

# Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2



**Cristina Aledi Felsemburgh**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2



**Cristina Aledi Felsemburgh**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

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

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

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



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

### **Conselho Técnico Científico**

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

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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E55	<p>Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia.            ISBN 978-65-5706-080-3            DOI 10.22533/at.ed.803200506</p> <p>1. Engenharia florestal. 2. Empreendedorismo. I. Felsemburgh, Cristina Aledi.</p> <p style="text-align: right;">CDD 361.61</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 16 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 para a diversidade, abordando a fitossociologia, conservação da vegetação, ecologia e distribuição espacial de espécies. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas voltados para ao crescimento e desenvolvimento de mudas na recuperação ambiental, uso da adubação química e orgânica e ainda à propagação vegetativa e variabilidade genética. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados para a conservação de espécies em áreas urbanas, planejamento paisagístico e planejamento e gestão de recursos hídricos. Em uma quarta parte, os temas estão relacionados aos produtos florestais, propriedades e indústria da madeira e colheita florestal. E finalizando, em uma quinta parte com um trabalho sobre a utilização de extratos de origem vegetal como alternativa terapêutica. Desta forma, o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2” apresenta resultados relevantes realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados neste de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felseburgh

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA COM GRUPOS ECOLÓGICOS DO COMPONENTE ARBÓREO ADULTO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Raquel Elvira Cola Mariana da Silva Leal Stheffany Carolina da Silva Lóz Anne Carolyne Silva Vieira Lucas Galdino da Silva Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto Mayara Dalla Lana Carlos Frederico Lins e Silva Brandão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8032005061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE FLORÍSTICA DE FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO PARA PROJETOS RODOVIÁRIOS	
Denison Lima Correa Juliana Fonseca Cardoso Jorleide Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8032005062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
ESTRUTURA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE <i>Theobroma speciosum</i> Willd.ex Spreng NA FLORESTA NACIONAL DO TAPIRAPÉ-AQUIRI	
Gleysla Gonçalves de Carvalho Fernandes Luana do Carmi Oliveira Ferreira Amanda Nadielle Barros Isoton Danielly Macedo Vieira Gilberto Andersen Saraiva Lima Chaves Álisson Rangel Albuquerque André Luis Macedo Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8032005063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE PARICÁ EM ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO DE CARAJÁS	
Kamila da Silva Teles Gonçalves Kessy Jhonnes Soares da Silva Hermogenes Ronilson Silva de Sousa Vanessa Patrícia Berté Kafer Daiane de Cinque Mariano Ângelo Augusto Ebling André Luis Macedo Vieira Cândido Ferreira de Oliveira Neto Ismael de Jesus Matos Viégas Ricardo Shigueru Okumura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8032005064</b>	



**CAPÍTULO 5 ..... 43**

COMPORTAMENTO INICIAL DA *Virola surinamensis* EM ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Nayra Beatriz de Souza Rodrigues  
Kessy Jhonnes Soares da Silva  
Hermogenes Ronilson Silva de Sousa  
Vitória de Cássia Viana Silva Lima  
Gabriel Costa Galdino  
Daiane de Cinque Mariano  
Ângelo Augusto Ebling  
André Luis Macedo Vieira  
Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Ricardo Shigueru Okumura

**DOI 10.22533/at.ed.8032005065**

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

BIOMASSA E AGREGAÇÃO RADICULAR EM MINIESTACAS DE *Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO

Mellina Nicácio da Luz  
Eder Ferreira Arriel  
Geovanio Alves da Silva  
Rita de Cassia Henriques Delfino  
Erika Rayra Lima Nonato  
Juliana Araújo Leite  
Sérvio Túlio Pereira Justino  
Clícia Martins Benvinda Nóbrega  
Valeska Regina Silva Martins

**DOI 10.22533/at.ed.8032005066**

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

CORRELAÇÕES GENÉTICAS E AGRUPAMENTOS DE PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva*

Francieli Alves Caldeira Saul  
Daniele Fernanda Zulian  
Luciane Missae Sato  
Lara Comar Riva  
José Cambuim  
Alexandre Marques da Silva  
Mario Luiz Teixeira de Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.8032005067**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES DE CRESCIMENTO EM PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. EM SELVÍRIA, BRASIL

Francieli Alves Caldeira Saul  
Daniele Fernanda Zulian  
Alexandre Marques da Silva  
Maiara Ribeiro Cornacini  
José Cambuim  
Regivan Antônio de Saul  
Mario Luiz Teixeira de Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.8032005068**

**CAPÍTULO 9 ..... 79**

AS FLORESTAS URBANAS SOB A ÓTICA DA CONSERVAÇÃO GENÉTICA

Lara Comar Riva  
Marcela Aparecida de Moraes  
Mayara Aparecida de Moraes  
Mario Luiz Teixeira de Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.8032005069**

**CAPÍTULO 10 ..... 91**

USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO DO BAIRRO BIVAR OLINTO NA CIDADE DE PATOS – PB

Everton Monteiro da Costa  
Marcelo Pereira Dutra Júnior  
Denize Monteiro dos Anjos  
Felipe Silva de Medeiros  
Antonio Amador de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.80320050610**

**CAPÍTULO 11 ..... 102**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Isleia de Oliveira Silva  
Ana Paula Brito de Sousa  
Luiza Layana Oliveira Rodrigues Menezes  
Rayara Barros Silva  
Cristiane Matos da Silva  
Júnior Hiroyuki Ishihara

**DOI 10.22533/at.ed.80320050611**

**CAPÍTULO 12 ..... 111**

ANÁLISE OPERACIONAL DO FORWARDER NO BALDEIRO DE TORAS DE PINUS TAEDA L. EM OPERAÇÃO DE PRIMEIRO DESBATE MISTO.

Daiane Alves de Vargas  
Franciny Lieny Souza  
Jean Alberto Sampietro  
Helen Michels Dacoregio  
Marcelo Bonazza  
Luís Henrique Ferrari  
Vinicius Schappo Hillesheim  
Erasmu Luis Tonett  
Natali de Oliveira Pitz

**DOI 10.22533/at.ed.80320050612**

**CAPÍTULO 13 ..... 118**

EFEITO DO PREPARO DO SOLO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.

Maurício Leodino de Barros  
Thaís Souza Marques  
Victor Augusto Lopes Maranhão  
Mayara Suellem dos Santos Marinho  
Renata Guilherme Cândido da Silva  
Andreza Rafaella Carneiro da Silva dos Santos  
Vânia Aparecida de Sá

**DOI 10.22533/at.ed.80320050613**

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
KRIGAGEM PARA A ESTIMATIVA DA ALTURA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO EM ÁREA DE DECLIVE	
Luilla Lemes Alves	
Bruno Oliveira Lafetá	
Ivan da Costa Ilhéu Fontan	
Ícaro Tourino Alves	
Tamires Moussolech Andrade Penido	
Adéliton da Fonseca de Oliveira	
Isadora Azevedo Perpétuo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80320050614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>140</b>
CARACTERIZAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA PLÁSTICA E SUA UTILIDADE NA INDÚSTRIA MADEIREIRA	
Yonny Martinez Lopez	
Fabricio Gomes Gonçalves	
Juarez Benigno Paes	
Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho	
Marcos Alves Nicácio	
Emily Soares Gomes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80320050615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>154</b>
ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E MODULADORA DE <i>Eucalyptus camaldulensis</i> DEHN FRENTE À LINHAGENS MULTIRRESISTENTES DE <i>Staphylococcus aureus</i>	
Gil Sander Próspero Gama	
Samuel de Barros Silva	
Raizza Eveline Escórcio Pinheiro	
João Sammy Nery de Souza	
Thiago Pereira Chaves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80320050616</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>164</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>165</b>

## CARACTERIZAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA PLÁSTICA E SUA UTILIDADE NA INDÚSTRIA MADEIREIRA

Data de aceite: 12/05/2020

### **Yonny Martinez Lopez**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4179162228704577>

### **Fabricio Gomes Gonçalves**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/0616694853822879>

### **Juarez Benigno Paes**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/3454401627877927>

### **Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/0125088071269647>

### **Marcos Alves Nicácio**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/3271895926396491>

### **Emily Soares Gomes da Silva**

Universidade Federal do Espírito Santo,  
Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo,  
Brasil. <http://lattes.cnpq.br/2988555489175358>

**RESUMO:** Os painéis de madeira plástica constituem um produto madeireiro de grande importância para a indústria florestal. O objetivo deste trabalho é mostrar as características dos painéis de madeira plástica para o desenvolvimento da indústria madeireira e florestal, que, devido às suas propriedades, são amplamente utilizadas em diversas áreas nos mais variados fins, colocando-as entre os materiais de maior demanda no mercado internacional. Devido ao seu valor agregado tornou-se um produto altamente preferencial. No presente trabalho, os painéis foram desenvolvidos por extrusão, com dimensões de 6000x250x16 mm de comprimento, largura e espessura, respectivamente. Os painéis foram fabricados com resíduos da indústria florestal do processamento primário da madeira de *Pinus caribaea* e termoplásticos reciclados como tereftalato de Polietileno (PET), Polietileno de alta densidade (PEAD), Polietileno de baixa densidade (PEBD), Polipropileno (PP) e Policloreto de vinilo (PVC). Todos os materiais termoplásticos foram utilizados em proporções iguais até atingirem a percentagem planejados para cada tratamento. No trabalho é proposta a metodologia para sua elaboração, onde



é detalhada cada um dos passos a serem realizados para cada matéria-prima e no processo tecnológico. Foram desenvolvidos seis painéis nas proporções de termoplástico-serragem-aditivos da seguinte forma: T1 (40-55-5); T2 (45-45-10); T3 (50-35-15); T4 (55-25-20); T5 (60-40-0); T6 (40-60-0). De maneira geral os tratamentos desenvolveram boas propriedades físico-mecânicas, o que garante sua aplicabilidade. Os resultados indicam que as propriedades físicas dos painéis têm uma tendência a melhorar com o aumento da densidade, isso está condicionado as características dos termoplásticos usados. Foi também demonstrado que os tratamentos oferecem maior resistência à ação da água nos tratamentos cuja dosagens de termoplásticos foi maior, dado pelo encapsulamento das partículas de madeira pela matriz termoplástica, isso melhorou consideravelmente as propriedades físicas, bem como a compatibilidade entre as matérias-primas utilizadas. Estas propriedades favorecem que os painéis tenham boas perspectivas no desenvolvimento da indústria florestal e madeireira.

**PALAVRAS CHAVE:** matéria-prima, resíduos industriais, painéis reconstituídos, processo tecnológico.

## CHARACTERIZATION OF WOOD-PLASTIC COMPOSITE (WPC) AND THEIR UTILITY IN THE WOOD INDUSTRY

**ABSTRACT:** Wood-Plastic Composite is a product of great importance for the woodworking and forest industry. The objective of the work is to show the characteristics of this panels for the development of the forestry and timber industry, which, due to their properties, are widely used several areas in various purposes, placing them among the materials of greatest demand in the international market. Because of their value added has become a highly preferred product. The board were developed by extrusion, with dimensions of 6000×250×16 mm in length, width and thickness, respectively. The particleboards were manufactured with residues from the forestry industry from the primary processing of *Pinus caribaea* wood and recycled thermoplastics such as Polyethylene terephthalate (PET), Polyethylene high density (HDPE), Low density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP) and polyvinyl chloride (PVC). All used in equal proportions until they reach the percentages planned for each treatment. The work proposes the methodology for its elaboration, in which each step to be performed for each raw material and in the technological process is detailed. Six boards were developed in the proportions of thermoplastic-sawdust-additives as follows: T1 (40-55-5); T2 (45-45-10); T3 (50-35-15); T4 (55-25-20); T5 (60-40-0); T6 (40-60-0). In general, the treatments obtained developed good physical-mechanical properties, which guarantees its applicability. The results indicate that the physical properties of the boards have a tendency to improve with increasing density, this is conditioned to the characteristics of the thermoplastics used. It has also been shown that treatments offer greater resistance to the action of water whose dosages of thermoplastics and

greater, due to encapsulation of the wood particles by the thermoplastic matrix, this considerably improves the physical properties. As well as the compatibility between the raw materials used. These properties favor that the panels have good prospects in the development of the wood and forestry industry.

**KEYWORDS:** raw material, industrial waste, reconstituted panels, technological process.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria da madeira têm a característica de gerar grandes volumes de resíduos durante o processo de exploração florestal, seja antes introduzida no processo industrial até que o produto final seja obtido. Esses resíduos podem contribuir para o mundo da economia, pois podem contribuir na elaboração de produtos de qualidade e com um valor de mercado significativo. A sociedade, juntamente com a revolução tecnológica, levou à maior produção de resíduos em toda a história da humanidade. No entanto, as melhorias tecnológicas resolverão simultaneamente os problemas de poluição e a escassez de recursos naturais (Lopez et al., 2020).

Os resíduos de processos industriais e de serviços, bem como na esfera residencial, são considerados uma necessidade social para reduzir o consumo de combustíveis fósseis e seu uso pode constituir uma solução não apenas para os problemas ambientais que sua disposição incorreta causou ao longo dos anos, mas, por sua vez, agrega maior valor à madeira na indústria florestal (Ortega et al., 2018).

O uso de subprodutos, tanto florestais quanto outras indústrias, é pouco utilizado. Por exemplo: serragem e plásticos são armazenados em grandes colinas ou queimados em caldeiras, acarretando graves danos ao meio ambiente. Há maneiras de se aproveitar estes resíduos/insumos, principalmente, da serragem, que, embora seja frequentemente usada na produção de celulose, papel e fertilizantes, tem amplas perspectivas para a indústria de papelão. Seu uso associado a outros resíduos industriais (termoplásticos), possuem potencial de gerar produtos de qualidade satisfatória, podendo substituir o uso de outros materiais que são mais difíceis de descartar (Najafi 2013).

No entanto, a realidade é que em países que não possuem essas tecnologias, seu uso como combustível é o mais comum. O desenvolvimento de novos materiais derivados da reciclagem de plásticos e madeira está se tornando uma alternativa real e vantajosa, abrindo oportunidades e possibilidades para sua aplicação em produtos para diferentes áreas, devido às inúmeras vantagens que apresentam, principalmente para uso ao ar livre (Moreno e Saron, 2017).

Os painéis madeira plástica são fabricados pela mistura de plásticos sintéticos e serragem ou fibras vegetais, e são de crescente interesse na ciência e engenharia de materiais. Seu valor ambiental é evidenciado pelo fato de este material permitir a fabricação de estruturas recicladas e recicláveis que favorecem a reutilização e a recuperação de resíduos. Este tipo de painel possui boas propriedades físico-mecânicas, atribuindo uma vida útil superior à madeira e a outros materiais de construção (Migneault et al., 2015).

Nesta pesquisa, a partir da mistura de serragem de *Pinus caribaea* var *caribaea* com resíduos termoplásticos e aditivos químicos, foi desenvolvido um produto florestal que, devido à sua baixa porosidade e resistência às propriedades físico-mecânicas, pode se tornar um forte concorrente comparado aos materiais comumente usados na construção de elementos para residências, prédios e embalagens de aplicações internas e externas, substituindo placas e metais convencionais por grandes vantagens contra os efeitos das intempéries.

## 2 | CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Foram fabricados seis painéis nas proporções de termoplástico-serragem-aditivos (Carbonato de cálcio, ácido esteárico) da seguinte forma: T1 (40-55-5); T2 (45-45-10); T3 (50-35-15); T4 (55-25-20); T5 (60-40-0); T6 (40-60-0). Foram avaliados o comportamento da matéria-prima, bem como o tratamento realizado para cada uma delas, principalmente relacionado ao teor de resina na madeira de pinus e na trituração de plásticos reciclados. Os resultados foram comparados com um painel comercial (testemunha) obtido na empresa que produz esse tipo de painel em Cuba.

As matérias-primas utilizadas no processo produtivo do compósito madeira plástica (WPC) foram obtidas em diversos setores produtivos, a serragem de *Pinus caribaea* foi obtido no processo de transformação primária da madeira da indústria florestal. Por sua vez, os resíduos termoplásticos foram obtidos do setor social, por meio de empresas de recuperação de matérias-primas.

Foi possível obter resíduos termoplásticos correspondentes aos cinco grupos de acordo com sua classificação, os quais foram incorporados ao processo produtivo após trituração. Esses resíduos substituíram os plásticos virgens que a empresa normalmente usa para fabricar os painéis. Os tratamentos realizados na matéria-prima descrita no projeto tecnológico foram realizados em correspondência com as normas internacionais específicas, permitindo colocar a madeira e os termoplásticos em condições adequadas para uso no processo tecnológico dos painéis.

### 3 | TRATAMENTOS REALIZADOS NA SERRAGEM DE *PINUS CARIBAEA*

O peneiramento foi realizado para determinar a distribuição das partículas de acordo com seu tamanho, devido ao uso de meios efetivos de transporte, além de fornecer a faixa ideal de uso como matéria-prima para o desenvolvimento dos painéis. O teste foi realizado no Laboratório de Estrutura da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo. As peneiras de distribuição são consideradas pela série *Tyler*, que define um intervalo de 2.362 mm a 0,038 mm de abertura, para isso foi usada uma amostra de 100 g de serragem e, usando uma peneira vibratória por 30 minutos.

A determinação da umidade foi realizada a partir de amostras de cerca de 1g, seca em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , de acordo com a Associação Técnica para as Indústrias de Papel e Celulose - TAPPI T12 os-75 (1992).

### 4 | PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE RESINA DA SERRAGEM DE *PINUS CARIBAEA*

O processo foi realizado no laboratório de Química da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, de acordo com a Norma TAPPI T 257 os-76 (1978). A extração foi feita a partir de uma amostra de 5,0 gramas da serragem, com base no seguinte procedimento: etanol como solventes para a extração (2:1) por 8 horas, seguido de extração em etanol a 95% por 4 horas. A extração foi realizada usando um equipamento Soxhlet com contra fluxo de água fria durante o tempo estabelecido por cada solvente de acordo com o padrão. Após, foram secos em estufa por 4 horas a uma temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### 5 | TRATAMENTOS REALIZADOS PARA RESÍDUOS TERMOPLÁSTICOS

Os termoplásticos usados foram classificados e separados, a trituração foi realizada no Laboratório de Painéis da Universidade Federal do Espírito Santo, utilizando um moinho de martelo. Após foram lavados em água a uma temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , usando detergente para remover todas as impurezas contidas nos materiais, uma vez que muitos deles são provenientes do setor residencial e secos ao ar.

### 6 | CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO TECNOLÓGICO DO WPC

#### 6.1 Distribuição granulométrica da serragem de *Pinus caribaea*

Determinou-se que para cada  $\text{m}^3$  de serragem, 88,3% podem ser utilizados no processo de produção de compósito de madeira plástica (Figura 1), pois estão entre as faixas estabelecidas para a fabricação de painéis de partículas (0,04 a 0,83 cm)



(Mrad et al., 2018).

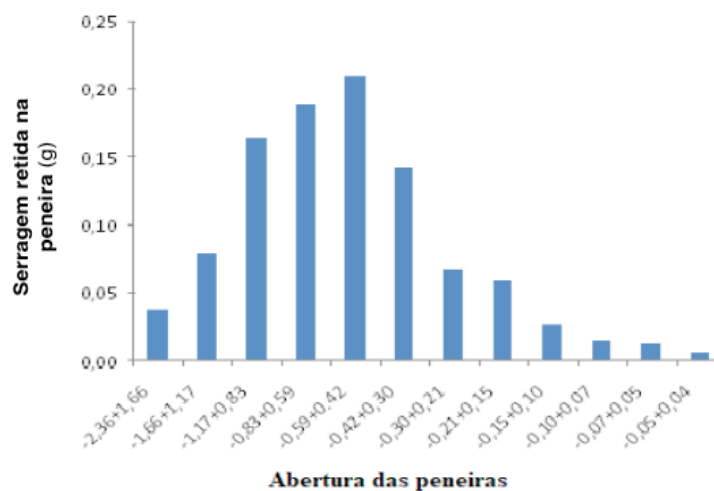


Figura 1. Análise granulométrico das partículas de serragem de *Pinus caribaea*.

Neste ensaio, a presença de casca não foi quantificada, pois foram removidas das amostras de serragem. Considera-se que a forma típica de partícula é um paralelepípedo, pois as peneiras utilizadas no processo são projetadas para atingir essa geometria. Na prática, uma partícula aceitável deve atingir um índice de esbeltez entre 60 e 120, sendo 100 o caso ideal para as partículas de pinho (aproximadamente 70,7) (Machado et al., 2016).

Esse valor varia para partículas finas e grossas na fabricação de painéis de madeira plástica (WPC), sendo que quanto menor o tamanho das partículas o fluxo tecnológico oferece uma melhor ligação entre as partículas de serragem, termoplásticos e aditivos, favorecido pelas altas temperaturas durante a fundição de resinas plásticas, melhorando o contato entre elas e conseqüentemente a adesão e a transmissão de força (Liang, 2017a).

## 6.2 Avaliação do teor de umidade do serragem de *Pinus caribaea*

O teor de umidade das partículas de serragem desempenha um papel importante na fabricação de painéis de partículas, incluindo o WPC, contribuindo para o transporte rápido de energia térmica para o painel, permitindo que suas propriedades sejam melhores, facilitando a função de cada um dos aditivos utilizados (Liang, 2017b). Estima-se que em 1 kg de amostra de serragem tenha 0,2 kg de umidade. Em escala industrial, esse procedimento é realizado em secadores do tipo suspensão com gases, gases de combustão, ar quente ou ambos, com a temperatura de entrada e saída variando entre 117 e 175°C, respectivamente

(Kaboorani, 2017).

O teor de umidade inicial da serragem de *Pinus caribaea* foi de 20%, o que determinou que, para uso como matéria-prima, deve atender aos padrões estabelecidos a esse respeito. Isso implica uma redução de pelo menos 15% necessária para ter matéria-prima adequada para seu uso na produção do aglomerado, que estabelece 3 a 6% de umidade, considerando seu estado ideal entre 1 e 2% de umidade.

A estabilidade do teor de umidade das amostras de serragem utilizadas na fabricação dos painéis de madeira plástica foi obtida com um teor médio de umidade de 4,5%. Teores de umidade semelhantes são relatados na literatura (Lopez et al., 2020) para compostos feitos à base de serragem de madeira e termoplásticos por moldagem por injeção usando madeira com um teor de umidade de 3% antes do processamento de WPC sem o uso de aditivos.

Considera-se que para os WPC, o teor de umidade da serragem submetida no processo de secagem, tanto no processo de peletização, quanto na extrusão, podem ser degradados alguns componentes da madeira como os carboidratos, de menor massa molecular presentes na parede celular da madeira. Os gases e o vapor de água resultante podem ser encapsulados pela matriz termoplástica durante a formação do painel favorecendo o aumento do teor de umidade dos compostos (Hosseinihashemi e Badritala, 2017).

### 6.3 Avaliação do processo de extração da resina da serragem de pinho

No processo industrial para a produção de painéis de madeira plástica, demonstrou-se que o teor de resina na madeira de pinus deterioraria o equipamento principalmente o eixo sem-fim da no processo de extrusão, dada pelas explosões, que ocorrem a temperaturas acima de 200 °C. Esse fenômeno ocorre a partir da formação de gás inflamável no interior do equipamento de extrusão e peletização (Figura 2).

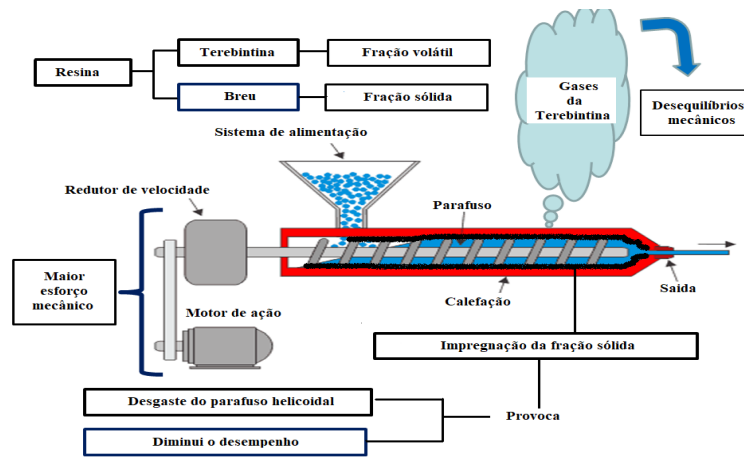


Figura 2. Efeito dos componentes da resina de *Pinus caribaea* no processo tecnológico dos painéis de madeira plástica (WPC).

Os gases inflamáveis provocados pela terebintina levam a desequilíbrios internos violentos, não apenas no equipamento, mas também afetam o processo de sinterização do painel, com a consequente deterioração na qualidade do compósito a ser produzido. As resinas dos pinus apresentam uma das principais fontes de terpenos e terpenóides, fazendo parte das substâncias extraíveis entre 3 e 4% em relação ao resto dos componentes da madeira (Essabir et al., 2017).

No processo de extração dos componentes da resina presentes na madeira de *Pinus caribaea* estão entre 3,73 a 3,90% em tolueno, entre 1,98 a 2,09% em etanol. As resinas ou óleo resinas são uma mistura de ácidos diterpênicos dissolvidos em mistura de hidrocarbonetos, dos quais é obtida uma fração volátil conhecida como óleo de aguarrás ou terebintina (16 - 20%).

Outro componente da resina como fração não volátil é conhecido como breu (64-70% da massa de resina). É obtido como resíduo sólido a partir da destilação da resina. Esse componente contribui para o desequilíbrio que ocorre durante o processo tecnológico, onde sólidos são acumulados nas paredes internas das máquinas, causando sua quebra. Dado ao maior esforço na movimentação do material pelo mecanismo interno das máquinas de peletização e extrusão, até sua saída para os respectivos moldes (Hao et al., 2018).

O processo de extração da resina não apenas promove a eficiência no fluxo de produção de madeira plástica, reduzindo a frequência de quebras no equipamento e os problemas de qualidade na formação do compósito. Segundo Keskisaari e Kärki (2018) a partir da destilação da resina obtida da serragem, é possível obter vários componentes com potencialidades de usos por outras indústrias, fechando assim o ciclo de uso de recursos de maneira sustentável.

Durante o processo foram obtidos 3,7% de extrativos, esses resultados são consistentes com o teor de extraíveis para esta espécie (*Pinus caribaea*), que varia de 3 a 4%. Esse processo de extração pode ser realizado usando outros solventes

orgânicos como tolueno, clorofórmio, benzeno e suas misturas com etanol na proporção 2:1.

## 7 | AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS TERMOPLÁSTICOS

A recuperação desses resíduos recai principalmente em empresas de recuperação de matérias-primas e coletores privados, os quais recolhem materiais pós-consumo no setor residencial, onde uma parte insuficiente desses resíduos são recuperados. Esses baixos indicadores implicam um trabalho político para aprimorar a educação comunitária e ambiental, a fim de garantir que as partes interessadas se envolvam no processo de reciclagem dessa matéria-prima, seguidas de uma remuneração que incentive a coleta.

Segundo pesquisas, muitos desses resíduos são doados ou, às vezes, queimados por algumas instituições, sendo a maioria soterrados. O manejo inadequado desses resíduos gera um impacto ambiental significativo para o meio ambiente (Ortega et al., 2019). Em decorrência, os termoplásticos podem se tornar uma parte importante no processo tecnológico de produtos florestais e madeireiros, devido à sua função como aglutinante na formação de painéis, os quais adquirem boas propriedades físicas e mecânicas dada a sua baixa porosidade e alta impermeabilidade (Horta et al., 2017).

## 8 | PROCESSOS TECNOLÓGICOS DO PAINEL DE MADEIRA PLÁSTICA

A Figura 3 mostra o processo tecnológico dos painéis de madeira plástica. A madeira é forçada pela introdução da matriz em diferentes proporções e tipos de termoplásticos, dadas suas propriedades. São exemplos de propriedades alteradas pela introdução do termoplástico: alta rigidez e dureza, alta resistência a esforços permanentes, ótimas características elétricas e dielétricas, alta resistência a agentes químicos e estabilidade a intempéries, alta resistência à dobragem e baixa absorção de umidade (Ayrilmis et al., 2015).

Além disso, podem ser adicionadas fibras de vidro e materiais lignocelulósicos, complementando-o com o uso de aditivos que podem oferecer propriedades específicas aos painéis, assim como melhorar a interfase entre as partículas de madeira e o termoplástico (Hosseinihashemi e Badritala, 2017). Essas propriedades podem ser transferidas aos painéis, os quais podem ser modificados de acordo com o tipo e sua concentração, tanto nas condições do processo quanto nas características do produto final, favorecendo o aparecimento de cores e outras propriedades que influenciam a vida útil do produto (Lopez et al., 2020).



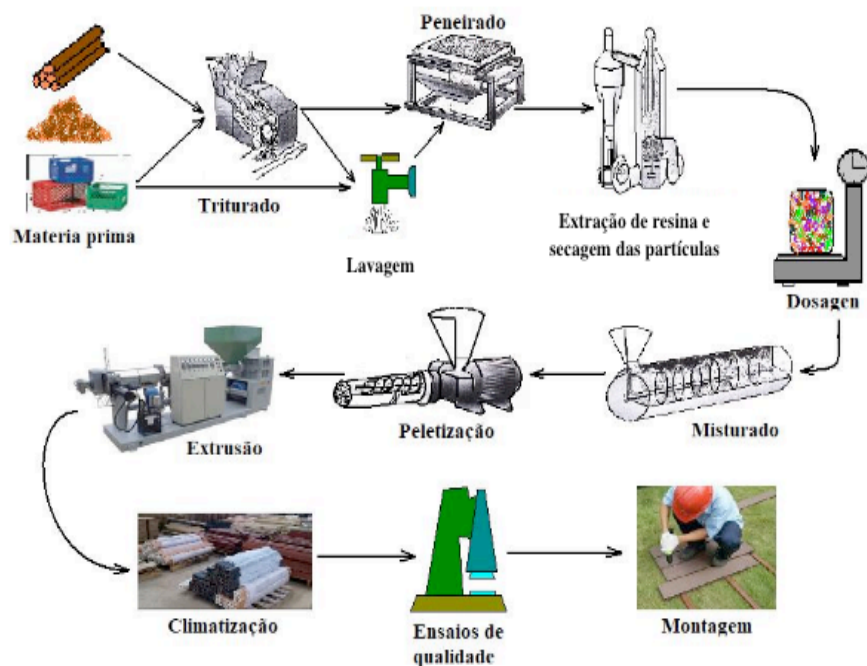


Figura 3. Procedimento para obtenção dos painéis de madeira plástica (WPC).

O procedimento de extrusão é um processo contínuo, onde o material granulado obtido no processo de peletização é introduzido na extrusora aquecida a temperaturas que podem variar entre 100 e 170 °C; o mecanismo interno permite que o material seja movimentado por um parafuso helicoidal, onde o material é aquecido, comprimido e transportado através da câmara de aquecimento. Esse material sai da matriz de extrusão com baixa rigidez, tomando a forma do molde do produto a ser obtido, desliza-se em uma bancada onde é resfriado com ar ou água, solidificando-o.

Dependendo do tamanho e da forma, eles são esticados, cortados nos comprimentos necessários e envelhecidos artificialmente para obter a resistência adequada. Durante esse processo, os painéis saem com uma textura e acabamento natural que o exonera de qualquer tinta, verniz ou outros produtos em outros painéis convencionais para melhorar o acabamento (Lopez et al., 2020).

A cor final do WPC depende em grande parte da cor da madeira e do polímero usado. Isso pode ser modificado após o processo com uma laca ou durante o processamento com um concentrado de cores que, se bem projetado, pode ter linhas de fluxo semelhantes a grã da madeira. Embora o envelhecimento para outros tipos de painéis de partículas e fibras ocorra em fornos a 200 °C por um período que varia de 4 a 8 horas, não é benéfico para os painéis de madeira plástica porque podem ser deformadas (Mrad et al., 2018).

A umidade é a mais importante na análise das causas das mudanças dimensionais da madeira e de seus produtos, no processo de resfriamento para

alcançar o fator de equilíbrio da umidade. A estabilidade dimensional do painel será alcançada assim que atingir a umidade de equilíbrio (4 a 5 dias sob condições de umidade relativa de  $75 \pm 2\%$ , temperatura de  $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

## 9 | PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DO WPC

Aumentar o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas dos painéis é essencial para o desenvolvimento e aplicação na indústria madeireira. Seus conhecimentos enriquecem as informações técnicas sobre eles, que favorece a tomada de decisão sobre o uso da indústria (Ortega et al., 2018). O controle de cada uma das propriedades físicas e mecânicas garante a qualidade do produto para um uso específico. A tabela 1 mostra os valores médios dos testes físico-mecânicos avaliados.

Tratamentos	CH (%)	D (kg/m <sup>3</sup> )	ABA 72h	H (%)	F (Mpa)	C (Mpa)	T (Mpa)
Testemunha	5,26	1020	0,61	0,31	15,20	120,12	20,3
T 1	5,58	1022	0,60	0,30	15,24	120,23	21,3
T 2	5,55	1025	0,60	0,30	15,28	124,30	22,7
T 3	5,42	1027	0,50	0,28	15,25	126,16	23,4
T 4	4,54	1041	0,44	0,25	16,25	132,24	24,4
T 5	4,35	1045	0,31	0,20	16,41	136,32	26,2
T 6	4,13	1052	0,22	0,16	17,52	138,10	28,3

Tabela 1. Valores médios para as propriedades físico-mecânicas do WPC

CH: Conteúdo de umidade; D: Densidade; ABA: Absorção de água; H: Inchamento; F: Flexão; C: Compressão; T: Tração.

Como pode ser observado em cada uma das propriedades físico-mecânicas pode-se estimar que as dosagens de aditivos químicos não são significativas para as propriedades avaliadas, uma vez que os resultados obtidos nos tratamentos em que não foram utilizados aditivos, obtiveram bons resultados.

É importante ressaltar que os aditivos químicos utilizados no processo tecnológico dos painéis de madeira plástica podem contribuir para a formação das mesmas, além de atribuir propriedades específicas de acordo com suas funções. As investigações desenvolvidas para esse tipo de painel permitem corroborar que a aplicação de aditivos químicos não é necessária para obter painéis com boas propriedades físicas e mecânicas (Hao et al., 2018).

Entre as propriedades físicas, a densidade é um indicador favorável que determina respostas desejáveis dos painéis. A qualidade é maior naquela cuja densidade é maior, no caso dos painéis de madeira plástica produzidas nesta pesquisa, todos os tratamentos mostraram densidade superior a  $1000 \text{ kgm}^{-3}$ , isso

garante que possam ser utilizados em diferentes condições na construção civil. As características diferem bastante em relação aos painéis convencionais, que possuem densidades mais baixas (em torno de 700 kg/m<sup>3</sup>) e seus usos são limitados.

Os resultados mostram que a densidade aumentou à medida que as dosagens termoplásticas aumentaram, variando de 1020 a 1052 kg/m<sup>3</sup>. Valores semelhantes foram relatados por diferentes pesquisadores, para compostos termoplásticos e serragem de diferentes espécies fabricadas por moldagem por injeção, extrusão e compressão.

Chaudemanche et al. (2018) relataram painéis com 1100 kg/m<sup>3</sup> para diferentes dosagens de matéria-prima e de madeira plástica usando polipropileno reciclado (PP) mais 50% de fibras de madeira de coníferas com 4% de aditivos químicos por moldagem por injeção.

Outros mostraram painéis com valores de densidade de 1029 kg/m<sup>3</sup> de polietileno de alta densidade (HDPE), mais 50% de serragem de *Pinus radiata* e 5% de aditivos químicos através de moldagem por compressão. Bem como valores de densidade de 1080 kg/m<sup>3</sup> de polietileno de alta densidade (HDPE) mais 50% de serragem de coníferas sem aditivos por moldagem por extrusão (Aguilar et al 2018).

No entanto, os painéis obtidos nesta pesquisa apresentaram valores semelhantes e, em alguns casos superiores aos resultados de alguns pesquisadores mencionados acima, além disso, demonstram a viabilidade do design tecnológico proposto, bem como os tratamentos realizados em cada uma das matérias-primas utilizadas.

## 10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos industriais, como serragem e termoplástico pós-consumo, são uma fonte significativa de matéria-prima para a indústria de painéis de madeira plástica (WPC). Seu uso contribui não apenas para mitigar os graves efeitos causados ao meio ambiente, mas também para a conversão em compósito útil para construção civil com boa resistência a intempéries, devido à suas propriedades físico-mecânicas.

O processo tecnológico proposto garante a produção de painéis de madeira plástica de alta qualidade. Isso associado ao tratamento na madeira de *Pinus caribaea* no processo de extração da resina, possibilita a proteção do equipamento no processo produtivo e garante a sintetização do painel.

## REFERÊNCIAS

Aguilar, M.; Vilaseca, F.; Tarrés, Q.; Julián, F.; Mutjé, P.; Espinach, F.X. **Extending the value chain of corn agriculture by evaluating technical feasibility and the quality of the interphase of chemo-thermomechanical fiber from corn stover reinforced**

**polypropylene biocomposites.** Composites Part B: Engineering, v. 137, p. 16-22. 2018.

Ayrilmis, N.; Kaymakci, A.; Güleç, T. **Potential use of decayed wood in production of wood plastic composite.** Industrial Crops and Products, v. 74, p. 279-284. 2015.

Chaudemanche, S.; Perrot, A.; Pimbert, S.; Lecompte, T.; Faure, F. **Properties of an industrial extruded HDPE-WPC: The effect of the size distribution of wood flour particles.** Construction and Building Materials, v. 162, p. 543-552. 2018.

Essabir, H.; Bensalah, M.O.; Rodrigue, D.; Bouhfid, R.; Qaiss, A. **A comparison between bio- and mineral calcium carbonate on the properties of polypropylene composites.** Construction and Building Materials, v. 134, p. 549-555. 2017.

Hao, X.; Zhou, H.; Xie, Y.; Mu, H.; Wang, Q. **Sandwich-structured wood flour/HDPE composite panels: Reinforcement using a linear low-density polyethylene core layer.** Construction and Building Materials, v. 164, p. 489-496. 2018.

Horta, J.F.; Simões, F.J.; Mateus, A. **Study of Wood-Plastic Composites with Reused High Density Polyethylene and Wood Sawdust.** Procedia Manufacturing, v. 12, p. 221-229. 2017.

Hosseinihashemi, S.; Badritala, A. **The Influence of a Treatment Process on the Reaction to Water of Durable and Water Resistant Wood/Plastic Composites.** Drewno, v. 60, n. 200, p. 21-34. 2017.

Kaboorani, A. **Characterizing water sorption and diffusion properties of wood/plastic composites as a function of formulation design.** Construction and Building Materials, v. 136, p. 164-172. 2017.

Keskisaari, A.; Kärki, T. **The use of waste materials in wood-plastic composites and their impact on the profitability of the product.** Resources, Conservation and Recycling, v. 134, p. 257-261. 2018.

Liang, J.Z. **Tensile and flexural properties of polypropylene composites filled with highly effective flame retardant magnesium hydroxide.** Polymer Testing, v. 60, p. 110-116. 2017a.

Liang, J.Z. **Impact fracture toughness and flow properties of polypropylene composites.** Polymer Testing, v. 60, p. 381-387. 2017b.

Lopez, Y.M.; Paes, J.B.; Gustave, D.; Gonçalves, F. G.; Mendez, F.C.; Nantet, A.C.T. **Production of wood-plastic composites using cedrela odorata sawdust waste and recycled thermoplastics mixture from post-consumer products - A sustainable approach for cleaner production in Cuba.** Journal of Cleaner Production, v. 244, 118723. 2020.

Machado, J.; Santos, S.; Pinho, F.; Luís, F.; Alves, A.; Simões, R.; Rodrigues, J.C. **Impact of high moisture conditions on the serviceability performance of wood plastic composite decks.** Materials & Design, v. 103, p. 122-131. 2016.

Mrad, H.; Alix, S.; Migneault, S.; Koubaa, A.; Perréc, P. **Numerical and experimental assessment of water absorption of wood-polymer composites.** Measurement, v. 115, p. 197-203. 2018.

Migneault, S.; Koubaa, A.; Perré, P.; Riedl, B. **Effects of wood fiber surface chemistry on strength of wood-plastic composites**. Applied Surface Science, v. 343, p. 11-18. 2015.

Moreno, D.D.; Saron, C. **Low-density polyethylene waste/recycled wood composites**. Composite Structures, v. 176, p. 1152-1157. 2017.

Najafi, S. **Use of recycled plastics in wood plastic composites – A review**. Waste Management, v. 33, n. 9, p. 1898-1905. 2013.

Ortega, H.O.; Llop, M.F.; Espinach, F.X.; Tarrés, Q.; Ardanuy, M.; Mutjé, P. **Study of the flexural modulus of lignocellulosic fibers reinforced bio-based polyamide11 green composites**. Composites Part B: Engineering, v. 152, p. 126-132. 2018.

Ortega, H. O.; Julian, F.; Espinach, F.X.; Tarrés, Q.; Ardanuy, M.; Mutjé, P. **Research on the use of lignocellulosic fibers reinforced bio-polyamide 11 with composites for automotive parts: Car door handle case study**. Journal of Cleaner Production, v. 226, p. 64-73. 2019.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adubação 7, 48, 49, 52, 53

Altura 1, 2, 4, 11, 13, 16, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 65, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 95, 99, 114, 119, 122, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Arborização urbana 85, 86, 87, 90, 91, 93, 101, 102

### B

Bacias hidrográficas 103, 104, 105, 111

Bioativos 156, 162

Biodiversidade 15, 24, 25, 31, 33, 36, 44, 47, 65, 66, 70, 80, 81, 85, 87, 90, 165

Biomassa 25, 55, 56, 84, 121

### C

Cerrado 57, 66, 73, 74, 75, 77, 87, 106, 139

Cobertura Vegetal 2, 14, 15, 54, 92, 95, 97, 98, 99, 101, 113, 118

Conservação 2, 3, 11, 15, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 36, 37, 44, 47, 54, 64, 66, 69, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 101

Crescimento 5, 26, 29, 30, 33, 34, 35, 39, 40, 42, 45, 46, 52, 53, 54, 58, 62, 69, 72, 76, 77, 87, 93, 94, 98, 119, 120, 121, 127, 138, 139, 158, 159

### D

Diâmetro 2, 11, 13, 16, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 52, 53, 65, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 114, 122, 130

### E

Enraizamento 56, 57, 58, 63

Estrutura Horizontal 2, 3, 11, 13, 16, 21

Extração de madeira 31, 118

Extratos Vegetais 157

### F

Famílias botânicas 6, 8

Fitossociologia 2, 5, 11, 12, 14, 22

Floresta amazônica 22, 23, 24, 30, 31



Floresta Atlântica 2, 8, 9, 11, 30

Florestas urbanas 80, 81, 82, 101

Florística 1, 3, 5, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 31, 54, 97

## G

Gestão 84, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 110, 111

Grupos ecológicos 1, 2, 3, 5, 10, 11

## I

Incremento 29, 34, 38, 40, 41, 45, 49, 52, 53, 80, 126

Indústria madeireira 141, 151

Inventário florestal 13, 15, 24, 129, 130, 132

## M

Madeira 31, 35, 42, 43, 46, 64, 66, 70, 74, 90, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Melhoramento Genético 64, 69, 70, 73, 78, 88, 128, 130

Miniestaquia 56, 57, 58, 62, 63

Mortalidade 29, 38, 40, 41, 45, 51, 53, 131, 137, 155, 156

Mudas 33, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 75, 88, 121

## O

Operações florestais 113

## P

Painéis 125, 128, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Paisagismo 80, 81, 88, 89, 90, 91

Parcelas permanentes 24, 26, 27, 28, 29, 32

Planejamento 15, 81, 83, 84, 88, 94, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 118, 138

Povoamento florestal 34, 130

Produtividade 3, 90, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 128, 130

Produtos florestais 119, 149

Produtos naturais 156, 157, 159

Progênies 9, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 90, 91

Propagação vegetativa 57, 62

## R

Recuperação ambiental 33, 34, 35, 39, 41, 44

Recursos Hídricos 103, 104, 105, 108, 109, 110

Regeneração 2, 11, 22, 25, 27, 29, 30, 31, 48, 163

Restauração florestal 3, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 47

## S

Sucessão ecológica 30, 45, 53

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**