



Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

**Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021



Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

**Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em
engenharia florestal

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C744 Conceitos e conhecimentos de métodos e técnicas de pesquisa científica em engenharia florestal / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-727-7
DOI 10.22533/at.ed.277211301

1. Engenharia Florestal. 2. Conceitos. 3. Conhecimentos. 4. Pesquisa. I. Felsemburgh, Cristina Aledi (Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

É com enorme contentamento que apresentamos o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 17 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados nas diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender a área de silvicultura voltada para as técnicas silviculturais para produção, tecnologias para produção de sementes e mudas, melhoramento florestal e proteção florestal. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados de forma a abordar a área de ecologia e dinâmica florestal. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados para a tecnologia de produtos florestais mais especificamente relacionados às propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira. Em uma quarta parte, com um trabalho sobre gestão ambiental, abordando a importância dos recursos hídricos. E finalizando, a quinta parte com um trabalho sobre sensoriamento remoto. Desta forma, o e-book “Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal” apresenta resultados relevantes realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados neste de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felseburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESEMPENHO SILVICULTURAL DO HÍBRIDO DE *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NA CHAPADA DO ARARIPE, ARARIPINA-PE

Marcos Antônio Drumond
Visêldo Ribeiro de Oliveira
José Gomes Chaves
Jorge Ribaski
Diogo Denardi Porto

DOI 10.22533/at.ed.2772113011

CAPÍTULO 2..... 7

EFEITOS DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO SOB O DESEMPENHO SILVICULTURAL DO HÍBRIDO DE *Eucalyptus brassiana* x *E. urophylla*, NA CHAPADA DO ARARIPE, ARARIPINA-PE

Marcos Antônio Drumond
Visêldo Ribeiro de Oliveira
José Alves Tavares
João Tavares Calixto Júnior
Jorge Ribaski

DOI 10.22533/at.ed.2772113012

CAPÍTULO 3..... 14

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. TRATADAS COM NITRATO DE POTÁSSIO E SUBMETIDAS AO ESTRESSE POR ALUMÍNIO

Thiago Pereira de Paiva Silva
Josefa Patricia Balduino Nicolau
Francisca Adriana Ferreira de Andrade
Francisco Eudes da Silva
Jackson Araújo Silva
André Dantas de Medeiros
Kelem Cristiany Nunes Silva
Marcio Dias Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2772113013

CAPÍTULO 4..... 20

BIOMETRIA DIGITAL E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Leucaena leucocephala* WIT. EM FUNÇÃO DA SUA POSIÇÃO NO FRUTO

Thiago Pereira de Paiva Silva
Amanda Karoliny Fernandes Ramos
Jackson Araújo Silva
Josefa Patricia Balduino Nicolau
André Dantas de Medeiros
Kelem Cristiany Nunes Silva
Francisco Eudes da Silva
Marcio Dias Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2772113014

CAPÍTULO 5.....26

ESTRUTURA FAMILIAR E ESTIMATIVAS DE BLUPS EM ESPÉCIES COM O SISTEMA MISTO DE REPRODUÇÃO

Evandro Vagner Tambarussi
Lucas Mateus Domingues da Silva
Osmarino Pires dos Santos
Dandara Yasmim Bonfim de Oliveira Silva
Lucas Fernandes Rocha
Fabiana Schmidt Bandeira Peres

DOI 10.22533/at.ed.2772113015

CAPÍTULO 6.....51

CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE DOENÇAS BACTERIANAS EM VIVEIROS E PLANTIOS DE *EUCALYPTUS* SPP

Daniella Flávia Said Heid Schettini Silva
Helena Piedade Farsoni
Sharlles Christian Moreira Dias
Luciano Flávio Neves Ramos
Celso Luis Marino
Edson Luiz Furtado

DOI 10.22533/at.ed.2772113016

CAPÍTULO 7.....63

ANALYSIS OF CHLOROPLASTIDIAL SEQUENCES OF COLD-TOLERANT *Eucalyptus* AND *Corymbia* SPECIES

Marcos Rafael Amâncio
Evandro Vagner Tambarussi
Lucas Fernandes Rocha
Alexandre Techy de Almeida Garrett
Daniel Barletta Sulis
Andrea Nogueira Dias
Leandro de Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.2772113017

CAPÍTULO 8.....75

REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE CONSERVAÇÃO

Natalie da Mota Soares
Robério Anastácio Ferreira
Janisson Batista de Jesus
Higor dos Santos Vieira
Diogo Gallo de Oliveira
Ana Cecília da Cruz Silva
Fernando Luis Hillebrand
Cristiano Niederauer da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.2772113018

CAPÍTULO 9	94
CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE PLÁNTULAS DE CASTAÑA (<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.) EN CLAROS Y SOTOBOSQUE EN LA AMAZONIA PERUANA	
Jorge Garate-Quispe	
Mishari Garcia Roca	
Liset Rodriguez-Achata	
Rembrandt Canahuire Robles	
Gabriel Alarcón Aguirre	
DOI 10.22533/at.ed.2772113019	
CAPÍTULO 10	106
INFILTRATION CAPACITY MODELLING UNDER FORESTS IN THE BASIN OF THE SAN CRISTOBAL RIVER, BOGOTÁ	
Carlos Francisco García Olmos	
Diana Constanza García Rincón	
DOI 10.22533/at.ed.27721130110	
CAPÍTULO 11	120
MÉTODO BOTANAL APLICADO A QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA NA SERAPILHEIRA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	
Luciano Farinha Watzlawick	
Maria Fernanda Subtil Gallo	
Matheus Rech	
Talyta Mytsuy Zanardini Galeski Sens	
Richeliel Albert Rodrigues Silva	
Joelmir Augustinho Mazon	
DOI 10.22533/at.ed.27721130111	
CAPÍTULO 12	132
ANÁLISE E QUANTIFICAÇÃO DA NECROMASSA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA	
Luciano Farinha Watzlawick	
Angélica Lorini	
Talyta Mytsuy Zanardini Galeski Sens	
Jaqueline Aparecida Schran	
DOI 10.22533/at.ed.27721130112	
CAPÍTULO 13	142
O DESMATAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA E A FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS NATURAIS: COMO A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL IMPULSIONA O SURGIMENTO DE ZOONOSES	
Beatriz John Kettermann	
Karina Wegermann	
DOI 10.22533/at.ed.27721130113	
CAPÍTULO 14	149
PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS – PA	
Mateus Souza da Silva	

Genilson Maia Corrêa
Julita Maria Heinen do Nascimento
Jones de Castro Soares
Maria Eloisa da Silva Miranda
Layane Jesus dos Santos
Rick Vasconcelos Gama
Anne Caroline Malta da Costa
Gesivaldo Ribeiro Silva
João Rodrigo Coimbra Nobre

DOI 10.22533/at.ed.27721130114

CAPÍTULO 15..... 156

SOLUBILIDADE DA MADEIRA DE TECA EM ÁGUA

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza
Pedro Hurtado de Mendoza Borges
Pedro Hurtado de Mendoza Morais

DOI 10.22533/at.ed.27721130115

CAPÍTULO 16..... 162

COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO MANHUAÇU, MG

Rodolfo Alves Barbosa
Aline Gonçalves Spletozer
Lucas Jesus da Silveira
Sergio Guedes Barbosa
Herly Carlos Teixeira Dias

DOI 10.22533/at.ed.27721130116

CAPÍTULO 17..... 181

APPLICATION OF R LANGUAGE IN THE ANALYSIS OF FOREST FRAGMENTATION USING SPATIAL DATA

Juliana Marchesan
Rudiney Soares Pereira
Elisiane Alba
Letícia Daiane Pedrali
Luciane Marchesan
Mateus Sabadi Schuh
Roberta Aparecida Fantinel

DOI 10.22533/at.ed.27721130117

SOBRE A ORGANIZADORA..... 193

ÍNDICE REMISSIVO..... 194

CARACTERIZAÇÃO BIOQUÍMICA DE DOENÇAS BACTERIANAS EM VIVEIROS E PLANTIOS DE *EUCALYPTUS* SPP

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 05/11/2020

Daniella Flávia Said Heid Schettini Silva

Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2645179972154637>

Helena Piedade Farsoni

Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2851581779531945>

Sharles Christian Moreira Dias

Eldorado Brasil
Três Lagoas – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0135208505069002>

Luciano Flávio Neves Ramos

Eldorado Brasil
Três Lagoas – Mato Grosso do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-4489-7246>

Celso Luis Marino

Instituto de Biociências, UNESP
Botucatu – São Paulo
<https://orcid.org/0000-0003-4524-954X>

Edson Luiz Furtado

Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP
Botucatu – São Paulo
<https://orcid.org/0000-0002-6924-835X>

RESUMO: O Brasil é referência mundial na produção de eucalipto, por sua atuação pautada em sustentabilidade, competitividade e inovação.

Então, faz-se necessário compreender os fatores que afetam a produção, como os causados por agentes bióticos patogênicos, compreendendo os de origem fúngica como o maior grupo de agentes causais, ou bacterianos. As bactérias englobam um grupo de patógenos de complexa diferenciação morfológica, necessitando assim de estudos para a caracterização das mesmas. Dentre os métodos para separação dos grupos bacterianos destaca-se a caracterização bioquímica, permitindo distinguir estes de acordo com suas características, como tipo de respiração, produção de enzimas específicas ou carboidratos. Assim, avaliou-se bioquimicamente cerca de 39 isolados patogênicos obtidos através de mudas de eucalipto com sintomas de arroxamento de nervura central de folhas e seca de ponteiro, a fim de avaliar o grupo do patógeno. Por tanto, todos estes foram submetidos aos testes de propostos por Schaad (2001), sendo estes o de hidróxido de potássio ou teste de Gram, teste de oxidação e fermentação, hipersensibilidade em fumo, produção de enzima pectinolítica, ativação de fosfatase redutora, redução de nitrato a nitrito, produção de carboidratos a partir de manitol e produção de catalase. Por tanto, os testes demonstraram que se trata de uma bactéria Gram negativa, ou seja, patogênica. Além disso, foram positivos para os testes de oxidação e fermentação, fosfatase redutora, redução de nitrato a nitrito, manitol e catalase e encontram-se resultados negativos para produção de enzima pectinolítica e hipersensibilidade em fumo, o que conferem aos isolados o grupo das Enterobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias. Proteção Florestal. Isolamento. Gram-negativas. Enterobactérias.

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF BACTERIOSES DISEASES IN NURSERIES AND PLANTATIONS OF *EUCALYPTUS* SPP

ABSTRACT: Brazil is a world reference in eucalyptus production due to its action based on sustainability, competitiveness and innovation. Accordingly, factors that affect production, such as diseases caused by pathogenic biotic agents, including those of fungal and bacterial origin, need to be studied. Bacteria encompass a group of pathogens of complex morphological differentiation, requiring studies to characterize them. Among the methods for separating bacterial groups, the biochemical characterization allows to distinguish these according to their characteristics, such as types of respiration, production of specific enzymes or carbohydrates, among others. Thus, 39 pathogenic isolates obtained through eucalyptus seedlings with symptoms of die-back and wilting and lesions on the branches, petiole and midrib were evaluated biochemically, in order to evaluate the pathogen group. Consequently, these isolates were submitted to the tests proposed by Schaad (2001), such as potassium hydroxide or Gram test (positive or negative), oxidation and fermentation test, hypersensitivity to tobacco (*Nicotiana tabacum*), pectinolytic enzyme production, reductive phosphatase activation, reduction of nitrate to nitrite, production of carbohydrates from mannitol and production of catalase. Therefore, the tests demonstrated the bacterium is Gram negative, that is, pathogenic. In addition, the results of the tests of the oxidation and fermentation, reductive phosphatase, nitrate to nitrite reduction, mannitol and catalase were positive and for pectinolytic enzyme production and hypersensitivity to tobacco were negative, indicating the isolates belong to the group of the Enterobacteria.

KEYWORDS: Bacteria. Forest protection. Isolation. Gram-negative. Enterobacteria.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo advindos de eucalipto como matéria-prima. O país é referência por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação (IBÁ, 2016). Em 2019, em todo o território nacional a área total de árvores plantadas foi de 9,0 milhões de hectares, um aumento de 2,4% em relação a 2018. Desse total, a maioria é representada pelo cultivo de eucalipto, com 6,97 milhões de hectares (IBÁ, 2020). Diante da relevância do gênero para a indústria florestal brasileira, a compreensão dos fatores que afetam a produção e a qualidade desse se tornam cada vez importante.

Dentre esses, as perdas causadas por doenças bióticas, principalmente os fungos e bactérias fitopatogênicas, os quais ao serem introduzidos na cultura podem afetar o crescimento e a produtividade, provocando até a morte de mudas e árvores de *Eucalyptus* spp. Destacam-se dentre as bacterioses já descritas para a eucaliptocultura, *Ralstonia solanacearum*, causadora de murcha vascular e o complexo formado por *Pseudomonas*

spp. e *Xanthomonas* spp., causador de mancha foliar. Tais doenças foram capazes de causar a morte de diversas árvores plantadas, bem como, consequentes prejuízos aos viveiros de produção de mudas de *Eucalyptus* spp. devido ao fato de serem patógenos de eficiente disseminação e difícil controle.

Segundo Arriel *et al.* (2014), além dessas bacterioses, os sintomas de seca de ponteiros de árvores de eucalipto, bem como, o arroxamento da nervura principal das folhas de mudas e árvores já formadas foram atribuídos a *Erwinia psidii*, por serem sintomas semelhantes aos encontrados em goiabeiras, relatados pela primeira vez em 1987 (Rodrigues Neto *et al.*, 1987). Nos últimos anos observa-se a crescente importância dos patógenos bacterianos na cultura, pois muitos sintomas marcadores destas doenças se assemelham. A obtenção de isolados em culturas puras para futuros estudos de identificação do patógeno são fundamentais, auxiliando assim na caracterização destes microrganismos fitopatogênicos, o que ao final auxiliará na diagnose correta e na tomada de decisão para medidas de controle e ou manejo das doenças.

Dentre os métodos de caracterização, é empregada a caracterização bioquímica para distinguir grupos bacterianos e separá-los conforme as características encontradas. Esse método permite distinguir grupos bacterianos diferentes de acordo com suas principais características, diferenciando-as quanto ao tipo de respiração – anaeróbica ou não, a capacidade de causarem reação de hipersensibilidade em *Nicotiana tabacum* (fumo) ou até mesmo a produção de enzimas específicas, como a catalase e a fosfatase, dentre outras. Tal processo também auxilia na busca por medidas de controle e manejo de doenças.

Assim, no presente trabalho, o sintoma principal da doença em eucalipto pode ser descrito como a seca de ponteiros das mudas e árvores, bem como, o arroxamento da nervura principal das folhas e posteriormente necrose dos tecidos adjacentes à nervura. Portanto, diante da relevância dos patógenos bacterianos causadores de doença em *Eucalyptus* spp. e sua capacidade em formas complexos, faz-se necessário a obtenção de isolados em condições puras para estudos de identificação do agente causador, através da caracterização bioquímica e patogênica dos inóculos obtidos, o que constitui o objetivo do presente estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento ocorreu em um viveiro de produção de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. localizado na cidade de Andradina, no interior de São Paulo. Foram feitas análises visuais da presença de sintomas principais da doença em questão, como o arroxamento da nervura principal de folhas jovens tanto de minicepas quanto em mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas, bem como, a seca do ponteiro destas e posteriormente a morte do material vegetal. Posteriormente, o mesmo processo foi realizado em áreas com até dois anos de plantio da espécie, nas cidades de Águas Claras, Inocência e Três Lagoas, no estado do

Mato Grosso do Sul.

Amostras de tecido vegetal dessas áreas foram coletadas, acondicionada em sacos de papel e deixadas em baixas temperaturas, para manter a integridade das mesmas. Subsequente, foram transportadas para o Laboratório de Patologia Florestal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na Fazenda Lageado, no Câmpus de Botucatu, São Paulo, para os procedimentos laboratoriais de obtenção dos isolados bacterianos com condições de purificação. Após a desinfecção e esterilização do material, o tecido foi macerado em solução de água destilada autoclavada e a suspensão replicada por plaqueamento pelo método de estrias simples em placas de Petri, de 9 cm de diâmetro, contendo meio de cultura Nutriente Ágar (NA) enriquecido e vertidos com fungicida Nistatina 0,50% em álcool. Ademais, as placas foram incubadas a $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ em estufa BOD (demanda bioquímica de oxigênio) com fotoperíodo de 12 horas. O crescimento bacteriano pôde então ser observado após 24 a 48 horas do procedimento.

Os testes bioquímicos foram realizados conforme a metodologia sugerida por Marques *et al.* (2002), com o propósito de realiza-los para identificação de grupos bacterianos. Os protocolos de testes permite diferenciar as enterobactérias dentre as demais fitopatogênicas. Para tal, os 39 isolados foram submetidos aos seguintes testes: (a) Gram de Ryu ou também chamado de teste de hidróxido de potássio (KOH); (b) oxidação e fermentação (O/F) ou crescimento anaeróbico; (c) hipersensibilidade (HR) em folhas de *Nicotiana tabacum*; (d) produção de enzima pectinolítica; (e) ativação de fosfatase redutora; (f) produção de enzima catalase; (g) produção de ácidos a partir de carboidratos e (h) redução de nitrato (NO_{3-}) em nitrito (NO_{2-}). Os testes foram todos conduzidos e as soluções preparadas segundo proposto por Schaad (2001).

O teste de Gram de Ryu ou teste de hidróxido de potássio (KOH) permite diferenciar as bactérias Gram-negativas das Gram-positivas. A solução formada por colônias bacterianas adicionadas ao hidróxido de potássio, por se tratar de uma solução alcalina, pode promover a lise da parede celular no caso das bactérias Gram-negativas, formando um muco contínuo quando se retira as amostras desta solução com o uso da alça de platina. No caso das bactérias Gram-positivas cuja parede é permeável devido à grossa camada de peptidoglicanos (Suslow *et al.*, 1982) não ocorre a lise e nem a formação do muco bacteriano.

Segundo Hugh & Leifson (1953), o teste de oxidação e fermentação realiza a separação das bactérias pela característica de tipo respiratório, podendo estas serem facultativas (fermentativas - OF), anaeróbicas restritas (F) ou aeróbicas restritas (oxidativas). Tal parte da caracterização bioquímica é importante pois permite distinguir o gênero *Erwinia*, que é uma bactéria anaeróbica facultativa (OF), das bactérias Gram-negativas aeróbicas (O), como as pertencentes aos gêneros *Xanthomonas* e *Pseudomonas* (Romeiro, 2005).

Posteriormente, realizou-se o teste de hipersensibilidade em fumo. Segundo Lozano & Sequeira (1970) o teste consiste na infiltração de células bacterianas em uma folha de

planta não hospedeira da doença, que na maioria dos casos é feita com folhas de fumo (*Nicotiana tabacum*). Por tanto, para a realização do mesmo foram utilizadas suspensões bacterianas formadas a partir de culturas ultrapuras de crescimento de colônias de bactérias obtidas e colocadas em tubos de ensaio com água destilada estéril à concentração de 3×10^8 unidades formadas de colônias (UFC). Após isso, a suspensão de cada um dos isolados separadamente foi infiltrada sob a epiderme da folha no espaço internerval da face inferior da folha de fumo, por meio de uma seringa hipodérmica de 5 mL e incubado por até 24 horas para a observação de lesões de defesa na folha da planta.

O protocolo de avaliação de produção de enzima pectinolítica permite identificar se os isolados bacterianos possuem ou não a capacidade de produzir enzima pectinolítica capaz de romper e quebrar a lamela média do fruto de pimentão (*Capsicum annuum Group*) e causar danos para o mesmo, como a podridão desse. Para realizá-lo, após o crescimento das colônias foi feita a raspagem com a utilização de um palito de madeira esterilizado de cada colônia bacteriana e inserido em um pimentão, deixando o material à temperatura ambiente em um recipiente a vácuo. Aguardou-se então o período de 24 horas para o surgimento dos sintomas de podridão do fruto. Para aqueles isolados em que houve a podridão, confirmou-se a capacidade dos isolados em produzir a enzima pectinolítica e causar danos.

Segundo Schaad (2001) o teste de fosfatase redutora mede a capacidade do microrganismo de produzir enzima fosfatase suficiente para quebrar a cadeia do difosfato de fenolftaleína. Para realizá-lo inicialmente foi fundido o meio de cultura nutriente ágar (NA) com Nistatina 0,50% em álcool e adicionado uma solução previamente esterilizada de fenolftaleína a 5% e distribuídos em placas de Petri. Após a inoculação dos isolados e a incubação dos mesmos a $28^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ em estufa BOD por 24 horas, todas esses foram expostos ao vapor de hidróxido de amônia (NH_3OH), pela adição de algumas gotas do mesmo em papel filtro e colocados por dentro da tampa da placa de Petri. Como conclusão do teste, foram considerados, após a adição de NH_3OH , fosfatase positivo os isolados que ficaram com a coloração vermelha ou rósea nas colônias, os demais foram considerados negativos.

Para o protocolo de produção de catalase o teste consiste na caracterização das bactérias que conseguem converter o peróxido de hidrogênio em oxigênio e água, onde a liberação do oxigênio é observada com a formação de bolhas. A função da catalase é remover o H_2O_2 tóxico resultante dos processos de oxidação e redução envolvendo oxigênio. Para isso, foram colocadas individualmente sobre uma lâmina microscópica colônias dos isolados bacterianos e posteriormente adicionado uma gota de peróxido de hidrogênio a 3% (H_2O_2) nas mesmas. Ao serem observadas a formação de bolhas de ar, indicativo de teste positivo para catalase, ou seja, o isolado consegue produzir a enzima.

Posteriormente, para a avaliação da produção de ácidos a partir de carboidratos o teste deve-se adicionar manitol ao meio de cultura próprio do procedimento. Esse foi

preparado na concentração de 15% e filtrados com o uso de uma membrana. No preparo do meio de cultura, corrigiu-se o pH para o valor 7,0 e separou-se em tubos de ensaio 5 mL para cada isolado bacteriano. Este teste é importante para detecção de possíveis rotas metabólicas diferentes entre as bactérias Gram-negativas e Gram-positivas.

Por fim, finalizando o protocolo de caracterização bioquímica dos isolados o teste de redução de nitrato (NO_3^-) em nitrito (NO_2^-) detecta a capacidade das bactérias de utilizarem o nitrato como um receptor final de elétrons final na sua cadeia respiratória. Nesta reação, o nitrato é reduzido para nitrito, que pode ser posteriormente reduzido para gás nitrogênio ou amônia. A redução é detectada pela adição do ácido sulfanílico e a base N-dimetil-alfanaftilamina, que se combinam com o nitrito para formar um composto vermelho, que indica a resposta positiva ao teste (Schaad, 2001). Após a incubação dos isolados e o crescimento de colônias bacterianas, os mesmos foram colocados em soluções líquidas próprias para a realização do teste e introduzidos os reagentes indicadores, ácido sulfanílico e N-dimetil-alfanaftilamina.

O desenvolvimento de uma coloração alaranjada a amarronzada indicou a presença de nitrito. Caso a coloração houvesse desaparecido dentro de minutos acrescentou-se o pó de zinco (Zn), agitando a solução após a introdução do mesmo. Feito isso, se a coloração alaranjada aparecesse, significaria que o nitrato existente foi reduzido pelo metal e reagiu com o reagente, portanto o resultado é negativo. Se a coloração não aparecer, isto indicou que o nitrato e o nitrito estão ausentes do meio e que a desnitrificação ocorreu, portanto o resultado é positivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de material vegetal de áreas de campo e viveiro apresentaram os principais sintomas visuais (Figura 1 e 2). No isolamento indireto foi possível observar o crescimento de massa bacteriana pura, composta de colônias amareladas e/ou esbranquiçadas de 39 isolados distintos, que foram armazenados na biblioteca do Laboratório de Patologia Florestal da Unesp, câmpus de Botucatu.



Figura 1 - Sintomatologia da doença em plantios de eucalipto em Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul. A) Arroxamento da nervura principal e B) Desfolha das árvores e seca de ramos e ponteiros.



Figura 2 - Sintomatologia da doença em minicepas e mudas de eucalipto em Andradina, São Paulo. A) Arroxamento de nervura e b) Necrose apical e arroxamento da nervura principal.

CONCLUSÕES

O primeiro teste realizado foi o de Gram de Ryu (teste de KOH) e comprovou-se que todos os isolados eram correspondentes a bactérias Gram-negativas, ou seja, causadoras de patogenicidade na cultura do eucalipto. Adiante, os resultados para o teste de fermentação e oxidação (O/F) mostraram o crescimento bacteriano em ambos os tubos de ensaio, com e sem óleo mineral como forma de vedação. Além disso, também foi possível perceber que houve o processo de fermentação em ambos os casos, com a mudança da coloração do meio de cultura utilizado de verde para amarelo. Tal fato confirmou que na maioria dos casos os isolados bacterianos estudados são fermentativos e oxidativos, ou seja, caracterização bactérias anaeróbicos facultativos (Figura 3). Apenas os isolados LPFG_016 e LPFG_036 diferiram desse resultado, crescendo em apenas um dos tubos de ensaio e não modificando a cor do meio de cultura.

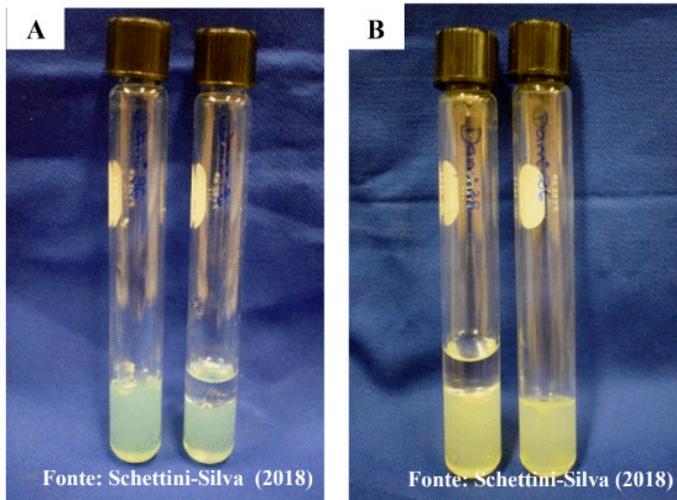


Figura 3 - Teste de oxidação e fermentação (O/F). A) No início do teste e B) Após 48 horas da realização.

Ademais, todos os isolados apresentaram respostas negativas a hipersensibilidade em folhas de fumo, ou seja, não foram capazes de formar lesões de defesa na planta causando a morte celular, como forma de proteção da mesma. Com relação a avaliação dos isolados para produção de enzima pectinolítica em pimentão, apenas o isolado LPFG_018 apresentou-se positivo ao teste, ou seja, ao ser introduzido no pimentão foi capaz de dissolver a lamela média do fruto e causar a podridão do material. Para os demais isolados a reação de produção de enzima pectinolítica foi negativa (Figura 4).

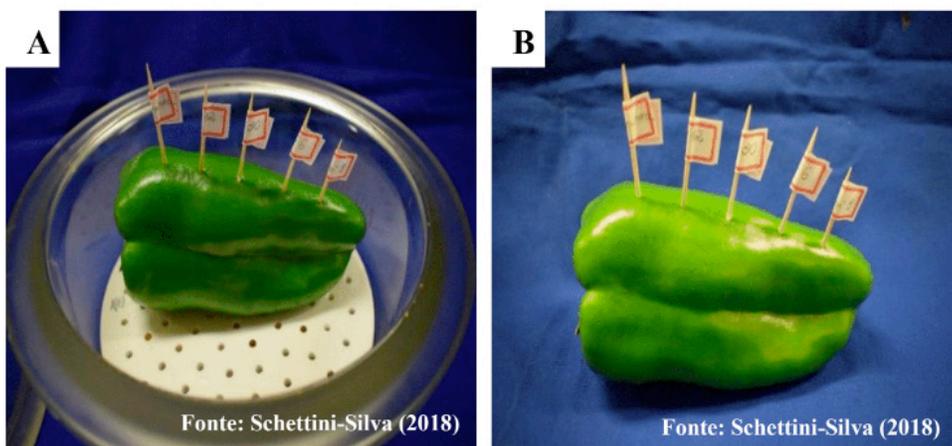


Figura 4 - Teste de produção de enzima pectinolítica em pimentão. A) Início do teste e B) Após 48 horas da inoculação das massas bacterianas.

Adiante, o teste de ativação de enzima fosfatase reductora mostrou-se positivo para a maioria dos isolados, mudando assim a coloração da bactéria de creme ou esbranquiçada para rosa, após a introdução de vapor de hidróxido de amônio (NH₄OH) nas mesmas. Apenas para o LPFG_019 o resultado diferiu das demais, mostrando-se ineficiente para a ativação da enzima após a introdução do hidróxido. Após a introdução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), confirmou-se que no caso da produção de enzima de catalase, todos os isolados bacterianos avaliados possuem esta capacidade, produzindo assim bolhas de oxigênio após o contato com o líquido.

Posteriormente, completando assim a lista dos testes bioquímicos a serem seguidos, todos os isolados apresentaram-se positivos para os testes de produção de ácidos a partir do manitol, bem como, foram capazes de reduzir nitrato em nitrito. Os dados obtidos a partir da realização dos oito testes para os quarenta e dois isolados bacterianos reativos serão apresentados na tabela abaixo (Tabela 1).

Isolado	Gram de Ryu	O/F	HR em fumo	Enzima pectinolítica	Fosfatase reductora	Catalase	Manitol	Nitrato a nitrito
LPFG_001	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_002	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_003	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_004	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_005	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_006	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_007	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_008	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_009	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_010	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_011	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_012	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_013	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

Isolado	Gram de Ryu	O/F	HR em fumo	Enzima pectinolítica	Fosfatase reductora	Catalase	Manitol	Nitrato a nitrito
LPFG_015	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_016	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_017	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_018	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_019	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_020	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_021	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_022	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_023	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_024	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_025	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_026	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_027	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_028	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_029	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_030	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_031	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_032	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_033	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_034	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_035	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_036	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_037	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
LPFG_038	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

LPFG_039	Gram-Negativa	O/F	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
----------	---------------	-----	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tabela 1 - Testes bioquímicos propostos por Schaad (2001) e os resultados encontrados para os isolados avaliados.

Assim, diante dos resultados percebe-se que, de maneira geral, os isolados bacterianos são Gram-negativos, positivos para os testes de oxidação e fermentação, fosfatase redutora, catalase, produção de ácidos a partir de carboidratos (manitol) e redutores de nitrato em nitrito. Além disso, mostram-se negativos aos testes de hipersensibilidade em fumo e produção de enzima pectinolítica em pimentão.

CONCLUSÃO

Concluiu-se então, de acordo com os testes bioquímicos descritos as bactérias avaliadas são, em grande maioria, pertencentes ao grupo das Enterobactérias. Nesse caso, descarta-se a possibilidade do patógeno ser *Ralstonia solacearum*, uma vez que esse se encontra no grupo das Betaproteobacterias. No caso dos isolados LPFG_018 e LPFG_036, os resultados diferem dos demais, podendo então dar indícios que se tratam de bactérias do grupo das Gammaproteobactérias.

O grupo das enterobactérias inclui diversas bactérias fitopatogênicas, como as do gênero *Brenneria*, *Dickeya*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Pantoea* e *Pectobacteria*. É o maior e mais variado grupo de bacilos Gram-negativos (Schaad, 2001). Segundo a literatura, apenas *Erwinia psidii* já foi descrita como causadora da seca de ponteiros de eucalipto no Brasil (Arriel *et al.*, 2014). De acordo com Coutinho *et al.* (2002) também foi possível encontrar *Pantoea eucalypti* causando o mesmo sintoma de necrose apical e seca de ponteiros em plantios de eucalipto na África do Sul. Sendo assim, os resultados bioquímicos então validam a necessidade de continuação dos estudos, através das ferramentas moleculares, a fim de descobrir à nível de gênero e espécie o patógeno estudado.

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador Luis Otávio Berian, pesquisador do Laboratório de Bacteriologia do Instituto Biológico de Campinas, por todo conhecimento repassado sobre o mundo das bactérias fitopatogênicas em plantas, principalmente na caracterização bioquímica do presente trabalho.

À empresa Eldorado Brasil, pela disponibilização das áreas e de seu corpo técnico para realização do trabalho.

Ao Laboratório de Patologia Florestal do Departamento de Proteção de Plantas da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP e ao Centro de Análises Genômicas

(Cagen) do Departamento de Genética da UNESP/Rubião Jr. de Botucatu.

REFERÊNCIAS

ARRIEL, D. A. A. et al., Wilt and die-back of *Eucalyptus* spp. caused by *Erwinia psidii* in Brazil. **Forest Pathology**. 44: 255-265. 2014.

COUTINHO et al., Bacterial blight and dieback of *Eucalyptus* species hybrids and clones in South Africa. **Plant Dis** 86:20-25. 2002.

HUGH, R. & LEIFSON E. The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various Gram-negative bacteria. **Journal Bacteriological** 66:24-26. 1953.

IBÁ. 2016. **Relatório Indústria Brasileira de Árvores**. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2016.pdf. Acesso em: 09 abr. 2019.

IBÁ, 2019. **Relatório Indústria Brasileira de Árvores**. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf> Acesso em: 05 nov. 2020.

IBÁ, 2020. **Relatório Indústria Brasileira de Árvores**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf> Acesso em: 05 nov. 2020

LOZANO, J.C. & SEQUEIRA, L. Differentiation of races of *Pseudomonas solanacearum* by leaf infiltration technique. **Phytopathology** 60:833-838. 1970.

MARQUES *et al.*, Seca de ponteiros da goiabeira causada por *Erwinia psidii*: níveis de incidência e aspectos epidemiológicos. *Rev Bras Frutic* 29: 488-493. 2007.

RODRIGUES NETO, J., ROBBS, C. F. & YAMASHIRO, T. A bacterial disease of guava (*Psidium guava*) caused by *Erwinia psidii* sp. nov. **Fitopatologia Brasileira** 12:345-350. 1987.

ROMEIRO, R.S. **Bactérias Fitopatogênicas**. 5ª ed. Viçosa-MG. Editora UFV. 417p. 2005.

SCHAAD N. W., JONES J. B., CHUN W. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society Press. **Plant Pathology**. 50: 812-814. 2001.

SUSLOW, T.V., SCHROTH M.N. & ISAKA, M. Application of a rapid method for Gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. **Phytopathology** 72:917-918. 1982.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amostragem 84, 120, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 132, 134, 136, 137, 138, 139

Araucária 120, 132, 133, 140

B

Bactéria 51, 54, 59

Biodiversidade 76, 104, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 161, 171, 182, 191, 192

Biomassa 8, 9, 12, 13, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141

Biometria 20, 25

Bosque natural 106

C

Caatinga 2, 6, 9, 24, 25, 75, 76, 77, 78, 89, 90, 91, 92, 93, 133

Clone 8, 9, 12, 13, 154

Crescimento 1, 3, 4, 6, 9, 11, 13, 15, 26, 46, 52, 54, 55, 56, 57, 104, 105, 134, 139, 162, 163

D

Densidade 1, 4, 7, 9, 26, 31, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 76, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 132, 134, 149, 150, 151, 152, 154, 161

E

Ecologia da paisagem 182, 191, 192

Ecossistema 130, 133, 134, 143

Espaçamento 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 31

Estrutura horizontal 76, 79, 82

Estrutura vertical 80, 85

F

Fisiologia 14, 20, 21

Fitossociologia 76, 92

Floresta 1, 6, 7, 9, 13, 24, 76, 89, 91, 92, 93, 104, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 161, 182, 192

Floresta amazônica 142, 143, 148

Floresta ombrófila mista 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133,

134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

G

Geadas 31, 64

Genética 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 62, 64

Germinação 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 89, 90, 134, 154

Gestão territorial 182

H

Hidrologia florestal 162

M

Madeira 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 21, 34, 46, 52, 55, 78, 89, 132, 134, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161

Manejo de bacias hidrográficas 162

Mata atlântica 93, 121, 133, 182

Meio ambiente 6, 12, 13, 75, 76, 92, 93, 142, 145, 146, 166, 170, 192

Melhoramento genético 6, 27, 28, 47, 64

Método botanal 120, 122, 123, 124, 125, 127, 131, 132, 135, 141

Mortalidade 28

Mudas 20, 21, 51, 52, 53, 57, 169

P

Plantio 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 53

Plântulas 16, 18, 23

Polimorfismo 64

Política florestal 142

Proteção florestal 52

R

Recursos hídricos 6, 12, 92, 93, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Regeneração 21, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

S

Sementes 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 89, 90, 154

Sensoriamento remoto 75, 182

Serapilheira 6, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 134

Silvicultura 6

T

Tecnologia da madeira 151

Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Conceitos e Conhecimentos de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica em Engenharia Florestal

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021