

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. Alexsandro 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. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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
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



Ano 2021

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 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

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

Dênora 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

PRODUÇÃO DE PAINÉIS MDP COM DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULAS LIGNOCELULOSICAS

Data de aceite: 01/04/2021

Erick Chagas Mustefaga

<http://lattes.cnpq.br/6720938323810541>

Fernando Rusch

<http://lattes.cnpq.br/8251233167383077>

Éverton Hillig

<http://lattes.cnpq.br/5240619272740210>

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas de painéis de partículas de média densidade (MDP) produzidos com madeira de *Pinus taeda* e partículas de resíduos do beneficiamento da *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (palitos de Erva-mate) e dos colmos de *Phillostachys aurea*, materiais utilizados puros ou em misturas, colados com Uréia-formaldeído. Para a confecção dos painéis, foi estabelecida densidade nominal de 0,75 g cm⁻³, pressão específica de 40 kgf/cm², temperatura de 140 °C e tempo de prensagem de 10 min. Para avaliar a qualidade dos painéis, foram realizados os ensaios físico-mecânicos de massa específica aparente; absorção d'água; inchamento em espessura; teor de umidade, flexão estática, ligação interna e dureza. Constatou-se que os materiais obtidos da erva-mate e do bambu podem ser usados na produção de MDP quando em mistura com madeira de pinus.

PALAVRAS - CHAVE: Pinus, Bambu, Erva-mate.

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the physical and mechanical properties of medium density particle boards (MDP) produced with *Pinus taeda* wood and waste from *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Yerba Mate sticks) and the stalks of *Phillostachys aurea*, materials used neat or in mixtures, bonded with Urea-formaldehyde. For making the panels, a nominal density of 0.75 g cm⁻³ was established, specific pressure of 40 kgf / cm², temperature of 140 °C and pressing time of 10 min. To assess the quality of the panels, physical-mechanical tests of apparent specific mass were performed; water absorption; thick swelling; moisture content, static bending, internal bonding and hardness. It was found that the materials obtained from yerba mate and bamboo can be used in the production of MDP when mixed with pine wood.

KEYWORDS: Pinus, Bamboo, Yerba mate.

1 | INTRODUÇÃO

O mercado de painéis de madeira reconstituída encontra-se em expansão no mundo. A produção mundial desses painéis chegou a 388 milhões de m³, para o ano de 2015, um crescimento de aproximadamente 5%, com relação ao anterior. Destacam-se os painéis de aglomerado, cuja produção, no mesmo período foi de 227 milhões de m³, atingindo aproximadamente 3% de crescimento (FAO, 2015). A indústria de painéis de madeira é de grande importância para a economia brasileira, sobretudo pela dinâmica de novas tecnologias

associada à geração de renda e emprego nos setores moveleiro e da construção civil (VIEIRA *et al.* 2012).

Os painéis de partículas de média densidade (MDP), caracterizam-se como painéis produzidos a partir de partículas de madeira distribuídas aleatoriamente, com a incorporação de um adesivo e aplicação de pressão e temperatura a fim de se obter um produto específico (MOSLEMI, 1974).

No Brasil, para a produção do MDP são utilizadas principalmente madeiras provenientes de florestas plantadas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, contudo, a utilização de outros materiais lignocelulósicos pode proporcionar a diminuição de custos sem deixar de atender os requisitos de qualidade. Na literatura, foram citados vários tipos de materiais alternativos com potencial para produção de MDP, dentre os quais: bagaço de cana (BUZO *et al.*, 2019); casca de arroz (SOUZA *et al.*, 2017), casca de amendoim (BARBIRATO, *et al.*, 2014; CRAVO *et al.*, 2015), casca de coco-verde (CRAVO *et al.*, 2015), fibras de bananeira (GUIMARÃES, 2012), resíduos de erva-mate (DE SOUZA *et al.*, 2019) e bambu (BELINI, *et al.*, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2015).

Os bambus lenhosos ocorrem em latitudes de 51° N no Japão à 47° S na Argentina, e do nível do mar até 4000 m de altitude, basicamente em regiões tropicais, subtropicais e temperadas da Ásia, América, África e Oceania, sendo que a maior diversidade é encontrada no Sudeste Asiático e na América do Sul (PANDA, 2011; HAKEEM *et al.*, 2015).

No Brasil, existem 232 espécies nativas de bambu, sendo que destas, 137 são espécies endêmicas, além de aproximadamente 20 espécies introduzidas. Para Chaowana (2013), a área total ocupada por bambu no mundo é de aproximadamente 36 milhões de hectares, o que representa cerca de 3% da área total de florestas. Na América Latina, os bambus ocupam mais de 10 milhões de hectares, ou 28% da área total de bambu, no mundo. Ocorrem 20 gêneros com mais de 400 espécies, contudo em menor número que na Ásia e em maior número do que na África (LONDOÑO, 2001; LOBOVIKOV *et al.*, 2007). O Brasil apresenta a maior diversidade e o mais alto índice de florestas com endemismo de bambu em toda a América Latina, representando 32%, significando 137 espécies, sendo que os estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia e Paraná, possuem a maior diversidade (LONDOÑO, 1999).

Os colmos de bambu possuem excelentes propriedades mecânicas, sendo que, as de maior interesse no campo da Engenharia Florestal são: resistência à tração, resistência à compressão (forças sempre paralelas às fibras), dureza e a resistência a variação dimensional. O desconhecimento das potencialidades do bambu é o principal fator responsável pela sua reduzida utilização. Apesar de ser conhecido milenarmente e até fazer parte da cultura de diferentes povos, a indústria de transformação do bambu começou seu desenvolvimento nas décadas 50 e 60 do século 20 no continente asiático, principalmente no Índia, China e Japão, se expandindo internacionalmente somente nas últimas décadas, especialmente devido ao aumento no preço da madeira resultante de sua

escassez (QISHENG, 2003).

O resíduo gerado durante o processo de beneficiamento da Erva Mate, que atualmente é utilizado para geração de energia através da queima em caldeiras, ou usado como cobertura morta para o solo dos ervais, pode se constituir em alternativa complementar para as partículas produzidas de madeira. Segundo o comunicado técnico 214 da Embrapa Florestas, “o resíduo de palitos de erva-mate apresentou potencial para utilização na produção de painéis reconstituídos” (GUIOTOKU et al. 2008). Para tanto, torna-se necessário desenvolver pesquisas para aprimorar a aplicação tecnológica deste resíduo, agregando valor aos subprodutos obtidos, ampliando o mercado para esta matéria-prima.

Em virtude do exposto, é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas voltadas à utilização de materiais lignocelulósicos alternativos aos tradicionalmente utilizados na indústria de painéis reconstituídos (MELO *et al.*, 2015), proporcionando inovação tecnológica a partir de novos produtos, dentro de um contexto economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente sustentável.

Diante deste cenário, o objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas de painéis de partículas de média densidade (MDP) produzidos com madeira de *Pinus taeda*, resíduos do beneficiamento da *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate) e do bambu *Phillostachys aurea* tanto confeccionados puros, como em diferentes composições de misturas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material e Delineamento Experimental

Foram utilizadas partículas da madeira de *Pinus taeda*, cedidas por empresa de painéis da região, além das obtidas de palitos de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Erva-mate) e de colmos do Bambu *Phillostachys aurea*. Os palitos de erva-mate são provenientes da empresa Baldo S.A. e o bambu foi coletado em bambuzal situado no município de Irati, no estado do Paraná, sendo que as partículas tipo *sliver*, recomendadas para produção dos painéis MDP, foram obtidas em moinho de martelos.

Os painéis foram produzidos em sete diferentes composições de mistura dos três materiais, e três repetições, totalizando no experimento vinte e um painéis (Tabela 1).

Painel	Tipo de Partícula		
	Pinus (%)	Bambu (%)	Erva-mate (%)
P1	100	-	-
P2	-	100	-
P3	-	-	100
P4	50	50	-
P5	-	50	50
P6	50	-	50
P7	33,33	33,33	33,33

Tabela 1 – Tipos de painéis produzidos

A confecção dos painéis foi realizada em laboratório com dimensões de 50x50x1,4 cm, comprimento, largura e espessura, e densidade nominal de 0,75 g/cm³.

2.2 Produção dos Painéis

Atendendo as especificações da ANSI (1993), as partículas foram classificadas em peneiras de 8, 12 e 16 mesh ou 2,36, 1,40 e 0,59 aberturas por mm, respectivamente. Foram utilizadas as partículas retidas na peneira de 12 mesh na confecção dos painéis e as partículas retidas nas peneiras de 8 e 16 mesh foram descartadas.

As partículas peneiradas foram levadas à estufa a temperatura de 60° C pelo tempo de 24 horas, até atingirem umidade de 5%. O adesivo utilizado para a colagem das partículas foi Uréia-formaldeído, com 65% de sólidos e na proporção de XX%. Foi utilizada parafina (1% sobre peso de partículas) para reduzir a higroscopicidade dos painéis e sulfato de amônio (2% sobre peso de adesivo) como catalisador para acelerar o tempo de cura do adesivo.

Após, foi realizada a montagem do colchão, que consistiu em distribuir uniformemente de forma manual a mistura (partículas + adesivo + parafina) em uma caixa formadora com dimensões de 50 x 50 cm. Em seguida o colchão passou pela pré-prensagem manual para fazer sua compactação e, por fim, este foi conduzido à prensa de pratos com aquecimento elétrico.

Os painéis foram prensados durante o tempo de 10 minutos, com pressão de 40 kgf/m² e temperatura de 140°. Após a prensagem, os painéis foram climatizados em ambiente com temperatura de 20° C e 65% de umidade relativa do ar.

2.3 Propriedades avaliadas e análise estatística

Foi realizado o esquadreamento dos painéis, eliminando 2 cm de cada lado para realizar a confecção dos corpos de prova com as dimensões recomendadas pela norma ASTM D 1037 – 06a (2006), visando a realização dos ensaios físicos e mecânicos. Para avaliar a qualidade dos painéis produzidos, os corpos de prova foram submetidos aos

seguintes ensaios físicos: massa específica aparente; teor de umidade; absorção d'água; inchamento em espessura. Os ensaios mecânicos empregados foram: flexão estática, dureza e ligação interna. Para a execução dos ensaios mecânicos foi utilizada a máquina de ensaios EMIC DL 30000, acoplada a um computador contendo o software TESC específico para a obtenção dos resultados.

Os valores médios das propriedades físico-mecânicas dos painéis foram comparados com outras referências, com os valores mínimos exigidos pela norma ANSI A 208.1 (1993) e submetidos à análise estatística para verificação da influência da composição das partículas das diferentes espécies. Primeiramente foi testada a homogeneidade das variâncias. Satisfeita esta prerrogativa, os valores foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Havendo diferença significativa para a composição de espécies, suas médias foram submetidas ao teste de Tukey.

Foi também realizada a modelagem de misturas conforme modelo experimental denominado planejamento em rede centróide simplex, e que se utiliza dos sete tipos de painéis produzidos neste estudo.

O modelo mais simples para uma mistura é o modelo linear ou aditivo, o qual procura explicar por suas variáveis conhecidas o comportamento de uma propriedade associadas ao fenômeno. O qual, prediz o comportamento de qualquer mistura sem realiza-la. Em uma mistura de três componentes, pode-se ter, além deste, modelos quadráticos que consideram os efeitos das interações de dois componentes e modelos cúbicos que consideram os efeitos das interações dos três componentes. Os modelos utilizados nessa pesquisa são expressos nas seguintes equações de derivadas:

$$Y_i = b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3$$

$$Y_i = b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3 + b_{12}.X_1.X_2 + b_{13}.X_1.X_3 + b_{23}.X_2.X_3$$

$$Y_i = b_1.X_1 + b_2.X_2 + b_3.X_3 + b_{12}.X_1.X_2 + b_{13}.X_1.X_3 + b_{23}.X_2.X_3 + b_{123}.X_1.X_2.X_3$$

Onde: Y_i = Variável resposta; b_i = Coeficientes; X_i = Proporção de cada espécie na mistura.

As equações obtidas pela modelagem de misturas foram utilizadas para estimar as propriedades físicas e mecânicas das misturas dos três tipos de materiais, visando verificar em quais proporções poderiam atender aos requisitos normativos da norma ANSI A 208.1 (1993).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades físicas dos painéis

Painéis	Composição	Densidade (g/cm ³)	TU (%)	Inchamento em espessura		Absorção d'água	
				2h (%)	24h (%)	2h (%)	24h (%)
P1	Bambu	0,783 a	10,05 a	19,55 a	24,06 a	33,69 abc	50,90 a
P2	Erva-Mate	0,798 a	10,84 a	11,38 bc	14,94 b	37,60 ab	52,21 a
P3	Pinus	0,782 a	11,07 a	12,44 bc	20,26 ab	15,37 d	30,47 b
P4	Bambu/Erva	0,764 a	10,75 a	17,46 ab	18,93 ab	45,57 a	55,62 a
P5	Erva/Pinus	0,769 a	10,20 a	15,71 abc	18,65 ab	39,91 ab	57,90 a
P6	Bambu/Pinus	0,788 a	10,88 a	9,63 c	19,34 ab	23,37 cd	46,46 ab
P7	Pinus/Erva/ Bambu	0,795 a	11,10 a	11,24 bc	14,66 b	30,54 bc	46,32 ab

Notas: TU= Teor de umidade dos painéis; Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade. **Absorção d'água**

Tabela 2 – Valores médios das propriedades físicas dos painéis MDP produzidos com madeira de *Pinus taeda* e partículas de resíduos do beneficiamento da *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Erva-mate) e dos colmos de *Bambusa* sp.,

As médias do teor de umidade dos painéis variaram de 10,05% a 11,10%, mas não houve diferença estatística entre eles. Todos os tipos de painéis apresentaram teor de umidade de acordo com os padrões recomendados pela ABIPA (2013), que sugere valores entre 5% a 13%.

Os resultados para densidade variaram de 0,764 g/cm³ à 0,798 g/cm³, sendo caracterizados como painéis de média densidade, de acordo com ANSI (2009) que estabelecem intervalo de 0,64 à 0,80 g/cm³. A densidade do painel está relacionada com a taxa de compactação das partículas, dependendo, também, da umidade do colchão e de outros fatores. Não houve diferença estatística significativa entre os resultados.

A variação das médias dos resultados de absorção d'água foi de 15,37% a 45,57%, para o ensaio de 2h e 30,47% a 57,90% para o ensaio de 24h, sendo observado diferença estatística entre os resultados. Os painéis produzidos com Bambu apresentaram maior absorção de água.

Os resultados encontrados neste estudo para os painéis de pinus foram próximos aos encontrados por Souza et al. (2012), de 21,26% para duas horas e de 66,46 % para 24 horas, com densidade média de 0,62 g/cm³ painel.

Para Melo et al. (2015), o acréscimo das partículas de bambu nos painéis proporcionou um aumento na absorção de água. Fato este confirmado neste trabalho.

A média dos valores para inchamento em espessura dos ensaios de 2 e 24 horas imersos em água variaram de 9,03% a 19,55% e de 14,66% a 24,06%, respectivamente, havendo diferença estatística entre os tipos de painéis. Todos os painéis produzidos atenderam aos requisitos da ANSI (2009) que estabelece inchamento máximo de 40% para um período de 24 horas. Por outro lado, todos os painéis tiveram maior inchamento do que recomendado pela ABNT (2006) que estabelece 8% para 2 horas.

Souza et al. (2012) produziram painéis MDP com partículas de *Pinus spp* de origem laboratorial e obtiveram 7,74% de inchamento para 2 h e 29,29% para 24 h.

3.2 Propriedades mecânicas dos painéis

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios das propriedades mecânicas dos painéis produzidos. Verificou-se que o pior desempenho para o MOR foi observado para os painéis de bambu, enquanto para o MOE ocorreu nos painéis de Erva-Mate. A norma americana de comercialização ANSI A 208.1 (1993) estabelece para painéis de média densidade (0,60 a 0,85 g/cm³), o valor mínimo requerido de 11 MPa para o MOR e 1700 MPa para MOE.

Painéis	Composição	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Dureza (MPa)	Ligação Interna (MPa)
P1	Bambu	6,11 d	930,75 b	29,97 a	0,20 d
P2	Erva-Mate	8,08 cd	881,90 b	23,95 b	1,15 a
P3	Pinus	17,25 a	2135,31 a	33,01 a	0,69 bc
P4	Bambu/Erva	7,37 cd	944,94 b	28,70 ab	0,71 bc
P5	Erva/Pinus	14,84 ab	1821,16 a	27,72 ab	0,90 ab
P6	Bambu/Pinus	11,58 bc	1586,39 a	27,70 ab	0,32 cd
P7	Pinus/Erva/Bambu	12,84 ab	1597,47 a	31,34 a	0,82 ab

Notas: MOR = Módulo de ruptura em flexão estática; MOE = Módulo de elasticidade em flexão estática. Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3 – Valores médios das propriedades mecânicas dos painéis MDP produzidos com madeira de *Pinus taeda* e partículas de resíduos do beneficiamento da *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Erva-mate) e dos colmos de *Bambusa sp.*,

Verificou-se que foram atendidas as exigências da norma ANSI para o MOR em todos os painéis produzidos com partículas de pinus, pura ou em mistura com erva-mate e bambu. Os requisitos para o MOE foram atendidos somente pelos painéis produzidos com partículas de pinus, ou em sua mistura com partículas de erva-mate.

Os maiores valores médios de MOR, MOE e dureza verificados nos painéis produzidos exclusivamente com madeira de pinus, podem ser teoricamente atribuídos aos maiores

teores de celulose, em comparação aos que houve a adição do bambu (STANGERLIN et al., 2011) e erva-mate. Para Melo et al. (2015), esta condição química pode proporcionar um maior grau de polimerização e de cristalinidade, interferindo diretamente nas propriedades mecânicas. Além disso, o teor de extrativo do pinus é inferior ao verificado na erva-mate (CARVALHO et al., 2015) e do bambu (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2013).

Neste estudo, os painéis produzidos com partículas de pinus em sua composição apresentaram MOE e MOR superiores aos 1.886,61 e 12,03 MPA do estudo desenvolvido por Iwakiri et al. (2010), em painéis de Pinus taeda com 8% de uréia-formaldeído e densidade de 0,68 g/cm³. Essa diferença pode ser explicada devido à maior densidade dos painéis, pois Saldanha e Iwakiri (2009) relatam que exerce influência direta nestas propriedades.

Melo et al. (2015), avaliando as propriedades de painéis produzidos com diferentes percentuais de partículas de bambu em composição com as de Eucalipto, concluíram que o acréscimo de bambu nos painéis proporcionou redução da resistência a flexão estática (MOR) até o percentual de 50%.

Para Dureza Janka, todos os painéis confeccionados atenderam ao requisito mínimo exigido pela Norma ANSI A208.1-93, de 2182 N (ou 21,82 MPa). Carvalho et al. (2015), constataram o mesmo para painéis puros e misturados, confeccionados com erva-mate ou pinus e mistura igualitária destas espécies.

A norma ANSI A208.1 (1999) estabelece valores mínimos de adesão interna para um painel de partículas de média densidade de 0,40 Mpa, valor somente não alcançado pelos painéis produzidos com bambu puro e mistura de bambu e pinus. O maior valor obtido de ligação interna foi para os painéis produzidos com erva-mate.

Outro fator importante é a dificuldade de colagem do bambu, influenciada pelo tipo de adesivo e pressão utilizada (Carrasco et al. 2017). Porém, uma alternativa que parece reverter essas limitações é a adoção do processo termomecânico utilizado para madeira, devido à redução do volume dos vazios no material, por meio da compressão, promovendo um aumento de densidade” (RUSCH et al, 2019).

Conforme Rusch et al (2020) o bambu apresenta dificuldades de colagem devido a sua primeira camada ser uma casca rica em sílica e cera, sendo refratária aos adesivos (no caso de painéis laminados ou de partículas), que também dificulta o processo de cozimento e desfibramento (no caso de painéis de fibras), em ambos os casos, dificultando a união e compactação (densificação) das fibras. Enquanto, que a face interna apresenta os septos transversais (diafragma do bambu) que é rica em amido, sendo uma camada de material com propriedades mecânicas inferiores às do restante do material (NOGUEIRA, 2008). Desta forma, estas camadas de material podem dificultar, e até inviabilizar a união e compactação das partículas, lâminas ou fibras, em painéis.

Além disso, o bambu apresenta baixa retenção de adesivo, gerando um contato enfraquecido entre as partículas, devido a sua condição de higroscopicidade (menos polar em comparação à madeira) e seu pH mais elevado que a madeira. (RUSCH et al, 2020).

As variações geométricas dos materiais remetem à necessidade do estudo de suas propriedades ao nível dimensional do elemento gerado (tamanho final) e formato (disco, escama, lasca ou tiras, etc.), pelo fato de isso interferir nos processos industriais e nas características dos produtos finais.

As partículas dos palitos de erva-mate apresentam a forma de disco (JENSEN, 2011), sendo classificadas como escamas (arredondadas), provavelmente, influenciadas pela imaturidade do material, por apresentar idade entre 6 e 18 meses, sem a plenitude de seu processo de lignificação. As partículas de bambu foram classificadas como lascas, por se apresentarem num formato estreito e alongado. As partículas comerciais de pinus foram classificadas como pequenas tiras, com reduzida espessura, mas de maior largura e com comprimento reduzido.

O termo ‘partícula’ corresponde ao componente agregado de um painel aglomerado, podendo ser de madeira ou outro material lignocelulósico. “A geometria das partículas interfere na qualidade percebida dos produtos, portanto, quando se objetiva a agregação de valor para os resíduos vegetais, o estudo de suas dimensões é determinante para a padronização dos processos” (JORDÃO et al., 2017). Para Haselein et al. (2002), a geometria das partículas é um fator básico determinante das características dos painéis, influenciando suas propriedades físico-mecânicas.

3.3 Modelagem de Misturas

As equações obtidas pelo método de modelagem de misturas para estimar as propriedades dos painéis em função dos percentuais de mistura dos materiais lignocelulósicos utilizados, confirmam que houve interações entre as misturas para as propriedades avaliadas (Tabela 4). As variações que decorreram do processo manual de produção dos painéis em laboratório contribuíram para aumentar o coeficiente de variação para um mesmo tipo de painel e isso refletiu no coeficiente de determinação (R^2) da modelagem. Os menores coeficientes de determinação foram encontrados para Dureza e Inchamento 24 horas, que ficaram abaixo de 0,50.

Propriedade	Equação	S_{yx}	R^2 ajust
Módulo de Ruptura	$MOR = 6,105 \cdot B + 8,077 \cdot E + 17,252 \cdot P + 8,710 \cdot E \cdot P + 40,062 \cdot B \cdot E \cdot P$	L= 1,065 Q= 5,216 C=37,508	0,722
Módulo de Elasticidade	$MOE = 931 \cdot B + 882 \cdot E + 2135 \cdot P + 1250 \cdot E \cdot P$	L= 139 Q= 680	0,688
Dureza	$D = 29,98 \cdot B + 23,96 \cdot E + 33,01 \cdot P + 15,17 \cdot B \cdot P + 108,12 \cdot B \cdot E \cdot P$	L= 1,94 Q= 9,50 C= 68,31	0,328
Ligação Interna	$LI = 0,195 \cdot B + 1,148 \cdot E + 0,688 \cdot P - 0,475 \cdot B \cdot P + 5,428 \cdot B \cdot E \cdot P$	L= 0,086 Q= 0,423 C= 3,042	0,806

Inchamento 2 horas	$IE2= 19,54*B + 11,38*E + 12,44*P + 8,004*B*E + 15,19*E*P - 25,46*B*P - 78,46*B*E*P$	L= 1,49 Q= 7,28 C= 52,33	0,569
Inchamento 24 horas	$IE24= 24,06*B + 14,94*E + 20,26*P - 11,28*B*P - 107,93*B*E*P$	L= 1,74 Q= 8,52 C= 61,26	0,423
Absorção de água 2 horas	$AA2= 33,68*B + 37,60*E + 15,37*P + 39,71*B*E + 53,68*E*P - 214,92*B*E*P$	L= 2,85 Q= 13,95 C= 100,31	0,736
Absorção de água 24 horas	$AA24= 50,91*B + 52,21*E + 30,48 * P + 66,25*E*P - 23,08*B*P - 257,69*B*E*P$	L= 3,80 Q= 18,64 C= 134,02	0,549

Notas: B: porcentagem de bambu; E: porcentagem de erva-mate; P: Porcentagem de pinus;
L: Erro padrão da estimativa linear (coeficientes do efeito principal); Q: Erro quadrático (coeficiente das misturas de dois componentes); Erro cúbico (coeficiente da mistura tripla); R²: Coeficiente de determinação ajustado.

Tabela 4. Equações para estimativa das propriedades dos painéis em função da proporção de cada material na mistura

As equações obtidas para as propriedades físicas e mecânicas podem ser usadas para estimar as propriedades de um painel produzido a partir de qualquer proporção de mistura de dois ou dos três materiais utilizados neste estudo. Nas equações, foram descartados os coeficientes menores que o erro padrão de sua estimativa.

Verificou-se que a maioria das interações ocorridas entre as misturas concorreram para melhorar as propriedades dos painéis pois foram positivas para as propriedades mecânicas e negativas para as propriedades físicas. Exceções foram para LI na mistura de bambu e pinus; IE2 e AA2 nas misturas de bambu e erva-mate e de erva-mate e pinus; e AA24 na mistura de erva-mate e pinus. Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas das propriedades referenciadas pela norma ANSI A208.1 (1993), dos painéis produzidos com a mistura equivalente dos três tipos de materiais, considerando a equação completa (com os coeficientes significativos das interações) e considerando a equação linear (que utiliza somente os coeficientes dos efeitos principais de cada material).

Propriedade	Referência	Estimativa equação completa	Estimativa equação linear
MOR	11 (MPa)	12,91 (MPa)	10,47 (MPa)
MOE	1700 (MPa)	1454 (MPa)	1315 (MPa)
LI	0,40 (MPa)	0,82 (MPa)	0,68 (MPa)
IE24	40 %	14,50 (%)	19,73 (%)

Tabela 5. Valores de referência e valores médios estimados das propriedades dos painéis produzidos com a mistura dos três materiais, obtidos pela modelagem considerando a equação completa e a equação linear.

Das quatro propriedades referenciadas pela norma ANSI A208.1 somente o MOE não foi alcançado pela mistura equivalente dos três materiais. Nessa propriedade, o painel puro de erva-mate apresentou a menor média, no entanto, quando em mistura com pinus, as partículas de erva-mate apresentaram uma interação positiva. Dessa forma, algumas composições triplas podem apresentar um MOE superior a 1700 MPa como, por exemplo, a mistura de bambu (20%) x erva-mate (20%) x pinus (60%) com estimativa para MOE de 1794 MPa, ou a mistura de 20% x 30% x 50% com estimativa em 1706 MPa.

4 | CONCLUSÕES

Os painéis puros produzidos com partículas de palitos de erva-mate e/ou de colmos de bambu apresentaram propriedades inferiores em comparação ao painel puro de partículas de pinus e, para algumas propriedades, inferiores aos requisitos normativos.

A adição de partículas de erva-mate e de bambu nas partículas de pinus, em determinadas proporções, possibilitou alcançar propriedades que atendem aos requisitos normativos, sendo possível estimar, com as equações obtidas pela modelagem de misturas, os percentuais mais adequados de cada material.

Os resultados obtidos indicaram que as partículas de palitos de erva-mate e de colmos de bambu apresentaram potencial para serem utilizados como matéria-prima para produção de painéis MDP, quando em mistura com partículas de madeira de pinus.

REFERÊNCIAS

ABIPA. Programa Setorial da Qualidade de Painéis de Partículas de Madeira (MDP) e Painéis de Fibras de Madeira (MDF) - Relatório Setorial n. 7, **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA**, São Paulo, 2013. 23p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810**: Chapas de madeira aglomerada. 2006. 51 p.

ALMEIDA, A. L. A.; VALARELLI, I. D.; LIMA, F. L. S.; BATTISTELLE, R. A. G. Avaliação das propriedades físicas das chapas homogêneas compostas de bambu e pinus utilizando resina poliuretana a base de mamona. In: XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2008, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UEL, 2008. Disponível em: <<http://www.ebramem.expertu.com.br>>. Acesso em: 12/04/2017.

ANSI-A-208.1. **Mat-formed wood particleboard**. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE: New York, 1993. 9p.

ASTM D 1037. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Material. **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**. West Conshohocken, Pa., Philadelphia. U.S.A, 2006. 30p.

Bamboo Phylogeny Group (BPG). An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Bamboo Science & Culture**, 24(1), 1–10, 2012.

BARBIRATO, G.; FIORELLI, J.; BARRERO, N. G.; PALLONE, E. M. de J. A.; LAHR, F. A. R.; CRISTOFORO, A. L.; SAVASTANO JUNIOR, H. Paineis aglomerados híbridos de casca de amendoim reforçado com partículas de madeira Itaúba. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 685-697, jul.-set., 2014. ISSN 0103-9954

BELINI, U. L., SAVASTANO JUNIOR, H., BARRERO, N. G., SARTORI, D. L., Leite, M. K., FIORELLI, J., & TOMAZELLO Filho, M. (2014). Paineis multicamada com reforço de partículas de bambu. **Scientia Forestalis**, 42(103), 421-427.

BUZO, A. L. S. C., SUGAHARA, E. S., SILVA, S. A. D. M. D., MORALES, E. A. M., & AZAMBUJA, M. D. A. (2019). Painéis de pinus e bagaço de cana empregando-se dois adesivos para uso na construção civil. **Ambiente Construído**, 19(4), 183-193.

CARRASCO, E. V. M. et al. Resistência ao cisalhamento da ligação bambu-bambu: influência da pressão de colagem. **Matéria**, v. 22, e11914, 2017.

CARVALHO, A. G.; ANDRADE, B. G.; CABRAL, C. P. T.; VITAL, B. R. Efeito da adição de resíduos de poda da erva-mate em painéis aglomerados. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.209-214, 2015.

CHAOWANA, P. Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based. **Journal of Materials Science Research**, Thailand, v. 2, n. 2, p. 90-102, 2013. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jmsr/article/view/25691/15870>>. Acesso em: 25/01/2016.

CRAVO, J. C. M.; SARTORI, D. de L.; FIORELLI, J.; BALIEIRO, J. C. de C.; SAVASTANO JUNIOR, H. Paineis aglomerados de resíduos agroindustriais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 721-730, jul.-set., 2015.

DE SOUZA, J. T., TALGATTI, M., da SILVEIRA, A. G., de MENEZES, W. M., HASELEIN, C. R., & SANTINI, E. J. Propriedades mecânicas do MDP produzido com partículas de madeira de *Ilex paraguariensis*, *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* Mechanical properties of MDP produced with wood particles of *Ilex paraguariensis*, *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 273-285, jun. 2019

FAO. Estatística de produtos florestais. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION**, 2015. Disponível em:<<http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/es/>>. Acesso em: 06 de abril. De 2017.

FAO. Global Forest Resources Assessment 2010. FAO FORESTRY PAPER 163. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS**, Rome, Italy, 2010.

GUIMARÃES JUNIOR, M.; NOVACK, K. M.; BOTARO, V. R.; PROTÁSIO, T. DE P.; COUTO, A. M. Caracterização físico-química de fibra e polpas de *Bambusa vulgaris* Schrad para utilização em compósitos poliméricos. **Rev. LatinAm. Metal. Mat**, v. 33, n. 1, p. 33-42, 2013.

GUIOTOKU, M.; LAZARIS, V.; DALLAGO, R. M.; MAGALHÃES, W. L. E. Utilização de Palitos de Erva-Mate na Produção de Painéis de Aglomerado. Comunicado técnico 214, **Embrapa Florestas**, Colombo, PR, dezembro de 2008. ISSN 1517-5030

HAKEEM, K. R. IBRAHIM, S.; IBRAHIM, F. H.; TOMBULOGLU, H. Bamboo biomass: various studies and potential applications for value-added products, p. 231-244. In: HAKEEM, K. R.; JAWAID, M.;

HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLIG, É.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F. Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeiras de diferentes dimensões. *Ciência Florestal*, v. 12, n. 2, p. 127-134, 2002.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. **Revista Acta Amazonica**, v. 40 n. 2, p. 303-308, 2010.

JENSEN, S. Modelagem e investigação experimental dos processos de secagem e extração de ervamate (*Ilex paraguariensis*). Tese (doutorado em Tecnologia de Alimentos), UFPR, Curitiba, 2011. 117f.

JORDÃO, D.; RAZERA, D.; TRIANOSKI, R. A geometria das partículas das fibras vegetais para aplicação no design de produtos. *Estudos em Design*, v. 25, n. 2, p. 50-65, 2017.

LOBOVIKOV, M.; PAUDEL, S.; PIAZZA, M.; REN, H.; WU, J. World bamboo resources: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005. **INBAR/FAO**, Rome, 2007. e-Book. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-a1243e.pdf>>. Acesso em: 02/09/2015.

LONDOÑO, X. **Evaluation of bamboo resources in Latin America**. Summary of the final report of Project 96-8300-01-4. INBAR. Beijing, 2001.

MELO, R. R. de; STANGERLIN, D. M.; SOUSA, A. P. de; CADEMARTORI, P. H. G. de; SCHNEID, E. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados madeira-bambu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p.35-42, jan, 2015.

MELO, R. R. et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados madeira-bambu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p. 35-42, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120970>

MOSLEMI, A. A. **Particleboard**. Illinois: Southern Illinois University, 1974. v. 2, 245 p.

NOGUEIRA, C. de L. Paineis de bambu laminado colado estrutural. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. 92 f.

PEREIRA, M. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru, SP: Canal6, 2007. e-Book. Disponível em: <http://www.canal6.com.br/ed/wp-content/download/Trecho_inicial_Bambu.pdf>. Acesso em: 16/07/2015.

QISHENG, Z. Characteristic and Prospects for Processing Approaches for Bamboo Resources. In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL WORKSHOP ON BAMBOO INDUSTRIAL UTILIZATIONS. **International Network for bamboo and Rattan - INBAR**, October, 2003.

RUSCH, F; MUSTEFAGA, EC; HILLIG, É; TREVISAN, R & TELEGINSKI, E. Physical properties of high density panels (HDP) from pine, bamboo and coparticipation of yerba mate. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-18, e436974022, 2020. Doi: 10.33448/rsd-v9i7.4022

RUSCH, F.; HILLIG, É.; TREVISAN, R.; MUSTEFAGA, E. C.; CAMPOS, R. F. Propriedades físicas e mecânicas de hastas adultas de diferentes espécies de bambu: uma revisão. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 22549-22566 apr. 2020. Doi: 10.34117/bjdv6n4-426

RUSCH, F.; TREVISAN, R.; HILLIG, ÉVERTON; MUSTEFAGA, E. Propriedades físico-mecânicas de painéis de bambu laminado. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, v. 49, p. e53714, 8 fev. 2019.

SALDANHA, L. K.; IWAKIRI, S. Influência da densidade e do tipo de resina nas propriedades tecnológicas de painéis osb de *Pinus taeda* L. *Floresta*, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 571-576, 2009.

SOUZA, J. T. D., MENEZES, W. M. D., HASELEIN, C. R., BALDIN, T., AZAMBUJA, R. D. R., & MORAIS, W. W. C. (2017). Avaliação das propriedades físico-mecânicas de painéis de casca de arroz e adesivo tanino-formaldeído. *Ciência Florestal*, 27(3), 1003-1015.

SOUZA, K. B.; ALMEIDA, K. N. S.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; GUIMARÃES NETO, R. M. Comparação das propriedades físicas de painéis aglomerados de Pinus de origem industrial e laboratorial. *Scientia Plena*. Bom Jesus, v.8, p. 1-5, 2012.

STANGERLIN, D.M. et al. Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado. *Ciência Rural*, v.48, n.8, 1369-1374, 2011. Doi10.1590/S0103-84782011000800012.

VIEIRA, M. C.; BRITO, E. O.; GONÇALVES, F. G. Evolução econômica do painel compensado no Brasil e no mundo. *Floresta e Ambiente*, v. 19, n. 3, p. 277-285, 2012.

VITAL, B. R.; WILSON, J. B. Efeito da forma geométrica dos flocos e partículas, da densidade das chapas e do tipo de adesivo nas propriedades mecânicas das chapas de madeira aglomerada. *Árvore*, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 179-187, 1980.

SOBRE A ORGANIZADORA

CRISTINA ALEDI FELSEMBURGH - Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2003), mestrado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2006), doutorado em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (2009) e **pós**-doutorado na Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Divisão de Funcionamento de Ecossistemas Tropicais (2016). Atua como professora da Universidade Federal do Oeste do Pará, no Instituto de Biodiversidade e Florestas desde 2010. Atualmente a organizadora tem se dedicado aos projetos voltados à área de Ecologia Aplicada. Contato: crisalefel@gmail.com

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 