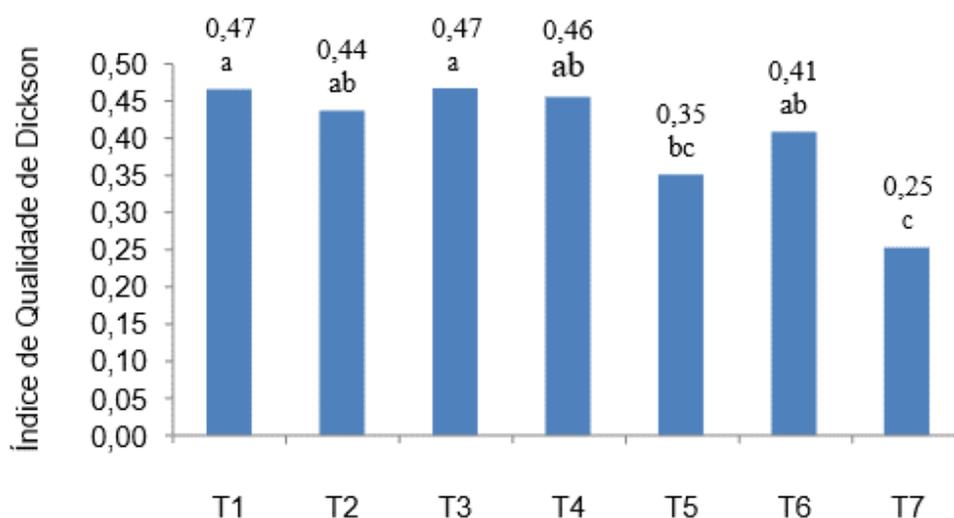


Figura 4 – Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Eucalyptus urophylla* aos 145 dias, cultivadas em diferentes substratos (Médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Tukey;  $p < 0,05$ ).

Os resultados obtidos no presente estudo foram superiores àqueles encontrados por Oliveira Júnior, Cairo e Novaes (2011) ao avaliarem as características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos, aos 100 dias. Tais autores obtiveram IQDs variando entre 0,06 e 0,11. Já Eloy et al. (2013), avaliando a qualidade das mudas de *E. grandis* aos 140 dias, observaram IQDs variando de 0,30 a 0,56, enquanto Kratz et al. (2013b) obtiveram índices entre 0,10 e 0,21 avaliando em mudas de *E. benthamii*.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da casca de eucalipto seca e triturada e da moinha de carvão na formulação de substratos proporcionou o desenvolvimento satisfatório de mudas seminais de *Eucalyptus urophylla*.

Nas condições de realização do presente estudo, os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T6 proporcionaram as maiores médias para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores àquelas observadas para os tratamentos T5 e T7 (Teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Em termos práticos os resultados indicam que é possível reduzir a utilização do produto comercial na composição do substrato final, mantendo-se a qualidade das mudas produzidas, o que pode representar uma redução no custo de produção nos viveiros florestais, além de proporcionar uma destinação mais adequada e sustentável para resíduos das atividades de exploração de plantios florestais e do processamento e transformação da madeira.

## REFERÊNCIAS

- CALDEIRA, M. V. W. et al. Solid urban waste in the production of *Aegiphila sellowiana* Cham. seedlings. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 22, n. 12, p. 831-836, Dec. 2018.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: São João Evangelista/MG**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/sao-joao-evangelista-175926/>>. Acesso em: 20 jan. 2020
- DANTAS, R. P. et al. Qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. em dois ambientes e diferentes níveis de fertirrigação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1253-1262, out. 2018.
- DIAS, B. A. S. et al. Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto. **Revista Floresta e Ambiente**. 2011; 18(2): 171- 177.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10 - 13, 1960.
- ELOY, E. et al. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, jul. / set. 2013.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: Substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. Cap.11, p.309-350.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2019**. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.
- KRATZ, D. et al. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, p.1103-1113, 2013a.
- KRATZ, D. et al. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, out. –dez., 2013b.
- MELO, L. A. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.2, p. 234-242, abr./jun. 2014.
- MELO SILVA, F. A. et al. Resíduo agroindustrial e lodo de esgoto como substrato para a produção de

mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 827-835, jun. 2018.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Uso de substratos orgânico-minerais na produção de mudas de Erythrina velutina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 235-242, jul./set. 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, O. A. de; CAIRO, P. A. R; NOVAES, A. B. de. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de Eucalyptus urophylla produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: v. 64, p. 150-162, 2003.

VIDAL, L. H. I. et al. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Brasília v. 24, n. 1, p. 26-30, jan./mar. 2006.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13 - 47.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco – UPE (2009), Mestre em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí – UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba -UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: [raissasalustriano@yahoo.com.br](mailto:raissasalustriano@yahoo.com.br); [raissa.matos@ufma.br](mailto:raissa.matos@ufma.br); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>.

**ANALYA ROBERTA FERNANDES OLIVEIRA:** Graduada em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA (2018). Atualmente é mestranda em Agronomia/Fitotecnia - Fisiologia, Bioquímica e Biotecnologia Vegetal pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2020), com bolsa do CNPq. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fisiologia vegetal, irrigação e drenagem, produção vegetal, atuando principalmente com grandes culturas, frutíferas e floricultura. E-mail para contato: [analyaroberta\\_fernandes@hotmail.com](mailto:analyaroberta_fernandes@hotmail.com); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9601701413016553>

**KLEBER VERAS CORDEIRO:** Aluno de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) em 2016-2017 pelo projeto de pesquisa “Formação de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos regional a base de caule decomposto de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.)” com bolsa da FAPEMA e bolsista do PIBIC em 2017-2018 pelo projeto de pesquisa “Substratos alternativos para produção de mudas de mamoeiro em chapadinha” com bolsa pela FAPEMA. Atualmente é bolsista pelo Programa Foco Acadêmico do eixo ensino (2019-2020), pelo projeto de monitoria da disciplina de “Floricultura, jardinocultura e paisagismo e estudo de plantas ornamentais”. Integrante do Grupo de Pesquisa em Fruticultura no Maranhão (FRUTIMA). Tem experiência na área de produção vegetal com ênfase na propagação vegetativa e agroecologia. E-mail para contato: [kvcordeiro@hotmail.com](mailto:kvcordeiro@hotmail.com); Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7585883012639032>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adubação fosfatada 19, 27  
Amoreira-preta 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49  
*Annona muricata* L. 30, 31, 40  
Aplicação de fungicidas 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 18  
*Attalea speciosa* Mart. 30, 31, 32, 60  
Aveia preta 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28  
Avena strigosa 19, 20

### C

Calagem 19, 23, 25, 27, 28  
Calcário 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29  
Casca de eucalipto 50, 52, 53, 57  
Caule decomposto de babaçu 30, 32, 33, 34, 39, 60  
Controle 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 32, 44

### D

Deriva 1, 7, 8, 11, 14

### E

Efeito residual 17, 19, 23, 26, 27, 28  
Espectro de gota 1  
*Eucalyptus urophylla* 50, 51, 54, 55, 56, 57, 59

### F

Frutos 31, 33, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

### G

Gravioleira 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40

### I

Índice de Qualidade de Dickson 50, 57  
Intensidades de podas 42, 47, 48

## M

Moinha de carvão 50, 52, 53, 57

Mudas 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

## P

Pequenas frutas 42, 43

Podas 42, 43, 47, 48, 49

Propagação 30, 31, 40, 60

## Q

Qualidade dos frutos 42, 44, 46, 47, 48, 49

## R

Resíduo orgânico 30

Resíduos florestais 50, 52

*Rubus spp.* 42, 43, 49

## S

Silicato 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28

Substratos 30, 32, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

## T

Taxa de aplicação 1, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 17

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**

# INTEGRAÇÃO DE AULAS TEÓRICAS E PRÁTICAS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO TÉCNICO

**Natália Risso Fonseca** 

Instituto Federal De Minas Gerais –  
Campus São João Evangelista  
[natalia.fonseca@ifmg.edu.br](mailto:natalia.fonseca@ifmg.edu.br)

**Carlos Eduardo Reis de Carvalho** 

Instituto Federal De Minas Gerais –  
Campus Ouro Branco  
[carlos.carvalho@ifmg.edu.br](mailto:carlos.carvalho@ifmg.edu.br)

**Francismara Fernandes Guerra** 

Instituto Federal De Minas Gerais –  
Campus Congonhas  
[francismara.fernandes@ifmg.edu.br](mailto:francismara.fernandes@ifmg.edu.br)

## Resumo

No ensino técnico, é essencial haver a integração dos conhecimentos teóricos e práticos para a formação de um bom profissional, cabendo ao professor buscar maneiras de integrar esses dois aspectos durante as aulas. A proposta deste trabalho foi verificar o nível de participação e envolvimento dos alunos durante o ensino de um conteúdo da disciplina de Metrologia ao associar o conteúdo teórico a uma aula prática em laboratório com a possibilidade de manuseio do objeto de estudo, como recurso didático-pedagógico, em comparação com uma aula teórica tradicional. Como resultado, foi possível observar que a utilização do recurso didático gerou maior participação, entendimento e motivação nos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem em comparação com o ensino tradicional. Desse modo, considera-se que apresentar a teoria associada à prática é um caminho que pode apresentar resultados muito bons, se bem planejado e executado de forma sistemática.

**Palavras-chave:** metrologia, motivação, integração teoria-prática.

## INTEGRATION OF THEORETICAL AND PRACTICAL CLASSES AS DIDACTIC RESOURCE IN TECHNICAL EDUCATIONAL

### Abstract

In technical education, it is essential to integrate theoretical and practical knowledge to form a good professional, and it is up to the teacher to look for ways to integrate these two aspects during classes. The purpose of this work was to verify the level of participation and involvement of students during the teaching of Metrology by associating theoretical content with a practical laboratory class with the possibility of handling the object of study, as a didactic-pedagogical resource in comparison with a traditional theoretical class. As a result, it was possible to observe that the use of didactic resource generated greater participation, understanding and motivation on students during teaching-learning process in comparison with traditional teaching. Thus, it is considered that presenting the theory associated with practice is a path that can present very good results, if well planned and executed in a systematic way.

**Keywords:** metrology, motivation, theoretical practical integration.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino tradicional por meio de aula expositiva, com a transmissão do conhecimento do professor para o aluno, geralmente de forma verbal, teórica e com uso intensivo da memória, apesar de ser uma prática de ensino originária no século XVI, ainda é uma metodologia muito comum nos dias atuais.

Nesse modelo de ensino, a aprendizagem do aluno era considerada passiva, consistindo basicamente em memorização. O papel do professor era o de transmissor e expositor de um conteúdo definido e o uso de materiais ou objetos, na época, era considerado perda de tempo, perturbando o silêncio ou a disciplina da classe (SOUZA, 2007).

Já no século XVIII, Rousseau foi o precursor de uma nova concepção de escola, em que a educação é um processo natural do desenvolvimento do educando, considerando os aspectos biológicos e psicológicos do aluno em desenvolvimento, além do processo de aprendizagem (SOUZA, 2007).

Posteriormente, novas propostas seguindo essas concepções foram surgindo, como Pestalozzi (1746 - 1827), Froebel (1782 - 1852), Montessori (1870 - 1952) e Decroly (1871 - 1932), conforme aponta o trabalho de Souza (2007). Pestalozzi e Froebel, pioneiros na configuração da "escola ativa", acreditavam na atividade dos próprios educandos para uma aprendizagem significativa e Montessori,

influenciada por Pestalozzi, acreditava não haver aprendizado sem ação.

Na concepção construtivista de pensadores do século XX, como a teoria de Jean Piaget (1896-1980), o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem humana ocorrem com o indivíduo tendo um papel ativo e atuante na construção de seu conhecimento, sendo, assim, responsável pela construção do seu próprio aprendizado. Dessa forma, na área pedagógica, o professor possui o papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo subsídios para a formação do conhecimento (XAVIER, 2019).

Analisando o modelo de ensino dos professores em escolas do ensino fundamental, Grigoli, Teixeira e Lima (2004) verificaram a predominância do modelo tradicional, estabelecido por meio de uma relação linear entre conhecimento científico/técnico e suas aplicações, em que “o mundo da investigação e o mundo da prática parecem formar círculos independentes, que rodam sobre si mesmos sem se encontrarem” (PÉREZ GÓMEZ, 1997, p.107, apud GRIGOLI; TEIXEIRA; LIMA, 2004).

Ainda segundo os autores, esse modelo segue o postulado de um ensino limitado ao saberes teóricos, com a teoria antecedendo a ação, apesar de ter como objetivo o desenvolvimento de competências práticas ou um saber fazer, citando o trabalho de Tardif (1995).

No ensino médio integrado voltado a educação profissional, a integração dos conhecimentos teóricos e práticos é uma

proposta indissociável para a formação do profissional (MORAIS; SOUZA; COSTA, 2017). Nesse contexto, cabe ao professor buscar maneiras de integrar os aspectos teóricos aos práticos, contornando uma problemática que se apresenta em todo processo formativo.

Nessa perspectiva, a utilização de recursos didáticos em sala de aula é uma escolha de grande importância e impacto no processo de ensino-aprendizagem, especialmente para a integração de conteúdos e como estratégia facilitadora do processo de aprendizagem. Segundo Souza (2007, p.111) “Recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”.

A realização de aulas práticas em um laboratório didático é um importante recurso metodológico utilizado em disciplinas tecnológicas, como avaliado por Jarletti et al. (2007) nas aulas de Metrologia de um curso superior de Engenharia Mecânica. Segundo os autores, as bancadas didáticas com pequenas máquinas permitiu esclarecer de maneira mais eficaz os conceitos técnicos, permitindo uma visão completa – técnica e funcional – do equipamento. Outra característica desenvolvida foi o trabalho em equipe e a convivência com diferentes ideias, treinando-se também o comportamento emocional.

Oliveira e Trivelato (2006) destacam como a interação entre aluno e material didático é significativo para a geração de interesse, participação, aprendizagem e maior integração entre os alunos tanto na discussão das ideias

quanto à exposição ao grupo, proporcionando a interação social. A realização dessas atividades com equilíbrio, e bem conduzidas pelo professor, podem se tornar bastante motivadoras para os alunos, uma vez que eles atuam diretamente no processo de aprendizagem (JARLETTI et al., 2007).

Castoldi e Polinarski (2009, p. 685) postulam que:

“... Com a utilização de recursos didático-pedagógicos, pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa, e com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer dos alunos participantes do processo de aprendizagem.”

Como avaliado por Castoldi e Polinarski (2009), os estudantes se sentem mais motivados e demonstram maior interesse quando é despertado neles a vontade de querer aprender, sendo resultado da motivação que o professor estimula nos alunos e intimamente associada à utilização de recursos didático-pedagógicos.

Baseado no exposto, o presente trabalho teve o objetivo de realizar uma análise sobre o ensino do uso de instrumentos de medição, em particular do paquímetro, por meio da utilização de recursos didáticos. A análise foi realizada com estudantes do 1º ano do curso de Metalurgia na modalidade Ensino Médio Integrado de uma escola da rede federal de ensino, visando melhorar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina Metrologia.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Metrologia é uma disciplina que envolve o estudo, o aprimoramento e o desenvolvimento das técnicas de medição usadas principalmente nas engenharias, com o intuito de garantir a padronização e a adequada utilização de inúmeras técnicas e equipamentos em situações que ocorrem no dia a dia. Diversos equipamentos podem ser usados conforme a necessidade de medição, sendo exemplos a régua graduada, o paquímetro, o micrômetro, o relógio comparador, o projetor de perfil, dentre outros.

Previsto na ementa da disciplina, o ensino da fundamentação teórica e da prática de utilização dos paquímetros normalmente é feita em momentos distintos e consecutivos. A prática só ocorre após toda a teoria ser estudada, o que pode fazer com que os alunos não consigam conectar ambas.

A partir desse problema, surge a proposta para a intervenção no ensino realizado de forma tradicional. Tendo como público alvo uma turma de 1º ano do ensino técnico em Metalurgia integrado ao ensino médio do IFMG *Campus* Ouro Branco, o objetivo dessa intervenção é apresentar a teoria durante a aula prática a fim de verificar se há ganhos no desempenho escolar dos alunos do ensino técnico.

Durante as aulas dadas para as duas subturmas na realização da intervenção, foram abordados: definição de paquímetros; partes constituintes dos paquímetros; tipos de

medições possíveis; tipos de paquímetros; resolução e seu cálculo; leitura nos Sistemas Internacional e Inglês; técnicas de medição; princípio de Abbè; erros de medição e conservação dos paquímetros.

O estudo da medição por intermédio do uso de paquímetros foi realizado com a divisão da sala em um grupo controle com 15 alunos – para o qual destinou-se somente aula expositiva – e um grupo experimental com 19 alunos – para o qual os conceitos teóricos foram apresentados concomitantemente ao ensino prático, com o auxílio de *data show* e a utilização individual de paquímetros universais. A diferença no quantitativo dos grupos se deve à ausência de alguns alunos nos dias da intervenção. Cumpre ressaltar que essa divisão da turma já era feita normalmente durante o ano letivo pelo fato de os laboratórios de Metrologia e de Desenho Técnico não comportarem uma turma inteira.

Ao longo da intervenção, realizaram-se análises qualitativas em que foram observados a reação e o comportamento dos alunos durante a exposição do conteúdo em relação à atenção, interesse e envolvimento da turma; a eficácia da abordagem do conteúdo teórico conjuntamente com a prática como recurso didático; além de outros aspectos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intervenção foi uma experiência muito proveitosa pelo fato de os alunos se mostrarem mais participativos em relação ao que se nota nas aulas tradicionais. Em outros termos, é possível dizer que o nível de atenção

observado durante a intervenção foi maior e, ainda, houve um número de questionamentos bem acima do habitual, com todos os alunos fazendo perguntas, ao contrário do que é observado nas aulas tradicionais, em que apenas um ou dois alunos apresentam suas dúvidas durante as aulas.

A preparação da atividade demandou mais tempo e dedicação do professor, uma vez que a parte expositiva da aula precisa estar em sincronia com a parte prática. Além disso, essa preparação foi necessária para que a utilização do equipamento fosse assimilada em todos os detalhes ao longo da explanação. Acrescenta-se, também, a necessidade de preparação do Laboratório de Metrologia para receber os alunos, local que possui condições adequadas para a utilização de paquímetros individualmente.

Mensurar quantitativamente o quanto a aprendizagem foi estimulada é difícil, pois são necessários mais dados, bem como mais intervenções com um número maior de alunos. Porém, pode-se considerar que a intervenção realizada teve um resultado positivo, dado que, nas aulas seguintes, os alunos não apresentaram dificuldades em manusear o paquímetro, além de ter sido observado os próprios alunos ensinando os colegas ausentes na data em que foi feita a intervenção a utilizar o equipamento.

O fato de combinar o quadro negro com *data show* normalmente gera desinteresse nos alunos durante as aulas tradicionais, mas, ao aliar com a prática, o empenho em aprender foi muito significativo. Além disso, a aula se tornou mais dinâmica e menos cansativa. Dessa

forma, foi observado melhor rendimento da aula, com os alunos fazendo perguntas pertinentes à matéria, com mais envolvimento e interesse, além de mais acertos aos questionamentos feitos pelo professor.

Ao final da intervenção, foi aplicada uma atividade avaliativa e esta, comparada com a aula tradicional, teve maior empenho dos alunos na sua resolução, que a concluíram rapidamente, no geral. Não foi notada pelo professor nenhuma tentativa de comunicação entre os alunos (“cola”), os quais se encontravam bastante concentrados, diferentemente dos alunos do grupo controle, avaliados na forma tradicional.

De forma geral, foi possível perceber, durante a intervenção, que o clima da aula foi muito mais produtivo e que o interesse dos alunos do grupo experimental em aprender era muito maior do que no grupo de controle. Desse modo, considera-se que apresentar a teoria associada à prática é um caminho que pode apresentar resultados muito bons, se bem planejado e executado de forma sistemática.

Ressalta-se, entretanto, que essa intervenção é uma análise pontual que gerou poucos dados numéricos, não podendo, por conseguinte, apontar resultados definitivos, mas somente uma indicação para realizar uma análise qualitativa.

Seria importante realizar novas intervenções para que pudesse ser feito um levantamento estatístico para verificar se houve melhoria nas notas dos alunos. Além disso, a proposição de diferentes formas de apresentação de conteúdo, além da tradicional,

também poderia ser investigada, visando adequar o ensino ao perfil atual dos alunos, como o uso de softwares ou games voltados para as disciplinas técnicas, os quais poderiam auxiliar ainda mais o ensino técnico.

Em síntese, a intervenção realizada apresentou-se interessante e proveitosa diante do comportamento diferenciado dos alunos, além de mostrar que o uso de recursos didáticos, como a aula prática em laboratório com o manuseio do paquímetro, foi eficaz durante o processo de aprendizagem de conteúdos técnicos.

Resultados semelhantes foram observados por outros pesquisadores, como Castoldi e Polinarski (2009), que, ao aliar o uso de recursos didáticos à aula expositiva observaram mais interesse dos alunos em querer aprender, o que pode ser considerado resultado direto da motivação que o professor estimulou nos alunos e que está intimamente associada à utilização de recursos didático-pedagógicos.

#### 4. CONCLUSÃO

O ensino tradicional focado em uma abordagem conteudista possui limitações que se mostram mais evidentes nos dias atuais, em que os estudantes estão cada vez mais atentos às inovações tecnológicas presentes em seu dia-a-dia. Dentro de um contexto como esse, apresentar conteúdos se torna desafiador e buscar alternativas talvez seja o caminho mais promissor para se ter um processo de ensino-aprendizagem bem sucedido. Nesse sentido, a articulação teoria/prática foi a opção

encontrada para avaliar o comportamento que os alunos apresentariam com essa forma de ensinar.

Com os resultados obtidos durante a intervenção, foi possível observar que o ensino do conteúdo teórico aliado a uma aula prática com o manuseio do objeto de estudo – equipamento paquímetro –, como recurso didático-pedagógico, tende a gerar maiores envolvimento, entendimento e motivação nos alunos no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos técnicos.

Estudos como este precisam ser desenvolvidos de maneira contínua. Dessa forma, sugere-se a continuidade do trabalho por meio da realização de novas intervenções envolvendo um número maior de alunos e diferentes conteúdos. Os resultados observados aqui precisam ser mensurados quantitativamente em um trabalho futuro, a fim de fornecer maior embasamento para novas propostas de atividades e, também, como uma forma de incentivar mais professores a utilizarem recursos didático-pedagógicos na prática de ensino.

#### REFERÊNCIAS

- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A. Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, p. 684–692, 2009.
- GRIGOLI, J. A. G.; TEIXEIRA, L. R. M.; LIMA, C. M. **Prática Docente, Modelos De Ensino E Processos De Formação: Contradições, Resistências E Rupturas**. In: 27<sup>a</sup> Reunião Anual da ANPEd. **Anais...** Caxambu: 2004. Disponível em:

<http://27reuniao.anped.org.br/gt08/t0810.pdf>

JARLETTI, A. C. et al. **O LABORATÓRIO DIDÁTICO DE METROLOGIA NA ENGENHARIA MECÂNICA**. XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** Curitiba: 2007.

MORAIS, J. D. M.; SOUZA, P.; COSTA, T. A. Relação Teoria E Prática: Investigando As Compreensões De Professores Que Atuam Na Educação Profissional. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 12, p. 111, 2017.

OLIVEIRA, O. B. DE; TRIVELATO, S. L. F. Prática Docente: O Que Pensam Os Professores De Ciências Biológicas Em Formação. **Revista Teias**, v. 7, n. 13–14, 11 p. 2006.

SOUZA, S. E. DE. O Uso De Recursos Didaticos No Ensino Escolar. **Arquivos do Mudi**, v. 11 (Supl.2), p. 110–114, 2007.

TARDIF, J. Savoir et savoir-faire: une dynamique pédagogiquement ignorée In: BENTOLILA, A. **Savoir et savoir-faire**. Les Entretiens Nathan. Paris: Nathan, p. 89-113, 1995.

XAVIER, G. DO C. **Teorias da Aprendizagem**. Arcos: Instituto Federal de Minas Gerais, 2019.



# Modelagem morfométrica de *Licania tomentosa* (Benth.) por regressão logística e máquinas vetor de suporte

Morphometric modeling of *Licania tomentosa* (Benth.) by logistic regression and support-vector machines

B. O. Lafetá\*; F. F. da Silva; M. A. dos Santos; I. A. Pimenta; I. C. I. Fontan; N. R. Fonseca; C. J. Sartori

Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, 39705-000, São João Evangelista-MG, Brasil

\*bruno.lafeta@ifmg.edu.br

(Recebido em 21 de abril de 2020; aceito em 16 de junho de 2020)

Investigações científicas sobre a morfometria de árvores subsidiam o planejamento e gerenciamento racionais da arborização urbana, importante para a sustentabilidade ambiental de cidades. O objetivo foi avaliar a eficiência da modelagem de relações morfométricas interdimensionais da copa de *L. tomentosa* empregando regressão logística e Máquinas Vetor de Suporte (MVS), identificando potenciais usos no planejamento da arborização urbana. O inventário foi conduzido nos municípios de São João Evangelista e Peçanha em Minas Gerais. Foram amostradas 116 árvores em 21 vias públicas. Calcularam-se o formal de copa, índice de saliência, índice de abrangência, grau de esbeltez, proporção de copa e área de projeção de copa. Foram testados dois métodos de modelagem para a estimativa de altura total, altura de inserção da copa e índices morfométricos de copa ( $r, p \leq 0,01$ ) em função exclusivamente do DAP, uma por regressão não linear (modelo logístico) e outra por MVS. A altura total, altura de inserção da copa, formal de copa, índice de abrangência e área de projeção de copa aumentaram à medida que fustes se tornaram mais grossos. O decrescimento com o aumento do DAP foi observado somente para o grau de esbeltez. Relações morfométricas podem ser estimadas com precisão por modelos de regressão e MVS. Informações da média assintótica do estoque de crescimento de *L. tomentosa* em altura total, altura de inserção da copa, área de projeção da copa e raio de copa são úteis para a definição do local de seu plantio em áreas urbanas, indicado para praças, canteiros e/ou calçadas.

Palavras-chave: arborização urbana, inteligência computacional, regressão não linear.

Scientific investigations on the tree morphometry support rational planning and management of urban afforestation, important for environmental sustainability of cities. This work aimed to evaluate efficiency modeling of interdimensional morphometric relationships of *L. tomentosa* crown and stem using logistic regression and Support-Vector Machines (MVS), identifying potential uses in the planning of urban afforestation. Inventory was conducted in the São João Evangelista and Peçanha municipalities in Minas Gerais. 116 trees were sampled on 21 public roads. The crown formal, salience index, range index, slenderness rate, crown proportion and crown projection area were calculated. Two modeling methods were tested to estimate total height, crown insertion height and crown morphometric indices ( $r, p \leq 0.01$ ) in function exclusively of DBH, one by non-linear regression (logistic model) and the other by MVS. Total height, crown insertion height, formal crown, range index and crown projection area increased as the stem became thicker. Decrease with the increase in DAP was observed only for slenderness rate. Regression models and MVS can estimate morphometric relationships accurately. Information on the asymptotic average of the growth stock of *L. tomentosa* at total height, crown insertion height, crown projection and crown radius are useful for defining your planting location in urban areas, suitable for squares, flowerbeds and/or boardwalks.

Keywords: urban afforestation, computational intelligence, nonlinear regression.

## 1. INTRODUÇÃO

A análise do comportamento morfométrico da copa e fuste de árvores é fundamental para melhor aproveitamento do espaço verde em cidades [1]. Espaços verdes têm sido frequentemente planejados a partir de manuais, que padronizam práticas silviculturais e desconsideram a influência da qualidade de sítio e fatores genéticos.

A arborização promove serviços sociais e ambientais para o bem-estar humano, como melhorias estéticas, sombreamento, direcionamento de vento, redução de poluições atmosférica, sonora e visual, estímulo a atividades recreativas, alimento e abrigo para a fauna, conectividade entre paisagens e atenuação de ilhas de calor [2, 3]. Todavia, a arborização de cidades é uma prática que requer eficiente planejamento e gerenciamento para se evitar prejuízos advindos do crescimento não monitorado de árvores, como danos em calçadas, tubulações subterrâneas, edifícios e redes elétricas [4]. A escolha de espécies deve considerar características de crescimento, paisagísticas e inerentes ao local de plantio, como a disponibilidade de espaço.

*Licania tomentosa* (Benth.) (Chrysobalanaceae) por sua vez, também conhecida por oiti ou oitizeiro, ocorre naturalmente desde Pernambuco até o Norte do Espírito Santo e Vale do Rio Doce do estado de Minas Gerais, estando associada à Mata Atlântica [5]. Esta espécie é ornamental e amplamente difundida na arborização urbana no Brasil, podendo ser utilizada em planos para recuperação de áreas degradadas [6]. Os frutos são comestíveis e explorados para a produção em pequena escala de compotas, geleias e farinhas [6, 7]. Entretanto, ainda, são poucas pesquisas sobre a morfometria de árvores dessa espécie, sobretudo, em ambiente urbano.

A morfometria de árvores se modifica naturalmente em virtude do genótipo, fisiografia, tempo, prescrições silviculturais e condições edáficas e climáticas [8, 9, 10]. Relações interdimensionais permitem a análise de mudanças morfométricas, reconstrução do espaço ocupado por árvore e inferências sobre a produtividade, estabilidade e serviços ambientais [2, 11]. No entanto, o levantamento de muitos dados biométricos pode inviabilizar operacionalmente inventários florestais, uma vez que medições da copa consomem muito tempo e são laboriosas. A redução desse esforço amostral pode ser realidade com o emprego de técnicas de modelagem.

O avanço de recursos computacionais tem propiciado o uso de modelos de regressão não lineares e inteligência computacional. A modelagem permite a compreensão indireta de como interações e processos ecológicos complexos atuam no crescimento de árvores isoladas ou arvoredos, estabelecendo relações funcionais entre aspectos morfométricos e preditores de fácil e rápida medição, como a circunferência ou diâmetro de fustes [4]. Curvas sigmoidais (forma em S) subsidiam o estabelecimento de prescrições silviculturais e a avaliação de capacidade produtiva, que pode ser expressa em termos de altura, área de projeção da copa, diâmetro da copa e/ou volume [12, 13, 14].

Modelos de regressão não lineares de característica sigmoidal são rotineiramente empregados no setor florestal [1, 12, 15, 16, 17]. No caso específico do modelo logístico, a fundamentação biológica e a facilidade de interpretação de parâmetros propiciam uma rápida análise de confiabilidade das estimativas quanto a convergência do algoritmo de parametrização. Trata-se de um modelo cuja forma original apresenta três parâmetros, assíntota horizontal e pontos de inflexão e escala [16, 18]. Por outro lado, algoritmos de aprendizagem de máquina têm sido cada vez mais utilizados para a modelagem de dados biológicos. O método de Máquinas Vetor de Suporte (MVS), desenvolvido por Vapnik (1995) [19], é uma abordagem de aprendizado supervisionado capaz solucionar problemas relacionados a classificação de padrões, regressão e detecção de *outliers* [20]. Diferencia das redes neurais artificiais face ao princípio de minimização de risco estrutural, que sempre converge para um ótimo global [21].

A aplicação de diferentes métodos estatísticos para estimativas biométricas de árvores se relaciona ao fato de que pequenas melhorias em exatidão representam ganhos significativos na qualidade da tomada de decisões por gestores florestais. Investigações científicas sobre a modelagem do comportamento morfométrico de árvores em áreas urbanas são escassas e a falta de informações pode ser justificada pela carência de políticas públicas e planos diretores que estimulem o plantio de árvores em vias públicas sob orientação técnica. Mediante o exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da modelagem de relações morfométricas interdimensionais da copa e fuste de *L. tomentosa* empregando regressão logística e MVS, identificando potenciais usos no planejamento da arborização urbana.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização experimental

O trabalho foi conduzido nos municípios de São João Evangelista (altitude de 700m) e Peçanha (altitude de 690m), inseridos no Vale do Rio Doce em Minas Gerais, Brasil. A distância linear entre os municípios é de 22 Km. O clima da região é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico) pela classificação do sistema internacional de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação em São João Evangelista são de 20,2° C (médias variando de 16,7°C em julho a 22,8°C em janeiro e fevereiro) e 1.377 mm (médias variando de 10 mm em julho e agosto a 308 mm em dezembro), respectivamente. Nesta sequência, Peçanha apresenta média de 20,4°C (médias variando de 17,3°C em julho a 23,1°C em janeiro) e 1.339 mm (médias variando de 13 mm em agosto a 287 mm em dezembro). Os dados climáticos foram oriundos de registros anuais de 1982 a 2012, disponibilizados gratuitamente por Climate-data.org (<http://es.climate-data.org/>).

Foram amostradas 116 árvores da espécie *L. tomentosa* distribuídas em 21 vias públicas, 6 vias em São João Evangelista e o restante, em Peçanha. As árvores se encontravam sem sinais aparentes de poda, injúrias ou ataque de insetos. Mensurou-se a circunferência a 1,30 m de altura do solo (Circunferência a Altura do Peito, CAP, cm) de todos os fustes empregando fita métrica; o diâmetro equivalente foi calculado para as árvores com tronco bifurcado abaixo do ponto de medição. A altura total (H, m) e altura de inserção da copa (HIC – altura do primeiro galho vivo, caracterizado pela presença de folhas, m) foram tomadas com auxílio de vara telescópica. O comprimento da copa (L, m) foi calculado pela diferença entre H e HIC e o diâmetro da copa (Dc, m), pela média dos diâmetros da copa, obtida da medição de quatro raios nas direções paralela e perpendicular à orientação das vias públicas através da projeção vertical da copa.

Os seguintes índices morfométricos baseados no tamanho e na morfologia da árvore, conforme Sterba (1991) [11] e Durlo e Denardi (1998) [22], foram avaliados: Formal de Copa (FC), Índice de Saliência (IS), Índice de Abrangência (IA), Grau de Esbeltez (GE), Proporção de Copa (PC) e Área de Projeção de Copa (APC, m<sup>2</sup>). Os índices foram assim expressos:  $FC = Dc/L$ ;  $IS = Dc/DAP$ ;  $IA = Dc/H$ ;  $GE = H/DAP$ ;  $PC = 100 L/H$  e  $APC = DC^2 \cdot \pi/4$ .

Os dados foram divididos aleatoriamente em grupos de parametrização (70% das amostras) e validação (30% das amostras), mutualmente exclusivos (técnica *holdout*), adotando método randômico de amostragem sem reposição. Nessa divisão, árvores de ambos os municípios estavam inclusas nas amostras. Os dados de altura (H e HIC) e índices morfométricos (FC, IS, IA, GE, PC e APC) foram submetidos à análise de correlação de Pearson (r) com o DAP. A fim de minimizar problemas com a perda de precisão de preditores, assumiu-se a ausência de significância estatística de correlação pelo teste t (r, p > 0,01) como critério para a exclusão de variáveis durante a fase de parametrização.

### 2.2 Métodos de modelagem e avaliação

Foram testados dois métodos de modelagem para a estimativa de alturas e índices morfométricos de copa (r, p ≤ 0,01) em função exclusivamente do DAP, uma por regressão não linear e outra por MVS. Optou-se pelo DAP como variável preditora por ser facilmente obtida e convencionalmente analisada em inventários florestais. A análise de regressão foi realizada através do método iterativo de Levenberg-Marquardt, com o ajuste do modelo logístico de três parâmetros,  $Y = \alpha(1 + \beta e^{-\gamma X})^{-1}$ ; em que  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são parâmetros do modelo logístico.

A construção de máquinas de vetores se baseou no processo de aprendizado estatístico descrito em detalhes por Vapnik (1995) [19] e Meyer et al. (2017) [23]. As MVS foram implementadas usando o pacote R “e1071” [23] com parâmetro de custo igual a 1, gama de 0,1 e épsilon de 0,1; parâmetros definidos por análise exploratória, com valores oscilando entre 0,001 e 10. Para a parametrização das MVS, foram analisados quatro tipos de funções Kernel (linear, base radial, sigmoide e polinomial). As funções Kernel são algoritmos que melhoram o poder computacional das máquinas de aprendizagem, possibilitando representar fenômenos de maior complexidade.

Somente um tipo de função Kernel foi selecionada para compor as MVS nas análises gráficas subsequentes.

As seleções do método de modelagem e da função Kernel para compor as MVS para as estimativas de altura e índices morfométricos de copa se basearam na Média dos Desvios Absolutos (MDA), Raiz Quadrada do Erro Médio (RQEM), e coeficiente de correlação ( $r$ ) entre valores observados e estimados. As análises gráficas consistiram na inspeção estatística da dispersão dos resíduos padronizados e dos valores observados em relação àqueles estimados.

Os pontos que extrapolaram a tendência geral dos dados não foram eliminados das análises estatísticas a fim de se verificar a capacidade da regressão logística e SVM em lidar com *outliers* ou ruídos. Para diagnóstico de efeito estatístico, empregou-se 1% de significância em todas as análises. Estas foram efetuadas com auxílio dos softwares Curve Expert 1.4 e R versão 3.5.2 [24].

### 3. RESULTADOS

No grupo de parametrização, as árvores de menor e maior DAP apresentaram 23 e 74 cm em São João Evangelista e 4 e 41cm em Peçanha, respectivamente. Na validação, as variações de DAP foram de 28 a 61cm no primeiro município e de 9 a 55 cm no segundo.

Na fase de parametrização, a correlação positiva significativa ( $p \leq 0,01$ ) do DAP foi evidenciada com a altura ( $r = 0,8733$ ), altura do primeiro galho vivo ( $r = 0,8733$ ), formal de copa ( $r = 0,3550$ ), índice de abrangência ( $r = 0,7269$ ) e área de projeção da copa ( $r = 0,8973$ ). Somente o grau de esbeltez exibiu correlação negativa significativa ( $r = -0,6588$ ,  $p \leq 0,01$ ). Logo, selecionaram-se esses seis últimos atributos para as modelagens de relação interdimensional. As correlações do índice de saliência e proporção de copa tiveram módulos inferiores a 0,1 ( $p > 0,01$ ).

As relações interdimensionais estabelecidas em função do DAP se destinaram à obtenção de estimativas de altura total, altura do primeiro galho vivo, formal de copa, índice de abrangência, grau de esbeltez e área de projeção da copa (Tabela 1). Como esperado, a assíntota, representada pelo parâmetro “ $\alpha$ ”, foi positiva em todos os ajustes realizados com o modelo logístico. A modelagem via regressão apresentou poucos desvios nas fases de parametrização e treinamento, com baixos valores de MDA e RQEM. A precisão das estimativas aumentou com o grau de associação entre variáveis resposta e predictoras.

Tabela 1: Coeficientes e qualidade de ajuste do modelo logístico para a estimativa de alturas e índices morfométricos da copa em função do DAP de árvores de *L. tomentosa*, da arborização urbana de São João Evangelista e Peçanha, em Minas Gerais, Brasil.

Atributos	H	HIC	FC	IA	GE	APC
$\alpha$	10,212522	4,479086	2,809875	1,459569	0,188298	130,274676
$\beta$	3,472545	4,271139	4,041158	2,480117	-0,988345	86,138257
$\gamma$	0,062083	0,114873	0,123407	0,049854	0,072739	0,108048
----- Parametrização -----						
MDA	0,7202	0,8381	0,7028	0,1480	0,0341	8,5471
RQEM	0,9063	1,0460	1,1204	0,1930	0,0459	13,7012
r	0,8914**	0,6406**	0,4084**	0,7387**	0,8710**	0,9200**
----- Validação -----						
MDA	0,9827	1,0208	1,1341	0,2146	0,0379	14,2209
RQEM	1,2998	1,2558	1,5993	0,2660	0,0477	23,1088
r	0,7932**	0,5326**	0,5382**	0,5052**	0,7063**	0,7805**

H = altura total; HIC = altura do primeiro galho vivo; FC = formal de copa; IA = índice de abrangência; GE = grau de esbeltez; APC = área de projeção de copa;  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  = parâmetros do modelo logístico; MDA = média dos desvios absolutos; RQEM = raiz quadrada do erro médio e; r = coeficiente de correlação de Pearson. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste  $t$ .

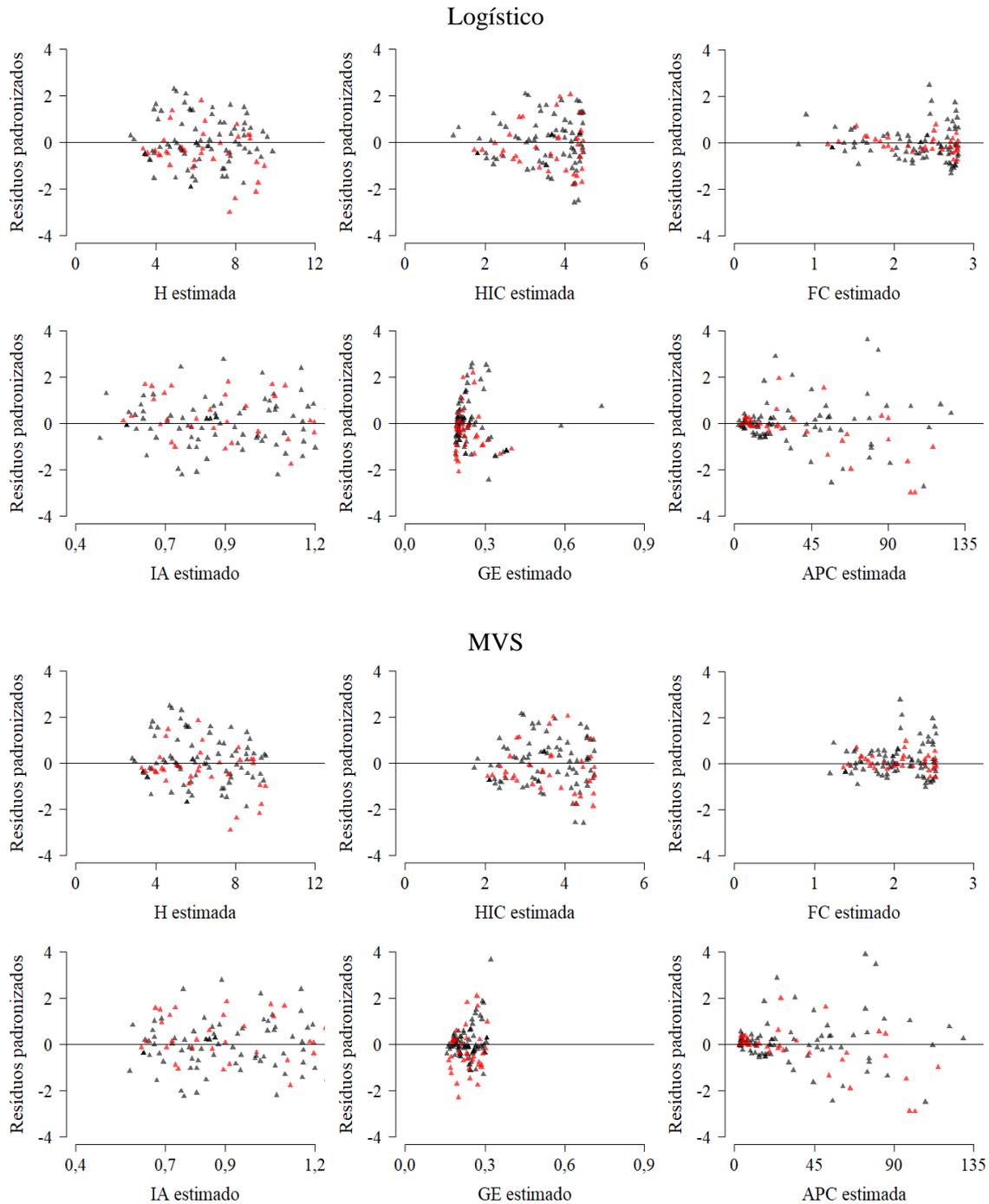
Dentre as funções Kernel, as MVS de base radial tiveram melhor desempenho na estimativa de alturas e índices morfométricos de *L. tomentosa* nas fases de parametrização e validação (Tabela 2). Em termos gerais, no que se refere às estatísticas para avaliar a qualidade preditiva dos métodos de modelagem, a regressão se expressou melhor do que as MVS na fase de validação. Nesta fase de processamento, a correlação entre os valores observados e estimados para o formal de copa pela regressão foi 2,4 vezes maior que aquela via MVS.

Tabela 2: Estatísticas das aproximações por máquinas de vetores de suporte construídas para a estimativa de alturas e índices morfométricos da copa em função do DAP de árvores de *L. tomentosa*, da arborização urbana de São João Evangelista e Peçanha, em Minas Gerais, Brasil.

Kernel	Atributos	H	HIC	FC	IA	GE	APC
----- Parametrização -----							
Linear	MDA	0,7800	0,8842	0,6866	0,1522	0,0402	11,2206
	RQEM	0,9900	1,0857	1,1636	0,1984	0,0748	15,6543
	r	0,8733**	0,6070**	0,3550**	0,7269**	0,6588**	0,8973**
Radial	MDA	0,7045	0,8631	0,6799	0,1495	0,0384	8,5115
	RQEM	0,9188	1,0635	1,1587	0,1934	0,0708	13,8007
	r	0,8901**	0,6251**	0,3947**	0,7404**	0,7086**	0,9196**
Sigmoide	MDA	0,7990	0,8912	0,6877	0,1534	0,0405	11,3654
	RQEM	0,9926	1,0847	1,1640	0,2025	0,0749	16,5234
	r	0,8692**	0,6065**	0,3574**	0,7229**	0,6548**	0,8970**
Polinomial	MDA	1,3764	1,0473	0,7305	0,2023	0,0531	21,0932
	RQEM	1,8486	1,2763	1,2171	0,2626	0,0903	29,9144
	r	0,5284**	0,4053**	0,2108 <sup>ns</sup>	0,4431**	0,4327**	0,6537**
----- Validação -----							
Linear	MDA	1,0167	1,1154	0,8250	0,2128	0,0339	13,8358
	RQEM	1,3708	1,3570	1,9820	0,2650	0,0433	19,1133
	r	0,7708**	0,4447**	0,1542 <sup>ns</sup>	0,4951**	0,7651**	0,7950**
Radial	MDA	0,9374	1,0673	0,8067	0,2115	0,0348	13,7848
	RQEM	1,3218	1,3005	1,9658	0,2617	0,0427	21,9901
	r	0,7894**	0,4947**	0,2268 <sup>ns</sup>	0,5039**	0,7716**	0,7845**
Sigmoide	MDA	1,0414	1,1050	0,8203	0,2132	0,0335	12,8383
	RQEM	1,3251	1,3295	1,9810	0,2657	0,0433	17,9268
	r	0,7687**	0,4436**	0,1576 <sup>ns</sup>	0,4933**	0,7632**	0,7963**
Polinomial	MDA	1,4813	1,1940	0,8208	0,2400	0,0451	17,5365
	RQEM	1,6575	1,3874	2,0076	0,2908	0,0574	25,3893
	r	0,5768**	0,3186 <sup>ns</sup>	0,0417 <sup>ns</sup>	0,3710 <sup>ns</sup>	0,6294**	0,6433**

H = altura total; HIC = altura do primeiro galho vivo; FC = formal de copa; IA = índice de abrangência; GE = grau de esbeltez; APC = área de projeção de copa; MDA = média dos desvios absolutos; RQEM = raiz quadrada do erro médio e; r = coeficiente de correlação de Pearson. \*\*,ns significativo e não significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

Observou-se comportamento homocedástico dos resíduos padronizados em ambos os métodos de modelagem avaliados, exceto nas ocasiões em que se avaliaram a altura do primeiro galho vivo, grau de esbeltez e a área de projeção da copa (Figura 1).



*Figura 1: Resíduos padronizados gerados a partir do ajuste do modelo logístico no canto superior e máquinas de vetores de suporte com função Kernel de base radial no canto inferior. H = altura total (m); HIC = altura do primeiro galho vivo (m); FC = formal de copa; IA = índice de abrangência; GE = grau de esbeltez; APC = área de projeção de copa (m<sup>2</sup>). Grupos de parametrização e validação em preto e vermelho, respectivamente.*

A maioria dos índices morfométricos cresceram de forma sigmoideal com o aumento do DAP das árvores, tendendo a uma estabilização (Figura 2). Apenas o grau de esbeltez decresceu no formato sigmoide. Mesmo com módulo do coeficiente de correlação superior a 0,7 nas fases de parametrização e validação (Tabela 1), as estimativas da equação do grau de esbeltez foram tendenciosas para árvores de maior DAP, perdendo a precisão.

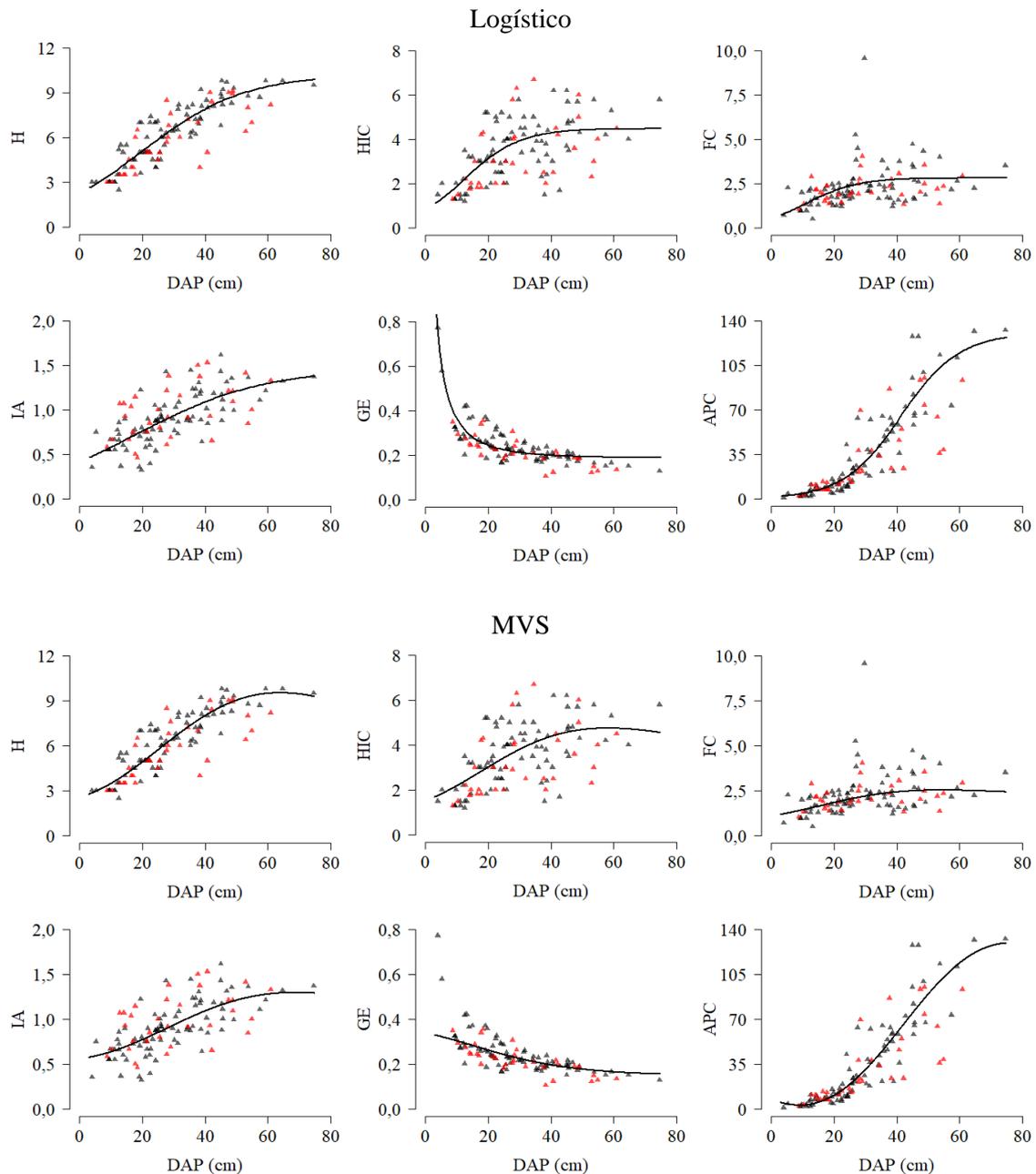


Figura 2: Valores observados e curvas geradas para as alturas e índices morfométricos da copa em função do DAP de árvores de *L. tomentosa*, da arborização urbana de São João Evangelista e Peçanha, em Minas Gerais, Brasil.  $H$  = altura total (m);  $HIC$  = altura do primeiro galho vivo (m);  $FC$  = formal de copa;  $IA$  = índice de abrangência;  $GE$  = grau de esbeltez;  $APC$  = área de projeção de copa ( $m^2$ ). Grupos de parametrização e validação em preto e vermelho, respectivamente.

#### 4. DISCUSSÃO

A análise da arborização urbana de dois municípios próximos geograficamente expandiu a amplitude de variação de DAP da *L. tomentosa* e contribuiu para a melhoria da qualidade preditiva dos métodos de modelagem, justificando o uso da técnica *holdout* de validação.

O aumento da altura total e das dimensões da copa com o acréscimo diamétrico do tronco está coerente biologicamente para árvores sem limitações espaciais de crescimento [25]. Salienta-se

que correlações negativas de índices morfométricos da copa com o DAP devido ao contato entre copas e estabelecimento de competição podem ocorrer no âmbito de povoamentos florestais equiâneos [26]. A forte correlação ( $|r| \geq 0,60$ ) e negativa entre o grau de esbeltez e o DAP pode ser explicada pela própria expressão matemática do índice, que se relaciona inversamente com o diâmetro [11, 22].

Em consequência da ampla variabilidade genética da produção seminal de mudas e comum indeterminação da idade de árvores no paisagismo de municípios brasileiros, a assíntota do estoque de crescimento em altura total, altura do primeiro galho vivo, formal de copa, índice de abrangência e área de projeção da copa foram estimados com precisão pela regressão logística; a qualidade preditiva desses atributos também foi confirmada visualmente. Enfatiza-se que a diminuição do grau de esbeltez à medida que aumentou o DAP é um indicativo importante de estabilidade contra a ação eólica [25, 27], reduzindo riscos de acidentes a pedestres e veículos. Apesar de o grau de esbeltez representar um indicativo de estabilidade, ainda, recomenda-se o monitoramento qualitativo e quantitativo contínuo de árvores para maior segurança e sucesso da arborização urbana.

A assíntota positiva das equações geradas evidenciou um potencial uso para delinear o comportamento biológico de troncos mais grossos. A estimativa assintótica de altura das árvores de *L. tomentosa* para as condições edáficas e climáticas de São João Evangelista e Peçanha é de 10,21 m, condizente com o apresentado por Lorenzi (2008) [5], que descreve uma variação de 6 a 15 m para espécie. Portanto, não se recomenda o seu plantio abaixo e/ou próximo de fiações elétricas aéreas. Caso seja plantada, é provável que as árvores devam ser submetidas a sucessivas podas, onerando financeiramente o projeto de arborização. Informações tradicionalmente encontradas na literatura florestal relatam variações mínimas e máximas apenas de altura e DAP, subsidiando parte do planejamento da seleção de espécies e locais adequados para a implementação de projetos paisagísticos.

A altura de inserção da copa esperada para indivíduos de maior porte da espécie em estudo é de 4,48 m, o que favorece a circulação de pedestres e pequenos veículos em segurança. A estimativa é que as árvores alcancem uma área de projeção de copa de 130,27 m<sup>2</sup> (diâmetro de copa equivalente a 12,88 m), ou seja, 77 árvores sem limitações de crescimento forneceriam, aproximadamente, um hectare de área sombreada. Esse resultado possui relevância social e ambiental, pois o sombreamento aumenta a vida útil do asfalto, reduz a erosão e promove conforto térmico para a instalação de áreas de lazer e convivência em centros urbanos.

Diferentes formas da copa foram evidenciadas para *L. tomentosa*, indivíduos de maior DAP, tenderam a exibir copas proporcionalmente mais largas em relação ao respectivo comprimento vertical. É provável que, na fase juvenil, árvores dessa espécie invistam mais recursos na expansão vertical da copa do que na sua largura, fato que favorece a passagem de pedestres em calçadas. Esse evento, também, pode ser comprovado na análise de tendência da relação entre diâmetro de copa e altura total, expressa pelo índice de abrangência, que tendeu ao aumento à medida que os fustes se tornaram mais grossos. Para que a copa cresça livre de impedimentos físicos, estimou-se o valor médio de 6,44 m (raio de copa) para a distância mínima que a cova de plantio deve ficar de edificações. Logo, desde que seja adequadamente planejado, o plantio da espécie em áreas urbanas é indicado para praças, canteiros e/ou calçadas.

O emprego da função Kernel de base radial melhorou o desempenho das MVS, apresentando um ganho considerável em precisão quando comparada, principalmente, à função polinomial. Tal progresso em qualidade preditiva está de acordo com o relatado em diversas pesquisas, envolvendo o uso de funções Kernel na solução de problemas de alta complexidade [28, 29].

A eficiência computacional, simplicidade e adaptação para otimização são características que favorecem a implementação de MVS com função Kernel de base radial [19, 29]. Embora as estimativas do grau de esbeltez com aplicação dessa MVS tenham apresentado perda de precisão em fustes de menor DAP, não se observou redução acentuada de qualidade preditiva.

As curvas da Figura 2 mostraram que ambos os métodos de modelagem estabeleceram relações interdimensionais com realismo biológico, com clara tendência de acréscimo da altura total, altura do primeiro galho vivo, formal de copa, índice de abrangência e área de projeção de copa. Trata-se de um acréscimo comprovado pelos valores positivos e significativos ( $p \leq 0,01$ ) dos coeficientes de correlação.

Diante da dificuldade no estabelecimento de relações interdimensionais com a copa de *L. tomentosa*, os métodos de modelagem apresentaram relativamente poucas estimativas discrepantes (resíduos padronizados fora do intervalo de -3 a 3). A qualidade preditiva dos métodos de modelagem não foi influenciada pela presença de valores atípicos.

A aplicação de MVS com função Kernel do tipo base radial para estimativa de altura e índices morfométricos apresentou desempenho preditivo similar à regressão logística. No caso específico do grau de esbeltez, a MVS modelou com maior precisão fustes mais grossos, permitindo melhor análise de tendência assintótica. Esta similaridade possui grande importância prática pois o uso das equações logísticas é simples, rápido e de fácil aplicação [12, 17]. Ressalta-se que uma constante aferição nos valores dos índices morfométricos é necessária, pois variações podem ocorrer para um mesmo genótipo em função das condições edáficas e climáticas [30, 31].

Os métodos de modelagem demonstraram capacidade em representar informações biológicas, sendo promissoras para reduzir o esforço amostral em levantamentos de copa em inventários florestais e aumentar a precisão de estimativas. Os resultados obtidos fornecem subsídios para o desenvolvimento de futuras pesquisas sobre a modelagem de relações morfométricas interdimensionais da copa de árvores. A modelagem mostrou-se uma eficiente técnica estatística capaz de representar indiretamente índices morfométricos a partir de medições rotineiras de campo, como DAP.

O sucesso da gestão da arborização urbana depende do detalhamento de informações disponíveis [1]. O interesse do setor florestal no uso de inteligência computacional [12] aliada a aplicabilidade da modelagem de relações morfométricas interdimensionais de copa contribuem para a fundamentação de decisões silviculturais e compreensão da dinâmica de crescimento vegetal em áreas urbanizadas. As limitações em se ajustar modelos não lineares ou MVS têm sido solucionadas devido a avanços tecnológicos da informática, facilitando parametrizações e a escolha da melhor alternativa de modelagem.

## 5. CONCLUSÃO

Relações morfométricas de *L. tomentosa* podem ser estimadas com precisão por modelos de regressão e máquinas vetor de suporte.

O modelo logístico é adequado para definição precisa da assíntota da relação do DAP com a altura total, altura do primeiro galho vivo, formal de copa, índice de abrangência e área de projeção de copa.

A técnica de máquinas vetor de suporte pode ser recomendada para predição de índices morfométricos da copa de *L. tomentosa* utilizando o DAP como variável preditora.

Informações como a expectativa média assintótica do estoque de crescimento de *L. tomentosa* em altura total, altura de inserção da copa, área de projeção da copa e raio de copa são úteis para o planejamento do local de seu plantio em áreas urbanas, indicado para praças, canteiros e/ou calçadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shoda T, Imanishi J, Shibata S. Growth characteristics and growth equations of the diameter at breast height using tree ring measurements of street trees in Kyoto City, Japan. *Urban For Urban Green*. 2020 Mar;49:126627, doi: 10.1016/j.ufug.2020.126627
2. Jones BA, Mcdermott SM. The economics of urban afforestation: insights from an integrated bioeconomic-health model. *J Environ Econ Manag*. 2018 Mar;89:116-135, doi: 10.1016/j.jeem.2018.03.007
3. Sartori RA, Martins GAC, Zaú AS, Brasil LSC. Urban afforestation and favela: a study in a community of Rio de Janeiro. *Urban For Urban Green*. 2019 Apr;40:84-92, doi: 10.1016/j.ufug.2018.10.004
4. Hilbert DR, North EA, Hauer RJ, Koeser AK, Mclean DC, Northrop R, Andreu M, Parbs S. Predicting trunk flare diameter to prevent tree damage to infrastructure. *Urban For Urban Green*. 2020 Mar;49:126645, doi: 10.1016/j.ufug.2020.126645
5. Lorenzi H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum; 2008. 384 p.

6. Lisboa DO, Silva MA, Pinho DB, Pereira OL, Furtado GQ. Diversity of pathogenic and endophytic *Colletotrichum* isolates from *Licania tomentosa* in Brazil. For Pathol. 2018 May;48:1-11, doi: 10.1111/efp.12448
7. Teixeira LL, Silva GA, Macedo JBM, Almeida MG, Moura MFV. Physicochemical characterization and phenolic profile of oiti fruits (*Licania tomentosa* Benth Frisch). J Nutr Food Technol. 2019;2(1):7-12, doi: 10.30881/jnfrt.00015
8. Canetti A, Mattos PP, Braz, EM, Pellico Netto S. Life pattern of urban trees: a growth-modelling approach. Urban Ecosyst. 2017 Mar;20:1057-1068, doi: 10.1007/s11252-017-0659-0
9. Hofman J, Bartholomeus H, Janssen S, Calders K, Wuyts K, Wittenberghe S, Samson R. Influence of tree crown characteristics on the local PM10 distribution inside an urban street canyon in Antwerp (Belgium): a model and experimental approach. Urban For Urban Green. 2016 Dec;20:265-276, doi: 10.1016/j.ufug.2016.09.013
10. Seidel D, Ruzicka K, Puettmann K. Canopy gaps the shade of Douglas-fir crowns in the western Cascades, Oregon. Foreco. 2016 Mar;363:31-38, 2016. doi: 10.1016/j.foreco.2015.12.024
11. Sterba, H. Forstliche Ertragslehre. Wien: Universität für Bodenkultur, 1991. 160 p.
12. Campos JCC, Leite HG. Mensuração Florestal: perguntas e respostas. 5. ed. Viçosa: Ed. UFV; 2017. 636 p.
13. Silva, GCS, Calegario N, Silva AAL, Cruz JP, Leite HG. Site index curves in thinned and non-thinned eucalyptus stands. Foreco. 2018 Jan;408:36-44, doi: 10.1016/j.foreco.2017.10.036
14. Vieira GC, Mendonça AR, Silva GF, Zanetti SS, Silva MM, Santos AR. Prognoses of diameter and height of trees of eucalyptus using artificial intelligence. Sci Total Environ. 2018 Apr;619-620:1473-1481, doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.138
15. Luo J, Zhang M, Zhou X, Chen J, Tian Y. Tree height and DBH growth model establishment of main tree species in Wuling Mountain small watershed. Environ Earth Sci. 2018,108(4):1-6, doi: 10.1088/1755-1315/108/4/042003
16. Melo EA, Calegario N, Mendonça AR, Possato EL, Alves JA, Isaac Júnior MA. Modelagem não linear da relação hipsométrica e do crescimento das árvores dominantes e codominantes de *Eucalyptus* sp. Ciênc Florest. 2017 Out-Dez;27(4):1325-1338, doi: 10.5902/1980509829895
17. Tjørve KMC, Tjørve E. A proposed family of unified models for sigmoidal growth. Ecol Model. 2016 Set;359:117-127, doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.05.008
18. Ukalska J, Jastrzębowski S. Sigmoid growth curves, a new approach to study the dynamics of the epicotyl emergence of oak. Folia For Pol. 2019;61(1):30-41, doi: 10.2478 / ffp-2019-0003
19. Vapnik VN. The nature of statistical learning theory. New York: Springer-Verlag, 1995. 188 p.
20. Kumar VA, Souza D, Lindén R, Laakson M. Prediction of student final exam performance in an introductory programming course: development and validation of the use of a support vector machine-regression model. Asian Educ e-Learn. 2019 Feb;7(1):2321-2454, doi: 10.24203/ajeel.v7i1.5679
21. Herceg S, Andrijić ZU, Bolf N. Development of soft sensors for isomerization process based on support vector machine regression and dynamic polynomial models. Chem Eng Res Des. 2019 Sep;149:95-103, doi: 10.1016/j.cherd.2019.06.034
22. Durlo MA, Denardi L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. Ciênc Florest. 1998;8(1):55-66, 1998, doi: 10.5902/19805098351
23. Meyer D, Dimitriadou E, Hornik K, Weingessel A, Leisch F, Chang C, Lin C. e1071: Misc Functions of the Department of Statistics, Probability Theory Group (Formerly: E1071), TU Wien. R package version 1.6-8, 2017.
24. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.
25. Costa EA, Finger CAG. Efeito da competição nas relações dimensionais de Araucária. Floram. 2017 Nov;24:e20150145, doi: 10.1590/2179-8087.014515
26. Trindade RNR, Lafetá BO, Aguiar VF, Silva AG, Ferraro AC, Penido TMA, Vieira DS. Morfometria da copa de povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *E. urophylla* S. T. Blake em diferentes espaçamentos de plantio. Sci Forest. 2019 Mar;47(121):83-91, doi: 10.18671/scifor.v47n121.08
27. Costa EA, Finger CAG, Fleig FD. Influência da posição social nas relações morfométricas de *Araucaria angustifolia*, Ciênc Florest. 2016 Jan-Mar;26(1):225-234, doi: 10.5902/1980509821116
28. Ghitescu R, Curteanu S, Mihailescu C, Volf I, Leon F, Gilca AI, Popa VI. Support vector machine combined with genetic algorithm for optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from spruce wood bark. Cellulose Chem Technol. 2017;51(3-4):203-213.
29. Silva MBP, Escobedo JF, Santos CM, Rossi TJ, Silva SHMG. Performance of the Angstrom-Prescott Model (A-P) and SVM and ANN techniques to estimate the daily global solar irradiation in Botucatu/SP/Brazil. J Atmos Sol-Terr Phy. 2017 Jul;160:11-23, doi: 10.1016 / j.jastp.2017.04.001

30. Coble AP, Autio A, Cavalieri MA, Binkley D, Ryan MG. Converging patterns of vertical variability in leaf morphology and nitrogen across seven *Eucalyptus* plantations in Brazil and Hawaii, USA. *Trees*. 2014 Aug;28:1-15, doi: 10.1007/s00468-013-0925-6
31. Sapijanskas J, Paquette A, Potvin C, Kunert N, Loreau M. Tropical tree diversity enhances light capture through crown plasticity and spatial and temporal niche differences. *Ecology*. 2014 Sep;25(9):2479-2492, doi: 10.1890/13-1366.1