



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 Cremo

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. Adailson 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. Alexandro 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 Andreza 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

CAPÍTULO 7

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

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 30/10/2020

Leandro de Siqueira

Itapetininga, São Paulo, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8117124444025513>

Marcos Rafael Amâncio

International Paper do Brasil LTDA
Mogi Guaçu, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1221585185653756>

Evandro Vagner Tambarussi

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Irati, PR, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3021997145272130>
<http://orcid.org/0000-0001-9478-5379>

Lucas Fernandes Rocha

Faculdade de Ciências Agrônômicas
Botucatu, São Paulo, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/1499134273942358>

Alexandre Techy de Almeida Garrett

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Irati, PR, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3414330479552770>

Daniel Barletta Sulis

North Carolina State University, Forest Biotech
Group
Raleigh, North Carolina, United States of
America
<http://lattes.cnpq.br/3354857707701735>

Andrea Nogueira Dias

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Irati, PR, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9012244052533262>

ABSTRACT: The genus *Eucalyptus* and *Corymbia* comprises species planted worldwide, thus genetic characterization of eucalypt species has raised the interest from many researchers. The aim of this study is to analyze the evolutionary dynamics and phylogeny of nine cold-tolerant eucalypt species sequencing the JLA region of chloroplast DNA. We found a total of 175 mutations, most classified as single nucleotide polymorphism (SNPs). The species *Eucalyptus badjensis* and *Eucalyptus benthamii* presented a identical insertion of 25-bp, whereas *Eucalyptus platyphylla*, *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus robusta* presented a mutation of 28 bp. We also found a high mutation rate in *Corymbia torelliana* and *Corymbia eximia*, presenting large taxonomic differences with the genus *Eucalyptus*. Phylogenetic analysis revealed three different phylogeographic groups, being *C. torelliana* in a different group. The JLA region was informative for polymorphisms, becoming an important tool as a molecular marker. Therefore, these results may be very useful for genetic breeding and conservation genetics programs.

KEYWORDS: SNPs, polymorphism, in silico analysis, frost.

ANÁLISE DE SEQUENCIAS CLOROPLASTIDIAIS DE ESPÉCIES DE *EUCALYPTUS* E *CORYMBIA* TOLERANTES AO FRIO

RESUMO: Os gêneris *Eucalyptus* e *Corymbia* compreendem espécies plantadas por todo o mundo, portanto, a caracterização genética de espécies de eucalipto tem despertado o interesse de muitos pesquisadores. O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica evolucionária e a filogênia de nove espécies de eucalipto tolerantes ao frio sequenciando a região JLA do DNA cloroplastidial. Encontramos um total de 175 mutações, em sua maioria classificadas como polimorfismo de único nucleotídeo, single nucleotide polymorphism (SNPs). As espécies *Eucalyptus badjensis* e *Eucalyptus benthamii* apresentaram uma inserção idêntica de 25-bp, enquanto *Eucalyptus platyphylla*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus robusta* apresentaram uma mutação de 28 bp. Também identificamos uma alta taxa de mutação em *Corymbia torelliana* e *Corymbia eximia*, as quais apresentaram ampla diferença taxonômica em relação ao gênero *Eucalyptus*. A análise filogenética revelou três grupos filogeográficos distintos, sendo *C. torelliana* em um grupo a parte. A região JLA foi informativa para polimorfismos, tornando-se uma importante ferramenta como marcador molecular. Assim, os resultados desta pesquisa podem ser muito úteis para programas de melhoramento genético e genética conservacionista.

PALAVRAS-CHAVE: SNPs, polimorfismo, análise in silico, geada.

1 | INTRODUCTION

The genus *Eucalyptus* corresponds to the most widely planted trees for tropical and subtropical climates around the world by its fast growth, plasticity and wood characteristics (Keane et al. 2000, Santos et al. 2019). Eucalypts are a group of trees belonging to the Myrtaceae botanical family, which contains the genera *Angophora*, *Eucalyptus* and *Corymbia*. The three genus contain 700 species, with the majority native from Australia, but they are also presented at a lower frequency in New Guinea, Indonesia, and the Philippines. The adaptation of *Eucalyptus* species to many edaphic and geographic conditions, due to phenotypic and genotypic plasticity (Prober et al. 2016). Across the world, the *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus pellita*, and their hybrids are the most of the planted species, representing more than 90% of the total *Eucalyptus* planted forests (Stanturf et al. 2013). Likewise, the genus *Corymbia* is closely related to the genus *Eucalyptus*, which is highly used in commercial plantations mainly because they are indicated to different soil and climatic conditions (McMahon et al. 2010). In the regions of occurrence of *Corymbia* spp. the incidence of frosts is maily low to moderate (Boland et al. 2006).

Generally, the eucalypt species are intensively cultivated due to their easy adaptation, rapid growth and wood quality for cellulose, fiber panels, and charcoal production. Several species has been cultivated because its tolerance for extreme biotic and abiotic conditions, such as frosts, dries and fires (Hiwale 2015). According to the Brazilian Tree Industry (IBÁ

2019), the planted tree sector generated around US\$ 2.51 billion of revenue in federal, state and municipal taxes in Brazil, which corresponds to 0.9% of the total Brazilian Gross Domestic Product (GDP). Additionally, during the same period, the planted forests in Brazil totaled 7.84 million hectares (ha), representing an increase of 0.5% when compared to 2015, due exclusively to the increase of *Eucalyptus* plantations. This total area of planted forests corresponds to almost 1% of the Brazilian territory, occupying 5.67 million ha of *Eucalyptus* planted areas. Therefore, considering the economic and ecological relevance coupled to the social concerns of eucalypti species, and the limited number of species adopted in some regions of Southern Brazil due to frosts (Wreger et al. 2017), genetic studies are essential to improve our comprehension regarding the characteristics of these species.

Currently, the *Eucalyptus grandis* genome is commonly used as a reference in genetic studies for *Corymbia* and *Eucalyptus* species (Butler et al. 2017; Nascimento et al. 2017; Butler et al. 2018). However, the efficiency of using this data will depend on the similarities on genome structure of the species (Butler et al. 2017). For this purpose, the J_{LA} region of the plastid genome of plant species is commonly used as a tool for genetic studies. The J_{LA} region is an intergenic spacer that is found in one side of the chloroplast genome junctions, located between the LSC and IR regions, which has been used in molecular studies in *Eucalyptus* species because of the hypervariability of this chloroplast DNA region (Vaillancourt and Jackson 2000). These markers are informative for evolutionary studies among plants since they contain high polymorphism rates and conserved regions (Healey et al. 2018). Furthermore, previous studies of eucalypti species have already proven the relevance of chloroplast DNA for phylogenetic analysis (Sale, et al. 1996), genetic population structure (Jackson et al. 1999, McKinnon et al. 1999), and evolutionary studies (Jackson et al. 1999). Therefore, additional comprehension of genetic parameters is essential to go further in the current research status quo, improving the knowledge about population genetics and potentially use it for genetic breeding

Nonetheless, stagnation in the improvement in *Eucalyptus* volumetric growth is expected (Castro et al. 2016), which reinforces the substantial importance of genetics investigations to ensure the success of the forest breeding programs, and the better phylogeny comprehension of the species (Vaillancourt and Jackson 2000). Therefore, the aims of this study were: i) sequence the J_{LA} region of the chloroplast plastid (cpDNAs) of cold-tolerant *Eucalyptus* and *Corymbia* species; ii) characterize this region by identifying polymorphisms in cpDNAs and iii) perform phylogenetic analyzes of the species studied based on the JLA region.

2 | MATERIAL AND METHODS

2.1 Seedlings growing and in silico analysis

Young leaves were collected from seven *Eucalyptus* and two *Corymbia* species germinated from seeds provided by the Forestry Science and Research Institute (IPEF-Brazil) (Table 1).

Species	cpDNA Size (bp)
<i>Eucalyptus benthamii</i> Maiden et Cabbage	589
<i>Eucalyptus badjensis</i> Beuzev. & Welch	583
<i>Corymbia eximia</i> (Schauer) K. D. Hill & L. A. S. Johnson	552
<i>Eucalyptus robusta</i> Smith	582
<i>Eucalyptus platyphylla</i> F. Mueller	585
<i>Eucalyptus doratoxylon</i> F. Mueller	556
<i>Eucalyptus leptophleba</i> F. Mueller	545
<i>Eucalyptus tereticornis</i> Smith	584
<i>Corymbia torelliana</i> (F. Mueller) K. D. Hill & L. A. S. Johnson	558

Table 1. Description of the *Eucalyptus* and *Corymbia* species used in the study and size of the chloroplastidial DNA samples

All species studied are cold toleran and therefore highly important to cold regions with the occurrence of frosts. Subsequently, the seeds were germinated in plastic tubes containing commercial substrate composed of a mixture of pine bark and vermiculite, under 50% shading in the tree nursery located at the Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Irati, Paraná state, Brazil.

2.2 Molecular analysis

Young leaf tissues (0.1 g) of the one individual for each specie were used to DNA extraction according to the hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) protocol (Doyle and Doyle 1990). The cpDNA of J_{LA} region were amplified by PCR, using specific primers cpDNAs (comprising the *rpl2-trnH* intergenic spacer). The primers used for J_{LA} region amplification were: *psbAF* 5'-GTTATGCATGAACGTAATGCTC-3' and *trnHR* 5'-CGCGCATGGTGGATTACAAATC-3' (Sang 1997). Amplification reactions were conducted in 50 mL final volume containing 5 mL of polymerase buffer *Taq* 10x (*Invitrogen*), 2 mL of *Taq* polimerase in 200 mM of each dNTP, 2 mM of $MgCl_2$, 100 mg.mL⁻¹ of BSA (bovine serum albumin), 10 rmoL of each *primer* and 20 ng of genomic DNA from each specie.

The PCR amplifications were performed in a 9700 GeneAmp thermal cycler (Applied

Biosystems). The cycles consisted of initial denaturation stage at 94 °C for 2 min, followed by 35 cycles at 94 °C for 1 min, 51 °C for 1 min, 72 °C for 1 min, and a final extension at 72 °C for 5 min. The quality of the amplification products was verified by electrophoresis on 0.8% agarose gel in 1x TAE buffer for 40 min at 80 V and colored using ethidium bromide. The fragments were visualized using a UV light source and photographed with a Kodak™ Digital camera. We used a 1 kb molecular marker (Invitrogen) to estimate the size of the amplification products. The PCR products were purified using the GFX™ PCR and Amersham Biosciences Gel Band purification kit and then quantified using the known weight pGEM standard. The sequencing was performed on an ABI 3100 automated sequencer (Applied Biosystems) using the DYnamic™ kit (Amersham Biosciences). Each PCR was sequenced using primers from GenBank database for the *psbA* region (5'-AGACGGTTTTCRGTGC-3') using the same amplification parameters used for the J_{LA} region.

2.3 Data analysis

In order to create the J_{LA} sequences, the PCR products were sequenced and aligned using ClustalW v1.8 (<http://www.clustal.org/clustal2/>). The exact position of the IR/LSC junctions was determined by DNA sequencing of the J_{LA} regions for all samples. A comparative analysis was performed for the junction of the J_{LA} region using the sequence previously developed for *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Vaillancourt and Jackson 2000).

2.4 Phylogenetic analyses

Phylogenetic relationships were estimated applying the maximum likelihood method using *PhyML* (<http://www.atgc-montpellier.fr/phyml/>). Additionally, the Bayesian inference was estimated using *MrBayes* (<http://morphbank.ebc.uu.se/mrbayes>) for 22 models proposed by Kimura (1981). We used the Akaike Information Criterion (AIC) to select the distribution model (Kelchner and Thomas 2007) with better estimations using *jModeltest* (<http://darwin.uvigo.es>). The AIC is based on the concept of entropy, allowing the development of a reliable measurement of the information lost when using a model to describe reality (Akaike 1977). This method analyzes the trade-off between the model fit and complexity to achieve the best predictive ability. Therefore, we considered the lowest value of AIC to perform the selection of the best model. To construct the phylogenetic tree the species *Cedrus deodara* and *Juniperus virginiana* were used as outgroups.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

The J_{LA} region of the chloroplast DNA presented a total of 175 mutations among species, corroborating that J_{LA} region is considered effective to detect polymorphisms on *Eucalyptus* and *Corymbia* species, being polymorphisms commonly found in non-coding regions of the chloroplast (Andrade et al. 2018). The presence of two *Corymbia* species

SNPs are highly abundant in the different kinds of genomes. Surprisingly, we found a more frequent presence of transversions compared to transition variations that seems to be the most common SNPs class in plant genomes (Zhao et al. 2019).

Studies of chloroplastial DNA showed intraspecific polymorphisms and related haplotypes of eucalypti species among *Symphyomyrtus* (Jackson et al. 1999, Vaillancourt and Jackson 2000) and *Monocalyptus* (McKinnon et al. 1999, Wheeler and Byrne 2006) subgenera as well. In other study, Bayly et al. (2013) observed about 1000 insertions and deletions for different genera of the eucalypti group, where 25% were variations in lengths of mononucleotide repeats and 48% were single or multiple duplications of flanking regions.

Mutations are involved in evolutionary processes, inducing genetic diversity (Ulukapi and Nasircilar 2018) and are important to phylogeny studies, as demonstrated in the pioneering study by Vaillancourt et al. (2000). Additionally, there was a huge presence of indels for the species *E. badjensis*, for which was observed insertions of base pairs as well, confirming the presence of mutations in this species. Besides that, the polymorphisms observed for the species in this study can be applied in the development of cpDNA markers, as they are a promising tool for phylogenetic analyses, breeding, and conservation programs (Andrade et al. 2018).

Of the 22 models adjusted, the model TPM1uf (Kimura 1981) was selected to estimate the phylogenetic tree because the lowest AIC value, indicating that the model provides an error distribution with the smallest variation from the original patterns. We also used two species from different genus (*Cedrus deodara* and *Juniperus virginiana*) in order to perform a comparison between contrasting individuals. Therefore, the TPM1uf model organized different groups according to the genetic variation. As expected, *C. deodara* and *J. virginiana* diverged in two different groups because of the genetic distance compared to the others. We noticed the prominence of *C. torelliana* in a separate group from the other species (Figure 2). The distance among species in the dendrogram showed in Figure 2 reflected their geographical distribution in Australia (Figure 3).

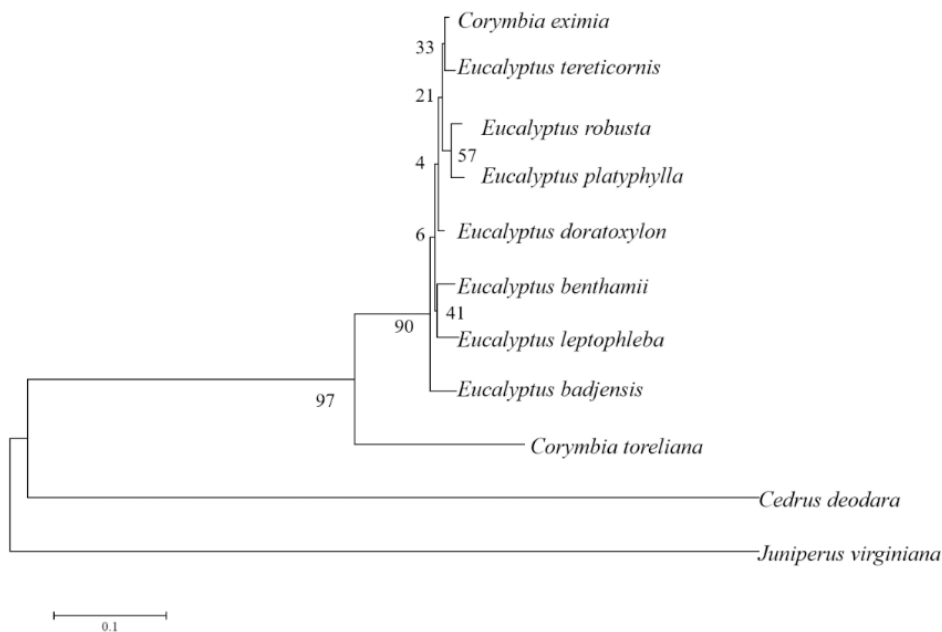


Figure 2. Phylogenetic tree constructed and implemented with the model TPM1uf (Kimura 1981) for the *Eucalyptus* and *Corymbia* species evaluated in this study, with *Cedrus deodara* and *Juniperus virginiana* as outgroups.

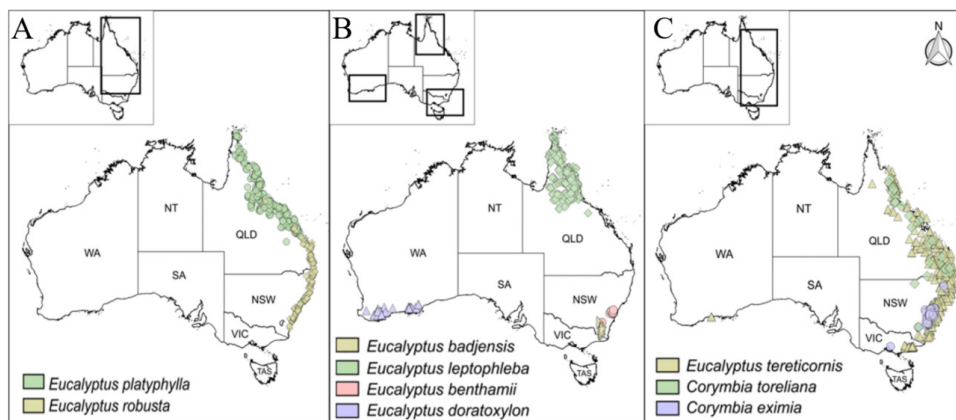


Figure 3. Geographic distribution of the species: (A) *Eucalyptus platyphylla* and *Eucalyptus robusta*. (B) *Eucalyptus badjensis*, *Eucalyptus leptophleba*, *Eucalyptus benthamii* and *Eucalyptus doratoxylon*. (C) *Eucalyptus tereticornis*, *Corymbia torelliana* and *Corymbia eximia*.

The large taxonomic differences within eucalypt species caused a new classification of the genus. Furthermore, the change from *Eucalyptus* to *Corymbia* was created to encompass 133 eucalypt species. Therefore, the presence of *C. torelliana* in a separate clade, while *C. eximia* was paraphyletic with *Eucalyptus* species can be a result of mutation

process, in contrast with the observed by Bayly et al. (2013) and Schuster et al. (2018). Besides that, the difference may be due to their different taxonomic levels as adopted by Schuster et al. (2018), that considered *C. eximia* in the subgenus *Blakella* section *Naviculares* *C. torelliana* in the subgenus *Blakella* section *Torellianae*, being the former monophyletic. Furthermore, based on chloroplastial sequences, Bayly et al. (2013) observed different nodes on phylogenetic analysis according to the origin region of the *Eucalyptus* species.

Speciation is an evolutionary process that is considered for evolutionary and conservation studies (Wang et al. 2017), however, assessing how species are formed and identifying these processes still remain major challenges. The changes caused by speciation occur slowly and the inferences of each speciation are generally made from pre-specified patterns. Considering that the occurrence of some species evaluated in this study is in adjacent and concomitant areas, it suggests a parapatric speciation, which occurs in a continuous environment where divergent species are adjacently and staggered distributed or with phenological differences (Foster et al. 2007). Such specification has already been suggested for *Eucalyptus* species (Healey et al. 2018). Another example that can be interpreted this way is seen by Williams and Potts (1996), that observed phenotypic contrasts for eucalypti species from sea level to the mountainous regions in Tasmania, Australia, observing hybrid zones with intermediate phenotypes of different species.

Another possible process that may have occurred is the sympatric speciation, that occurs for species distributed in overlapping areas where the gene flow is occurring, generating infertile hybrids from a single ancestral (Foote 2018). However, the hybrids fertility is restored by chromosomal number duplication, allowing the chromosomes pairing and meiosis, generating then fertile hybrids. Additionally, diploid hybridization can also culminate in speciation without polyploid events. It must also be considered the occurrence of different evolutionary mechanisms simultaneously (Rutherford et al. 2018).

In conclusion, the small chloroplast J_{LA} region proved to be informative for polymorphism and suitable for phylogeny and evolutionary studies of *Eucalyptus* and *Corymbia* species. Moreover, the information provided by the J_{LA} analysis can be adopted in plant breeding programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. Evandro V. Tambarussi is supported by CNPq research fellowships (Project: 304899/2019-4).

REFERENCES

AKAIKE, H. On entropy maximization principle. In: KRISHNAIAH, P.R. (eds) **Applications of statistics**. Amsterdam: North-Holland, 1977, p. 27-41.

ANDRADE, M.C.; PEREK, M.; PEREIRA, F.B.; MORO, M; TAMBARUSSI, E.V. **Quantity, organization, and distribution of chloroplast microsatellites in all species of Eucalyptus with available plastome sequence.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.18, n. 1, p. 97-102, 2018.

BAYLY, M.J.; RIGAULT, P.; SPOKEVICIUS, A.; LADIGES, P.Y.; ADES, P.K.; ANDERSON, C.; BOSSINGER, G.; MERCHANT, A.; UDOVICIC, F.; WOODROW, I.E.; TIBBITS, J. **Chloroplast genome analysis of Australian eucalypts – *Eucalyptus*, *Corymbia*, *Angophora*, *Allosyncarpia* and *Stockwellia* (Myrtaceae).** Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 69, n.3, p. 704-716, 2013.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; MCDONALD, M.W.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia.** Collingwood: CSIRO publishing, 2006. 769 p.

BUTLER, J.B.; FREEMAN, J.S.; POTTS, B.M.; VAILLANCOURT, R.E.; GRATTAPAGLIA, D.; SILVA-JUNIOR, O.B.; SIMMONS, B.A.; HEALEY, A.L.; SCHMUTZ, J.; BARRY, K.W.; LEE, D.J.; HENRY, R.J.; KING, G.J.; BATEN, A.; SHEPHERD, M. **Annotation of the *Corymbia* terpene synthase gene family shows broad conservation but dynamic evolution of physical clusters relative to *Eucalyptus*.** Heredity, v. 121, n. 1, p. 87-104, 2018.

BUTLER JB, VAILLANCOURT RE, POTTS BM, LEE DJ, KING GJ, BATEN A, SHEPHERD M AND FREEMAN JS. **Comparative genomics of *Eucalyptus* and *Corymbia* reveals low rates of genome structural rearrangement.** BMC Genomics, v. 18, n. 397, p. 1-13, 2017.

CASTRO, C.A.O.; RESENDE, R.T.; BHERING, L.L.; CRUZ, C.D. **Brief history of *Eucalyptus* breeding in Brazil under perspective of biometric advances.** Ciência Rural, v. 46, n. 9, p. 1585-1593, 2016.

CHAGNÉ, D.; BATLEY, J.; EDWARDS, D.; FORSTER, J.W. Single Nucleotide Polymorphism Genotyping in Plants. In: ORAGUZIE, N.C.; RIKKERINK, E.H.A.; GARDINER, S.E.; DE SILVA, H.N. (eds) **Association Mapping in Plants.** New York: Springer, 2007, p. 77-94.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. **Isolation of plant DNA from fresh tissue.** Focus, v. 12, p. 13-15, 1990.

FOSTER, S.A.; MCKINNON, G.E.; STEANE, D.A.; POTTS, B.M.; VAILLANCOURT, R.E. **Parallel evolution of dwarf ecotypes in the forest tree *Eucalyptus globulus*.** New Phytologist, v. 175, n. 2, p. 370-380, 2007.

FOOTE, A.D. **Sympatric speciation in the genomic era.** Trends in ecology & evolution, v. 33, n. 2, p. 85-95, 2018.

HEALEY, A.; LEE, D.J.; FURTADO, A.; HENRY, R.J. **Evidence of inter-sectional chloroplast capture in *Corymbia* among sections *Torellianae* and *Maculatae*.** Australian Journal of Botany, v. 66, n. 5, p. 369-378, 2018.

HIWALE, S. *Eucalyptus* (*Eucalyptus* sp.). In: **Sustainable Horticulture in Semiarid Dry Lands.** New Delhi: Springer, 2015, p. 301-309.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual 2019.** Brasília: IBA, 2019. 80 p.

JACKSON, H.D.; STEANE, D.A.; POTTS, B.M.; VAILLANCOURT, R.E. **Chloroplast DNA evidence for reticulate evolution in Eucalyptus (Myrtaceae)**. *Molecular Ecology* v. 8, n. 5, p. 739-751, 1999.

KEANE, P.J.; KILE, G.A.; PODGER, F.D.; BROWN, B.N. **Diseases and pathogens of eucalypts**. Collingwood: CSIRO publishing, 2000. 523 p.

KELCHNER, S.A.; THOMAS, M.A. **Model use in phylogenetics: nine key questions**. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 22, p. 87–94, 2007.

KIMURA, M. **Estimation of evolutionary distances between homologous nucleotide sequences**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 78, n. 1, p. 454-458, 1981.

MCKINNON, G.E.; VAILLANCOURT, R.E.; JACKSON, H.D.; POTTS, B.M. **Chloroplast Sharing in the Tasmanian Eucalypts**. *Evolution*, v. 55, n. 4, p. 703-711, 2001.

MCPMAHON, L.; GEORGE, B.; HEAN, R. ***Corymbia maculata*, *Corymbia citriodora* subsp. *variegata* and *Corymbia henryi***. PRIMEFACT 1073, New West Wallis, p. 1-4, 2010.

MORGIL, H.; GERCEK, Y.C.; TULUM, I. Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in Plant Genetics and Breeding. In: CALISKAN, M.; EROL, O.; ÖZ, G.C.C. (eds) **Genetic Polymorphisms**. London: IntechOpen, 2020, p. 1-12.

NASCIMENTO, L.C.; SALAZAR, M.M.; LEPIKSON-NETO, J.; CAMARGO, E.L.O.; PARREIRAS, L.S.; PEREIRA, G.A.G.; CARAZZOLLE, M.F. **EUCANEXT: an integrated database for the exploration of genomic and transcriptomic data from Eucalyptus species**. *Database*, 2017(bax079), p. 1-12, 2017.

PROBER, S.M.; POTTS, B.M.; BAILEY, T.; BYRNE, M.; DILLON, S.; HARRISON, P.A.; HOFFMANN, A.A.; JORDAN, R.; MCLEAN, E.H.; STEANE, D.A.; STOCK, W.D.; VAILLANCOURT, R.E. **Climate adaptation and ecological restoration in eucalypts**. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, v. 128, n. 1, p. 40-53, 2016.

RUTHERFORD, S.; ROSSETTO, M.; BRAGG, J.G.; MCPHERSON, H.; BENSON, D.; BONSER, S.P.; WILSON, P.G. **Speciation in the presence of gene flow: population genomics of closely related and diverging Eucalyptus species**. *Heredity*, v. 121, p. 2, p. 126-141, 2018.

SALE, M.M.; POTTS, B.M.; WEST, A.K.; REID, J.B. **Relationships within Eucalyptus (Myrtaceae) using PCR-amplification and southern hybridisation of chloroplast DNA**. *Australian Systematic Botany*, v. 9, n. 3, p. 273-282, 1996.

SANG, T.; CRAWFORD, D.; STUESSY, T. **Chloroplast DNA phylogeny, reticulate evolution, and biogeography of *Paeonia* (Paeoniaceae)**. *American Journal of Botany*, v. 84, n. 8, p. 1120-1120, 1997.

SANTOS, B.M. dos; ZIBRANDTSEN, J.F.S.; GUNBILIG, D.; SØRENSEN, M.; COZZI, F.; BOUGHTON, B.A.; HESKES, A.M.; NEILSON, E.H.J. **Quantification and Localization of Formylated Phloroglucinol Compounds (FPCs) in Eucalyptus Species**. *Frontiers in Plant Science* v. 10, n. 186, p. 1-14, 2019.

STANTURF, J.A.; VANCE, E.D.; FOX, T.R.; KIRST, M. **Eucalyptus beyond its native range: Environmental issues in exotic bioenergy plantations**. *International Journal of Forestry Research* v. 2013, n. 2, p. 1-5, 2013.

SCHUSTER, T.M.; SETARO, S.D.; TIBBITS, J.F.G.; BATTY, E.L.; FOWLER, R.M.; MCLAY, T.G.B.; WILCOX, S.; ADES, P.K.; BAYLY, M.J. **Chloroplast variation is incongruent with classification of the Australian bloodwood eucalypts (genus *Corymbia*, family Myrtaceae)**. PLoS ONE, v. 13, n. 4, e0195034, 2018.

ULUKAPI, K.; NASIRCILAR, A.G. Induced mutation: creating genetic diversity in plants. In: EL-ESAWI, M.A. (eds) **Genetic Diversity in Plant Species-Characterization and Conservation**. London: IntechOpen, 2018, p. 41-55.

VAILLANCOURT, R.E.; JACKSON, H.D. **A chloroplast DNA hypervariable region in eucalypts**. Theoretical and Applied Genetics, v. 101, n. 3, p. 473-477, 2000.

WANG, J.; AI, B.; KONG, H.; KANG, M. **Speciation history of a species complex of *Primulina eburnea* (Gesneriaceae) from limestone karsts of southern China, a biodiversity hot spot**. Evolutionary Applications, v. 10, n. 9, p. 919-934, 2017.

WHEELER, M.A.; BYRNE, M. **Congruence between phylogeographic patterns in cpDNA variation in *Eucalyptus marginata* (Myrtaceae) and geomorphology of the Darling Plateau, south-west of Western Australia**. Australian Journal of Botany, v. 54, n. 1, p. 17-26, 2006.

WILLIAMS, K.J.; POTTS, B.M. **The natural distribution of *Eucalyptus* species in Tasmania**. Tasforests, v. 8, p. 39-165, 1996.

WREGER, M.S.; CARAMORI, P.H.; FRITZSONS, E.; PARTALA, A.; CHRISTENSEN, G.L. **AGROCLIMATIC ZONING FOR EUCALYPTUS IN THE STATE OF PARANÁ AND THE NEW SCENARIOS DEFINED BY GLOBAL CLIMATE CHANGE**. REVISTA GEAMA, V. 3, N. 4, 216-228, 2017.

ZHAO, Y.; WANG, K.; WANG, W.; YIN, T.; DONG, W.; XU, C. **A high-throughput SNP discovery strategy for RNA-seq data**. BMC Genomics, v. 20, n. 160, p. 1-10, 2019.

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