

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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/Seccional 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. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia 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
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E55 Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3 /
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 978-65-5706-963-9

DOI 10.22533/at.ed.639211404

1. Engenharia Florestal. 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 prazer que apresentamos o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 10 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados com diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas à viabilidade de sementes, biopromotores, propagação vegetativa e crescimento e desenvolvimento de mudas. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas relacionados aos serviços ecossistêmicos, restauração florestal e mudança climática. Em uma terceira parte, os trabalhos referem-se a gestão florestal, manejo florestal, manejo de povoamentos e seleção de indivíduos arbóreos. E finalizando, em uma quarta parte, com trabalhos voltados aos processos produtivos e transformação de matéria-prima de produtos não madeireiros. Desta forma, o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” apresenta relevantes resultados realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino e pesquisa, por compartilharem 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

APLICAÇÃO DE BIOPROMOTORES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Handroanthus impetiginosus* mart

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Luana Rodrigues Vieira

Walmer Bruno Rocha Martins

Luan Lucas Ferreira Baia

Ricardo Christin Lobato Machado

Wendell José Barbosa Silva Filho

Luana Vanessa da Silva Chaves

Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6392114041

CAPÍTULO 2..... 9

ENVELHECIMENTO ACELERADO: INFLUÊNCIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) MATTOS

João Lucas Sauma Alvares

Dênmore Gomes de Araujo

Elson Junior Souza da Silva

Denner Roberto Sacramento dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.6392114042

CAPÍTULO 3..... 16

ESTABELECIMENTO DA TECNOLOGIA DE CULTIVO *IN VITRO* PARA ESPÉCIES FLORESTAIS

Márcia Aparecida Novaes Gomes

Daniel Bruno Ferreira

Bruna Cristiane Pontes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.6392114043

CAPÍTULO 4..... 28

AS FLORESTAS URBANAS E PERIURBANAS COMO ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Verônica Boarini Sampaio de Rezende

Elaine Aparecida Rodrigues

Edgar Fernando de Luca

Luis Alberto Bucci

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Kátia Mazzei

DOI 10.22533/at.ed.6392114044

CAPÍTULO 5..... 41

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES: INDICADORES DA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO DE BAUXITA NA AMAZÔNIA

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Walmer Bruno Rocha Martins

Victor Pereira de Oliveira
Gracialda Costa Ferreira
Victor Moreira Barbosa
Francisco de Assis Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6392114045

CAPÍTULO 6..... 54

**A GESTÃO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA PREVENÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO:
SILVICULTURA E PASTOREIO NA REDUÇÃO DA BIOMASSA COMBUSTÍVEL**

Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca
Filipa Conceição Silva Torres Manso
Cláudia Manuela da Silva Martins
Marina Meca Ferreira de Castro

DOI 10.22533/at.ed.6392114046

CAPÍTULO 7..... 72

**REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO DE COPA DE
Calophyllum brasiliense Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurílio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Marcos Vinicius Giongo Alves
Yandro Santa Brigida Ataíde
André Ferreira dos Santos
Augustus Caesar Franke Portella

DOI 10.22533/at.ed.6392114047

CAPÍTULO 8..... 87

**RELAÇÃO MORFOMÉTRICA E DE COMPETIÇÃO PARA O MANEJO DE *Calophyllum
brasiliense* Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurílio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Yasmin de Andrade Ramos
André Ferreira dos Santos
Augustus Caesar Franke Portella
Max Vinicius Reis de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.6392114048

CAPÍTULO 9.....	101
MODIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRA E SISAL POR TRATAMENTO ALCALINO	
Elizeth Neves Cardoso Soares	
José Benedito Guimarães Junior	
DOI 10.22533/at.ed.6392114049	
CAPÍTULO 10.....	107
PRODUÇÃO DE PAINÉIS MDP COM DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULAS LIGNOCELULOSICAS	
Erick Chagas Mustefaga	
Fernando Rusch	
Éverton Hillig	
DOI 10.22533/at.ed.63921140410	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	121
ÍNDICE REMISSIVO.....	122

CAPÍTULO 8

RELAÇÃO MORFOMÉTRICA E DE COMPETIÇÃO PARA O MANEJO DE *Calophyllum brasiliense* Cambess

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 30/01/2021

Maria Cristina Bueno Coelho

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0003-0409-0624>

Marcos Vinicius Cardoso Silva

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0003-4507-0961>

Caroline Cardoso Gama

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-3274-232X>

Bruno Aurélio Campos Aguiar

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-4897-9807>

Maurilio Antonio Varavallo

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-9113-296X>

Mathaus Messias Coimbra Limeira

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-3061-6004>

Mauro Luiz Erpen

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-5144-6665>

Yandro Santa Brigida Ataíde

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-7593-353X>

Yasmin de Andrade Ramos

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-5157-7550>

André Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0003-0449-5111>

Augustus Caesar Franke Portella

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0001-5178-9257>

Max Vinicius Reis de Sousa

Universidade Federal do Tocantins
Gurupi – TO
<https://orcid.org/0000-0002-3509-6394>

RESUMO: O *Calophyllum brasiliense* Cambess pertence à família Clusiaceae, também se desenvolve no Cerrado, em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial. Objetivou-se determinar a relação de variáveis morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro de *C. brasiliense* em fragmento florestal sob manejo no município de Dueré, região sul do Tocantins. Os dados desse estudo foram obtidos de 275 árvores amostradas por classe diamétrica, denominadas árvores centrais, com diâmetro à altura do peito (DAP) \geq a 15,0 cm,

distribuídas em 5 faixas. Cada árvore central teve as seguintes variáveis mensuradas: altura total e altura comercial do fuste, diâmetro à altura do peito, diâmetro da copa e comprimento de copa. Posteriormente, calcularam-se parâmetros morfométricos: Porcentagem da copa, Grau de Esbeltez, Índice de Saliência, Formal de Copa e Índice de Abrangência; assim como os índices de competição: índice de Glover e Hool baseado no diâmetro; índice de Glover e Hool baseado na altura; índice de Lorimer; índice de Heygi; relação altura/distância; Basal Area of Larger Trees; dependentes e independentes da distância. A análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre as variáveis morfométricas, os índices de competição e as árvores de *C. brasiliense*. Conclui-se que existe associação entre o incremento em diâmetro de *C. brasiliense* e a competição, sendo que o crescimento em diâmetro possui maior relação negativa com os índices de Glover e Hool baseado no diâmetro (IGHD), número de árvores por hectare (N), índice de Lorimer (IL), índice de Heygi (IH) e relação altura/distância (RHL).

PALAVRAS - CHAVE: Floresta Nativa, Landi, Biometria Florestal, Manejo florestal.

MORPHOMETRIC AND COMPETITION RELATIONSHIP FOR THE MANAGEMENT OF *Calophyllum brasiliense* Cambess

ABSTRACT: *Calophyllum brasiliense* Cambess belongs to the family Clusiaceae, also grows in the Cerrado, in seasonal alluvial semideciduous forest. The objective was to determine the relationship of morphometric variables and competition indexes with the growth in diameter of *C. brasiliense* in a forest fragment under management in the municipality of Dueré, in the southern region of Tocantins. The data in this study were obtained from 275 trees sampled by diametric class, called central trees, with a diameter at breast height (DBH) ≥ 15.0 cm, distributed in 5 bands. Each central tree had the following variables measured: total height and commercial height of the stem, diameter at chest height, crown diameter and crown length. Subsequently, morphometric parameters were calculated: Percentage of the crown, Degree of Slimness, Saliency Index, Formal Cup and Coverage Index; as well as competition indexes: Glover and Hool index based on diameter; Glover and Hool index based on height; Lorimer index; Heygi index; height / distance ratio; Basal Area of Larger Trees; dependent and independent of distance. Pearson's correlation analysis was used to verify the relationship between morphometric variables, competition variables and *C. brasiliense* trees. It is concluded that there is an association between the increase in diameter of *C. brasiliense* and competition, and the growth in diameter has a greater negative relationship with the Glover and Hool indexes based on diameter (IGHD), number of trees per hectare (N), Lorimer index (IL), Heygi index (IH) and height / distance ratio (RHL).

KEYWORDS: Native Forest, Landi, Forest Biometry, Forest management.

1 | INTRODUÇÃO

O *Calophyllum brasiliense* Cambess, a primeira madeira de lei do Brasil (lei de 7 de janeiro de 1835), conhecido popularmente por Guanandi, é uma espécie florestal de considerado valor comercial e de grande importância no manejo florestal. Se apresentando como excelente opção para indústrias do setor florestal brasileiro (DUFFECKY e FOSSATI,

2009). Pode ser encontrada de norte a sul do país, pois a mesma se adapta a diversos tipos de clima e solo. É muito utilizada na fabricação de móveis finos por apresentar ótimas características silviculturais e ótima qualidade da madeira se assemelhando à madeira de mogno e cedro, chegando a substituir essas espécies em alguns países (DUFFECKY e FOSSATI, 2009; CIDRÃO, 2012). Assim, torna-se relevante o conhecimento das condições ideais de crescimento de suas árvores individuais e como a competição com outros indivíduos a influenciam, sendo assim avaliadas pela morfometria das mesmas juntamente com índices de competição (COSTA et. al., 2015).

O crescimento das árvores é influenciado por fatores genéticos da espécie, que interagem com fatores ambientais, tais como temperatura, precipitação, vento, insolação; características físicas, químicas e biológicas do solo; inclinação, altitude e exposição do terreno, e também com fatores biológicos, como a competição (FINGER, 1992). A competição talvez seja o fator biológico mais importante no manejo florestal, pois quase todas as intervenções estão relacionadas com a manipulação desse fator ou de condições que o alteram (SCHNEIDER, 2008). Conforme Vanclay (1994), muitos pesquisadores tentaram criar um índice de competição que englobasse os diferentes fatores que o afetam, contudo não obtiveram sucesso em suas tentativas. Vale salientar que, segundo Assmann (1970), o índice de competição expressa uma estimativa do espaço horizontal ocupado por cada árvore central em relação às suas vizinhas. A competição é a interação biológica que ocorre entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou quando a qualidade dos recursos varia e a demanda é dependente da qualidade (McNAUGHTON e WOLF, 1973).

A competição pode ser descrita em função do comprimento e diâmetro de copa, posição sociológica e tendências de crescimento, originando diferentes índices de competição, os quais expõem uma estimativa do espaço horizontal ocupado por cada árvore central em relação às suas vizinhas (ASSMANN, 1970; SCHNEIDER e FINGER, 2000; SCHNEIDER, 2008), sendo também utilizados como variáveis preditoras em modelos de árvores individuais para determinar a idade de corte (DAVIS et al., 2001).

O status competitivo de uma árvore é descrito por medidas de competição independentes ou dependentes da distância, onde os índices independentes da distância diferenciam-se dos dependentes por utilizarem medidas não espaciais, com base na distribuição dos tamanhos das árvores em uma determinada área. Nos índices dependentes da distância (espaciais), os competidores são identificados pelo seu tamanho e distância em relação à árvore-objetivo (WIMBERLY e BARE, 1996). A maioria desses índices estão relacionados a quatro fatores principais, sendo eles: número de competidores, tamanho e distância das árvores vizinhas e luminosidade (VANCLAY, 1994).

A morfometria de uma árvore e as variáveis derivadas são empregadas para reconstituir o espaço ocupado para cada árvore, transmitir uma variável das relações interdimensionais, além de permitir o estabelecimento de inferências sobre a estabilidade, a

vitalidade e a produtividade de cada indivíduo (DURLO e DENARDI, 1998), esses mesmos autores descrevem como índices morfométricos a Proporção ou Porcentagem da copa (PC), Grau de Esbeltez (GE), Índice de Saliência (IS), Formal de Copa (FC) e Índice de Abrangência (FA).

As relações entre as variáveis morfométricas (diâmetro de copa, altura, comprimento de copa e diâmetro da árvore), são de grande relevância para estudos de competição em fragmentos florestais, podendo auxiliar futuras decisões sobre desbaste, concretizando, dessa forma, a importância da determinação das dimensões de copa para fins de manejo sustentável (PADOIN e FINGER, 2010).

A hipótese aqui testada é de os índices de competição e as variáveis morfométricas afetam de forma direta o crescimento em DAP de *Calophyllum brasiliense* Cambess.

Devido à importância da competição no manejo florestal, o presente trabalho teve como objetivo determinar a relação de variáveis morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro de *Calophyllum brasiliense* Cambess em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial sob manejo florestal no município de Dueré, região sul do estado de Tocantins.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no município de Dueré, sul do estado de Tocantins. A área total aproximada do remanescente é de 119 hectares e está situada entre as coordenadas 11°11'33.93" de latitude sul e 49°41'2.47" de longitude oeste, com altitudes médias de 189 m. O fragmento está localizado em uma propriedade rural e encontra-se sob manejo florestal onde foram retiradas árvores com DAP \geq a 45 cm no ano de 2015. Está inserida na bacia hidrográfica do Rio Formoso, que pertence a região hidrográfica do Araguaia-Tocantins, localiza-se na região sul de Tocantins, sob nome fantasia Madeireira Rio Formoso.

O clima da região segundo Koppen é do tipo AW, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média ao longo do ano varia entre 22°C e 28°C, e a precipitação média anual varia entre 1.500 a 1.600mm (KLINK e MACHADO, 2005).

2.1 Coleta de dados

Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos de indivíduos com diâmetro à altura do peito igual ou superior a 15,0 centímetros, distribuídos em cinco faixas alocadas sistematicamente. A área possui 18 faixas, com 22 ha cada (total de 440 ha) onde foram amostradas as faixas 1,7,10,13 e 18. A alocação das faixas acompanhou o gradiente de declividade do terreno, objetivando incluir maior variabilidade florística e fitossociológica, sendo que as parcelas foram instaladas e medidas no ano de 2019.

Para a determinação de quais eram as árvores centrais e quais as concorrentes,

todas as árvores das parcelas tiveram as seguintes variáveis mensuradas: altura total e altura comercial do fuste (obtidas com auxílio do hipsômetro haglof em metros); CAP (obtida com auxílio de trena graduada em milímetros) e convertida em DAP (diâmetro à altura do peito); diâmetro da copa obtido através de mensurações de quatro raios de copa nas direções fixas norte, leste, sul e oeste, determinados com auxílio de uma bússola e medidos com trena laser, tomando-se como ponto de origem o centro do tronco e distanciando-se até o ponto extremo de projeção da copa (CONDÉ et al., 2013). O comprimento de copa foi determinado pela diferença entre altura total e altura do fuste conforme ilustra a figura 1.

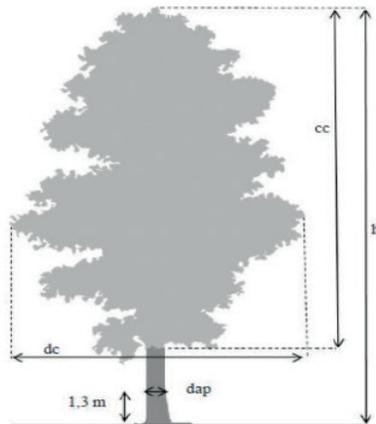


Figura 1: Variáveis morfológicas de uma árvore. Em que: dap (cm): diâmetro a altura do peito; h (m): altura total; cc (m): comprimento de copa; dc (m): diâmetro de copa. Fonte: ROMAN, 2009.

Cada árvore central teve as distâncias medidas com trena até as árvores concorrentes, consideradas todas as árvores vizinhas com diâmetro mais largo do que a largura da banda $k = 1$ pela amostragem pontual de Bitterlich.

Após identificação das árvores centrais, as árvores concorrentes tiveram suas alturas totais e diâmetros mensurados, para se quantificar a concorrência de cada árvore, por meio de cálculos dos índices morfométricos (tabela 1) e *índices* de competição (tabela 2), dependentes e independentes da distância da árvore central à concorrente.

Foram utilizados, o método da correlação de Pearson para verificar a existência de relação entre as variáveis morfológicas e os índices de competição com o crescimento das árvores estudadas.

Para verificação da existência de correlação pelo índice de Pearson, utilizou-se o índice probabilidade de significância, que varia de 0 a 1, sendo que quando maior do que 0,05 é não significativo, quando maior que 0,01 e menor ou igual a 0,05 é significativo e quando menor ou igual a 0,01 é altamente significativo.

Índice Morfométrico	Fórmula
IA	$IA = \frac{DC}{ht}$
IS	$IS = \frac{DC}{DAP}$
FC	$FC = \frac{DC}{CC}$
GE	$GE = \frac{ht}{DAP}$
APC	$APC = \frac{\pi}{4} * DC^2$
PC	$PC = \frac{CC}{ht} * 100$

Tabela 1: Índices Morfométricos na determinação da concorrência para *Calophyllum brasiliense* Cambess em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no sul de Tocantins

Em que: GE = grau de esbeltez, IA = índice de abrangência, IS = índice de saliência, FC= formal de copa, APC = área de projeção de copa, PC= percentual de copa, ID= independente da distância, DD = dependente da distância, IH = índice de Hegyi, RHL=razão altura/distância, IL = Índice de Lorimer IGHH Índice de Glover e Hool baseado na altura, ht= altura total (m); DC= diâmetro da copa (m), CC comprimento da copa (m); DAP = diâmetro a altura do peito

Índices de Competição	Fórmula
Glover e Hool	$IGHD = \frac{DAP_i^2}{DAP_j^2}$
IH	$IH = \sum_{j=1}^n \left[\frac{\overline{DAP}_j}{(DAP_i * dist_{ij})} \right]$
RHL	$RHL = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{h}_j}{dist_{ij}}$
BAL (Basal Area of Larger Trees)	$bal_i = \sum_{j=1}^{n_j} G_j$
IL	$IL = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{\overline{DAP}_j}{DAP_i}$
IGHH	$IGHH = \frac{ht_i}{ht_j}$
Densidade Ótima	$AC = \frac{\pi(DC)^2}{4}$ $N = \frac{10000}{AC}$

Correlação de Pearson

$$\text{Corr}(y, x) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \bar{y}}{S_y} \right) \left(\frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \right)$$

Tabela 2: Índices de competição na determinação da concorrência para *Calophyllum brasiliense* Cambess em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial no sul de Tocantins

Em que: DAP_i = diâmetro à altura do peito da árvore concorrida (cm); \overline{DAP}_j = diâmetro à altura do peito médio das árvores concorrentes (cm); $dist_{ij}$ = distância entre a árvore concorrida e as concorrentes (cm); n = número de árvores concorrentes; n = número de árvores competidoras; g = área transversal, em metros quadrados; h_i = altura total da árvore concorrida (m); \bar{h} = altura total média das concorrentes (m); AC = área de copa (m); N = número de árvores por hectare ($N \cdot ha^{-1}$); DC = diâmetro da copa (m).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostradas 275 árvores centrais, tentando-se abranger todas as classes diamétricas existentes no fragmento (Figura 02) dentro da amplitude apresentada pela espécie, de 13,38 a 83,33 cm de diâmetro, as quais foram denominadas de árvores centrais. As concorrentes foram identificadas usando-se um fator de área basal (k) = 1, conforme a amostragem pontual de Bitterlich (WEST, 2009).

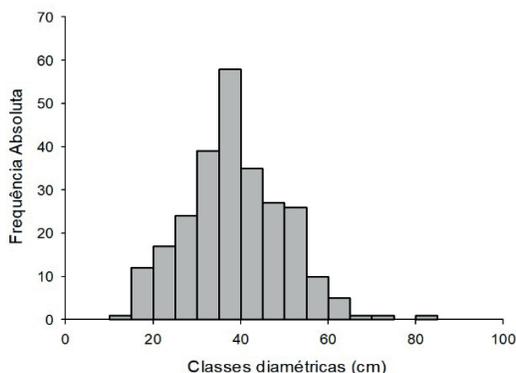


Figura 2: Frequência diamétrica do povoamento

Os valores médios, mínimos e máximos das variáveis morfométricas de *C. brasiliense* apresentaram heterogeneidade entre os indivíduos amostrados, indicada pela variabilidade dos diâmetros e alturas (tabela 3). As árvores dessa espécie possuem diâmetros de médios a altos e podem ser consideradas árvores altas e com copas relativamente pequenas para o fragmento em questão.

O grau de esbeltez, ou seja, a relação altura/diâmetro, pode indicar instabilidade contra o vento, sendo que quanto mais alto, mais instável é a árvore (DURLO e DENARDI,

1998). Valores pequenos indicam que as árvores estão crescendo mais em diâmetro do que em altura (ROVEDA et al., 2013), sendo que *C. brasiliense* obteve um grau de esbeltez (GE) variando de 22 a 112. Roman et al. (2009) também afirmaram que indivíduos com maiores valores para essa variável são mais instáveis, como o analisado por eles em um estudo com *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud., em que o grau de esbeltez para essa espécie variou de 47,8 a 130, sendo assim, pode-se dizer que *Calophyllum brasiliense* é suscetível à ação do vento.

A relação entre o diâmetro de copa e a altura (IA) apresentou valor médio de 0,43; quando se leva em consideração a altura das árvores para o manejo, este índice pode ser utilizado como indicador de desbaste (ORELLANA e KOEHLER, 2008; ROVEDA et al., 2013). Quando esse fator não varia em relação à altura, pode ser utilizado para calcular a quantidade de árvores de altura 'x' por hectare, para que assim se reduza a competição intraespecífica (ISTCHUK et al., 2016). Considerando que o mesmo não varia com a altura, guanandi de 19,18 m de altura apresentariam uma copa de 8,05 m (19,18 x 0,42), com densidade ótima de N=196 árvores por hectare, as quais não sofreriam concorrência.

O IS mostrou que o diâmetro médio de copa é de aproximadamente 21 vezes maior que o DAP. Este índice pode ser utilizado, em florestas inequiâneas e mistas, para indicar o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore para que a mesma cresça sem concorrência (DURLO e DERNARDI 1998). Silva et al. (2017) encontraram para *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze uma média de 22,2 vezes a dimensão do DAP. Roman et al. (2009) obtiveram a média de 24,7 para *Cordia trichotoma*.

A relação entre o diâmetro de copa (DC) e o comprimento de copa (CC) variou de 0,74 a 18,29 indicando que se tem tanto copas esbeltas quanto achatadas, sendo que o FC médio foi de 3,44. Orellana e Koehler (2008) estudando *Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer, encontraram uma média de 1,3. Silveira et al. (2014) estudando *Trichilia claussenii* C. DC. também encontraram FC maior que 1 (1,56). Já o IS foi de 0,21, sugerindo que a espécie estudada possui uma copa de 21 vezes o diâmetro de seu tronco a 1,3 m de altura (d). Segundo Durlo e Denardi (1998), em povoamentos mistos e inequiâneos, essa variável pode ser utilizada para determinar o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore selecionada para que ela cresça sem concorrência. O valor médio para o índice de abrangência, que é explicado pela relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore, foi de 0,43, afirmando que esse índice pode ser utilizado como indicador da necessidade de intervenções silviculturais, informando o número de árvores que pertencem a um hectare sem sofrer concorrência.

Comparando os parâmetros dendrométricos e morfométricos de *C. brasiliense* mostrados na tabela 3, quanto aos índices de competição independentes da distância, Glover e Hool, (1979) verificaram que *Calophyllum brasiliense* (IGHD = 2,49 e IGHH = 1,22) sofre influência da concorrência. Enquanto IGHD apresentou baixa competição, IGHH revelou alta competição, pois quanto menor o valor, maior será a concorrência.

Santos (2012) encontrou valor para IGHH de 1,29 estudando *Ocotea porosa* Nees e Mart no Paraná, e afirma que essas árvores estão sob alto grau de competição, tendo seu crescimento influenciado pelas árvores vizinhas. Cunha e Finger (2012) obtiveram o valor 3,56 para um indivíduo de *Cedrela odorata* L. mostrando que houve pouca ou nenhuma competição sofrida pelo indivíduo.

Variável	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)
DAP	13,38	38,33	83,76	11,20	29,22
Ht	8,90	19,19	28,50	3,48	18,13
DC	1,05	8,02	18,78	2,96	36,91
CC	0,50	2,79	10,10	1,37	49,10
APC	0,87	58,13	277,00	42,24	72,66
PC	2,68	14,76	43,02	6,80	46,07
FC	0,74	3,44	18,29	2,12	61,63
GE	22	54	112	15,99	29,61
IA	0,06	0,43	1,03	0,16	37,21
IS	0,049	0,213	0,779	14,70	6901,41

DAP: diâmetro à altura do peito (cm); Ht: altura total (m); DC: diâmetro de copa (m); CC: comprimento de copa (m); APC: área de projeção de copa (m²); PC: porcentagem de copa (%); FC: formal de copa; GE: grau de esbeltez; IA: índice de abrangência; IS: índice de saliência.

Tabela 3: Estatística descritiva dos parâmetros dendrométricos e morfométricos de *Calophyllum brasiliense* Cambess

O índice de Lorimer, independente da distância, salienta que quanto maior o valor do índice, maior a competição exercida sobre a concorrida, o mesmo apresentou valor médio de 0,84, indicando que não houve concorrência entre os indivíduos. Resultado divergente (4,82) foi encontrado para Floresta de Araucária no Sul do Brasil, o que evidenciou alta competição entre a população (COSTA, 2015).

Analisando os índices dependentes da distância, o Índice de Heygi (IH), apresentou baixa competição (IH=0,65), ratificando os resultados encontrados pelos índices dependentes da distância. Ricken (2014) estudando povoamento natural de *Araucaria angustifolia* obteve IH=0,36. A relação altura/distância (RHL) das árvores concorrentes apresentou baixa concorrência (RHL=5,80) quando comparada à encontrada na literatura, pois Silveira et al., (2014) encontraram o valor de 18,07, indicando alta competição ocorrida entre as espécies.

A baixa competição entre os indivíduos evidencia que para se ter um ótimo rendimento da floresta é essencial o manejo adequado com otimização de espaço e priorização das árvores futuras, e assim terá incremento dos componentes dendrométricos

e morfométricos, contribuindo para o crescimento sustentável da produção e recursos do ambiente (RICKEN, 2014).

A análise de correlação de Pearson (r) entre as variáveis morfométricas para *Calophyllum brasiliense* Cambess (Tabela 4) apresentou valor significativo positivo para DC com APC, FC e IS, ou seja, quanto maior o DC maior estes valores, sendo esse resultado esperado, uma vez que existe uma autocorrelação entre elas devido a dependência entre as variáveis. As maiores correlações entre os índices morfométricos são para as variáveis de copa com grau de esbeltez, sendo uma característica que favorece o povoamento, visto que conforme o aumento do índice de abrangência e diminuição do índice de saliência e grau de esbeltez, conseqüentemente o incremento em diâmetro e copa são favorecidos.

Índice	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)
IGHD	0,07	2,49	11,78	2,27	91,16
N	36.10	360.79	11548.66	758.72	210,29
IGHH	0,19	1,22	3,06	0,38	31,15
IL	0,18	0,84	5,41	0,53	63,10
IH	0,003	0,65	9,02	0,96	147,69
RHL	1,03	5,80	93,00	6,59	113,62
BAL	1,20	22,89	150,34	28,66	125,21

IGHD: índice de Glover e Hool baseado no diâmetro; IHDH: índice de Glover e Hool baseado na altura; IL: índice de Lorimer; IH: índice de Heygi; RHL: relação altura/distância; BAL: Basal Area of Larger Trees. N: número de árvores por hectare (N. ha⁻¹)

Tabela 4: Índices de competição calculados para *Calophyllum brasiliense* Cambess

Já para DAP com GE, PC, APC, FC, IA e IS apresentou correlação significativa, moderada e negativa indicando que quanto maior o DAP, a tendência é diminuir o valor destes índices (tabela 5). Resultado semelhante foi encontrado na correlação realizada por Silva et al. (2017) (-0,82) e Klein et al. (2017) (-0,82) quando estudaram *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, respectivamente. A diminuição do grau de esbeltez com o aumento do DAP, apresentando uma correlação negativa, também foi observada por Condé et al. (2013) para árvores de plantio superestocado de *Araucaria angustifolia* e por Durlo (2001) para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. em floresta secundária da encosta Sul do planalto sul-rio-grandense. Ainda Román et al., (2009) também observaram estas características para árvores de *Cordia trichotoma* (louro-pardo), em uma formação induzida, no município de Santa Maria, RS.

	DAP	GE	DC	PC	APC	FC	IA
GE	-0.536*						
DC	0.557 ^{ns}	-0.333*					
PC	-0.264*	0.137 ^{ns}	0.591 ^{ns}				
APC	-0.105*	0.064 ^{ns}	0.019*	0.119 ^{ns}			
FC	-0.603*	0.403 ^{ns}	0.051*	0.800 ^{ns}	0.115 ^{ns}		
IA	-0.383*	0.202 ^{ns}	0.383 ^{ns}	0.898 ^{ns}	0.133 ^{ns}	0.840 ^{ns}	
IS	-0.603*	0.403 ^{ns}	0.051*	0.800 ^{ns}	0.115 ^{ns}	1.000 ^{ns}	0.840 ^{ns}

DAP: diâmetro à altura do peito (cm); DC: diâmetro de copa (m); CC: comprimento de copa (m); APC: área de projeção de copa (m²); PC: percentagem de copa (%); FC: formal de copa; GE: grau de esbeltez; IA: índice de abrangência; IS: índice de saliência

Tabela 5: Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis morfométricas de *Calophyllum brasiliense* Cambess.

Os índices de competição, IL, RHL, N e IH, IGHD e IGHH obtiveram correlação negativa com o DAP, ou seja, quanto menor esses índices, mais a árvore central está perto das concorrentes, o que demonstra que os índices expressam a competitividade, que uma árvore está submetida. Quanto maiores os valores destes índices, menor o DAP das árvores. Também existe correlação negativa entre o índice de BAL e IGHD, IGHH cujo sinal negativo indica que quanto maior a concorrência, menor é o crescimento, sendo que os índices de competição dependentes da distância apresentaram maiores correlações negativas com a variável DAP. Quanto menor os valores desses índices, maior o diâmetro da árvore. Isso porque, quanto menor o índice de BAL, menor é a concorrência sob a qual a árvore está submetida, e conseqüentemente, apresenta maior diâmetro.

Existe correlação positiva somente entre N com IGHH indicando que quanto maior a densidade, maior é a correlação altura/distância e mais a árvore central está livre das concorrentes, ou seja, menor é a competição sofrida (Tabela 6).

	DAP	IGHD	IGHH	IL	IH	RHL	N
IGHD	-0.486*						
IGHH	-0.375*	0.334 ^{ns}					
IL	-0.786*	0.622 ^{ns}	0.422 ^{ns}				
IH	-0.404*	0.589 ^{ns}	0.311 ^{ns}	0.413 ^{ns}			
RHL	-0.181*	0.138 ^{ns}	-0.052*	0.105 ^{ns}	0.743 ^{ns}		
N	-0.092*	0.144 ^{ns}	0.025*	0.087 ^{ns}	0.211 ^{ns}	0.169 ^{ns}	
BAL	0.199 ^{ns}	-0.091*	-0.007*	-0.136*	0.348 ^{ns}	0.712 ^{ns}	0.205 ^{ns}

IGHD: índice de Glover e Hool baseado no diâmetro; IHDH: índice de Glover e Hool baseado na altura; IL: índice de Lorimer; IH: índice de Heygi; RHL: relação altura/distância; BAL: Basal Area of Larger Trees; N: número de árvores por hectare (N. ha⁻¹). Nível de significância de 95%.

Tabela 6: Coeficientes de correlação de Pearson entre os índices de competição com *Calophyllum brasiliense* Cambess.

4 | CONCLUSÃO

Existe associação entre o DAP e a competição, em que o crescimento em diâmetro possui relação com os índices de competição IL, RHL, N e IH, IGHD e IGHH. Quanto maior a competição, menor o crescimento, mostrando que a espécie é fortemente afetada pelas competidoras. O IL aumenta quando o número de competidores por unidade de área aumenta. Entre os índices independentes da distância o que tem maior correlação negativa é o IGHD, sendo o indicado para o estudo da correlação com o DAP.

O GE, PC, APC, FC, IA e IS (variáveis morfométricas) são influenciados negativamente pelo DAP e os índices APC, PC e IS são influenciados positivamente pelo DC, estes mostram-se aplicáveis como ferramenta auxiliar do manejo de *Calophyllum brasiliense* Cambess por expressarem conformações e alterações das características naturais de crescimento das espécies valida.

O índice de saliência apresentou correlação inversa com o DAP apontou que, quanto maior a copa, menor o crescimento em DAP da espécie, e mostrou correlação positiva com o DC. Ou seja, árvores de *Calophyllum brasiliense* Cambess com copa grande e pouca competição crescem menos, inferindo-se que o ajuste da densidade por meio de intervenções silviculturais pode resultar em maior crescimento.

REFERÊNCIAS

- ASSMAN, E. **The Principles of Forest the Yield Study**. München: BLV, 1970. 490 p.
- CIDRÃO, D.F. **Economia florestal: potencialidades do guanandi como economia florestal**. 2012. 184f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – UNIARA, Araraquara.
- CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA NETO, E. M.; TONINI, H. Morphometric of four species in agroforestry systems in the municipality of Porto Velho, Rondônia. **Revista Agroambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 18-27, janeiro-abril, 2013.
- COSTA, E. A.; FINGER, C. A.G.; HESS, A. F. Modelo de incremento em área basal para árvores de araucária de uma floresta inequidiana. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 239-245, 2015.
- CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G. Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* na Amazônia ocidental. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1, p. 9-18, 2012.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. M.; BETTINGER, P.; HOWARD, T. **Forest Management: to Sustain Ecological, Economic and Social Values**. New York: Macgrall-Hill, 2001. 4th. ed. 816 p.
- DUFFECKY, M. D.; FOSSATI, L. C. Avaliação da adaptação de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (GUANANDI), família clusiaceae, no planalto norte catarinense. **Ágora: revista de divulgação científica**, v. 16, n. 2, p. 14-27, 2009.
- DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.
- DURLO, M.A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-149, 2001.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.
- GLOVER, G. R.; HOOL, J. N. A basal area ratio predictor of loblolly pine plantation mortality. **Forest Science**, v. 25, n. 2, p. 275-282, 1979.
- ISTCHUK, A. N.; DRANSKI, J. A.L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. D. M. Relações interdimensionais estimadas em povoamentos homogêneos de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 401-407, 2016.
- KLEIN, D. R.; HESS, A. F.; KREFTA, S. M.; VIEIRA FILHO, M. D. H.; CIARNOSCKI, L. D.; COSTA, E. A. Relações morfométricas para *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em Santa Catarina. **Floresta**, v. 47, n. 4, p. 501-512, 2017.
- McNAUGHTON, S.J., WOLF, L.L. **General Ecology**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.
- ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.

PADOIN, V.; FINGER, C. A. G. Relações entre as dimensões da copa e a altura das árvores dominantes em povoamentos de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 95-105, 2010.

RICKEN, P. **Incremento, espaço horizontal e competição em povoamento natural de *Araucaria angustifolia* no planalto catarinense**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - UFSC, Lages. 105 f.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 473-480, 2009.

ROVEDA, M.; DALGALLO, B.; DIAS, A. N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MULLER, C. S. Morfometria de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS. In: 4º Congresso Florestal Paranaense, 2012, Curitiba. **Anais 4º Congresso Florestal Paranaense**, 2013.

SANTOS, A. T. **Análise de crescimento e simulação de manejo de um plantio de *Ocotea porosa***. 2012. 93 f. Dissertação (mestrado em engenharia floresta) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. UFSM, FACOS, 2008. 566p.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidâneas heterogêneas**. UFSM, v. 195, 2000. 195p.

SILVA, F. A.; OLIVEIRA FORTES, F.; RIVA, D.; SCHORR, L. P. B. Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na região Norte do Rio Grande do Sul. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 3, p. 143-146, 2017.

SILVEIRA, B. D.; FLORIANO, E. P.; NAKAJIMA, N. Y.; HOSOKAWA, R. T.; ROSOT, N. C.; GRACIOLI, C. R. Relação da morfometria e competição com o crescimento de *Trichilia clausenii* em um fragmento de Floresta Semidecidual, RS. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 373-382, 2014.

VANCLAY, J. K. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests. **School of Environmental Science and Management Papers**, p. 537, 1994.

WEST, P. W. **Tree and forest measurement**. Berlim, 2. ed., 2009, 190 p.

WIMBERLY, M. C.; BARE, B. B. Distance-dependent and distance-independent models of Douglas-fir and western hemlock basal area growth following silvicultural treatment. **Forest Ecology and Management**, v. 89, n. 1-3, p. 1-11, 1996.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altura 2, 3, 4, 5, 31, 32, 44, 56, 61, 62, 72, 74, 75, 79, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100

Arborização Urbana 1, 2, 8

Áreas verdes 28, 30, 37

B

Biomassa Aérea 32, 62

Biometria Florestal 88, 99

Biopromotores 5, 6, 1, 2, 7

C

Ciclagem de nutrientes 41, 42, 48, 50, 52

Competição 7, 7, 63, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Crescimento 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 19, 20, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 36, 38, 49, 63, 73, 74, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 100, 107

Cultivo in vitro 6, 16, 18, 19, 22, 25, 26

D

Dendrometria 70

Desenvolvimento inicial 20, 23

Diâmetro a altura do peito 91, 92

Diâmetro de copa 7, 72, 74, 75, 77, 80, 82, 83, 84, 89, 90, 91, 94, 95, 97

F

Fibras Vegetais 101, 106, 119

Fibrocimento 102

Floresta Estacional 52, 72, 87, 90, 92, 93

Floresta Nativa 19, 88

Fogo 54, 56, 57, 58, 64, 65, 66, 67, 68, 69

G

Germinação 6, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

I

Incêndios Florestais 54, 55, 56

Incêndios Rurais 54, 55, 67

Inoculação de Microrganismos 4, 5

M

Manejo florestal 5, 19, 72, 73, 74, 75, 79, 88, 89, 90, 100

Micropropagação 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27

Mineração 41, 42, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 52, 53

MINERAÇÃO 6, 41

Mudança Climática 5, 6, 28, 30, 33, 37, 38

Mudas 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 18, 22, 23, 30, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 86

P

Painéis MDP 8, 107

Pastoreio 7, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 69

Plantio 3, 30, 41, 42, 43, 44, 96, 100

Plântulas 4, 11, 13, 16, 21, 23, 24

Povoamento 35, 54, 56, 58, 61, 63, 64, 68, 83, 93, 95, 96, 100

Povoamentos Florestais 66, 68

Produção de mudas 1, 2, 3, 7, 8, 18

Propriedades físicas 48, 105, 107, 109, 111, 112, 116, 117, 119, 120

Propriedades mecânicas 108, 113, 114, 116, 118, 120

R

Recuperação de áreas degradadas 39

Restauração Florestal 5, 3, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 52

S

Serapilheira 6, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53

Serviços Ecosistêmicos 5, 28, 30, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 48

Solo 8, 31, 33, 35, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 55, 57, 58, 61, 65, 66, 89, 109

T

Técnicas Silvícolas 54

Tratamento Químico 56, 102, 103

V

Velocidade de Emergência 11, 13

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 