

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

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: Geraldo Alves

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
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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
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
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 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
Profª Drª 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. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-902-8

DOI 10.22533/at.ed.028200601

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 1” contempla vinte e três capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Os resultados obtidos através de pesquisas científicas trazem benefícios a sociedade e promovem inovações tecnológicas, surgindo como uma engrenagem nas engenharias.

O estudo sobre o comportamento de determinados materiais sob determinadas situações permite avaliar e otimizar seu uso, proporcionando o controle das condições ideais, bem como viabilizando a utilização de determinadas matérias primas. Por sua vez, essas matérias primas podem trazer benefícios ao meio ambiente, bem como trazer resultados econômicos satisfatórios.

A avaliação de propriedades físicas e mecânicas de materiais permite também a sua utilização em diversos segmentos da engenharia, proporcionando o desenvolvimento de novos produtos, trazendo benefícios a sociedade.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, fazendo com que o leitor reflita sobre o uso das pesquisas científicas e as inovações tecnológicas no desenvolvimento social, e faça uso dessas ferramentas na melhoria de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AÇÃO CORROSIVA DE SOLOS DO SUL DO BRASIL SOBRE ESTRUTURAS METÁLICAS	
Jessica Oliveira Ayres Matthews Teixeira Coutinho Devai Luciana Machado Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.0282006011	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAINÉIS AGLOMERADOS CONFECCIONADOS COM PINUS, EUCALIPTO, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ADESIVO POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA	
Estéfani Suana Sugahara Ana Laura Soler Cunha Buzo Raissa Pravatta Pivetta Sérgio Augusto Mello da Silva Elen Aparecida Martines Morales	
DOI 10.22533/at.ed.0282006012	
CAPÍTULO 3	21
ANÁLISE EXPERIMENTAL EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM LAMINADOS DE PRFC	
Nara Villanova Menon Maicon de Freitas Arcine Juliana Penélope Caldeira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.0282006013	
CAPÍTULO 4	35
CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO DE FACHADA EM EDIFÍCIO LITORÂNEO COM EXPANSÃO, FISSURAÇÃO COM ESFARELAMENTO E BAIXA RESISTÊNCIA MECÂNICA: ESTUDO DE CASO	
Renato Freua Sahade Fabiano Ferreira Chotoli Sérgio Soares de Lima Priscila Rodrigues Melo Leal	
DOI 10.22533/at.ed.0282006014	
CAPÍTULO 5	45
CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DA VERMICULITA NA CONSTRUÇÃO	
Paula Thais dos Santos Felix	
DOI 10.22533/at.ed.0282006015	
CAPÍTULO 6	55
PINUS E EUCALIPTO PARA CONSTRUÇÕES LEVES EM MADEIRA (WOODFRAME) NO BRASIL: COMPARATIVOS, POSSIBILIDADES E DESAFIOS	
Mirna Mota Martins Júlia Cruz da Silva Matheus Fernandes Lima Rita Dione Araújo Cunha	

CAPÍTULO 7 68

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DO DESLIZAMENTO PINO SOBRE DISCO DO AÇO ISI 4140 X H13

Eric Elian Lima Espíndola
Andrey Coelho das Neves
Beatriz Seabra Melo
Vinicius Silva dos Reis
Milena Cristina Melo Carvalho
Brenda Thayssa Figueira Daniel
Rodrigo Ribeiro Lima
Edgar Costa Cardoso
Aécio de Jesus Monteiro dos Santos
Emerson Rodrigues Prazeres
José Maria do Vale Quaresma

DOI 10.22533/at.ed.0282006017

CAPÍTULO 8 81

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO TIPO COSTANEIRAS DE CORYMBIA CITRIODORA PARA APLICAÇÃO EM MÓVEIS E COMPONENTES DECORATIVOS

Matheus Fernandes Lima
Mirna Mota Martins
Julia Cruz da Silva
Sandro Fábio Cesar
Rita Dione Araújo Cunha

DOI 10.22533/at.ed.0282006018

CAPÍTULO 9 94

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE PAINÉIS EM MADEIRA PARA REVESTIMENTO DE FACHADAS: RECOMENDAÇÕES PARA O DETALHAMENTO CONSTRUTIVO

Mônica Duarte Aprilanti
Simone Fernandes Tavares
Akemi Ino

DOI 10.22533/at.ed.0282006019

CAPÍTULO 10 108

COMPARTIMENTAÇÃO HORIZONTAL UTILIZANDO PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO DE ALTA DENSIDADE

Lilian Cristina Ciconello
Luciana Alves de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.02820060110

CAPÍTULO 11 121

INCIDÊNCIA DE DESCOLAMENTO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS ADERIDOS EM FACHADAS: CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO E A PRODUÇÃO

Luciana Alves de Oliveira
Luciana Araújo Mauricio Varella
Renato Freua Sahade

DOI 10.22533/at.ed.02820060111

CAPÍTULO 12 133

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO PARALELO ÀS FIBRAS DO *Eucalyptus urograndis*: CORPOS DE PROVA ISENTOS DE DEFEITOS X PEÇAS ESTRUTURAIS

Fabiana Yukiko Moritani
Carlito Calil Junior

DOI 10.22533/at.ed.02820060112

CAPÍTULO 13 145

CROSS LAMINATED TIMBER VS CONCRETO: RESISTÊNCIA MECÂNICA A COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS E DENSIDADE

Aliane Cardoso de Almeida
Rafaele Almeida Munis
Jessé Salles Lara

DOI 10.22533/at.ed.02820060113

CAPÍTULO 14 158

DUREZA JANKA COMO ESTIMADOR DA DENSIDADE APARENTE E DAS RESISTÊNCIAS À FLEXÃO E COMPRESSÃO EM EUCALIPTO

Takashi Yojo
Cassiano Oliveira de Souza
Maria José de Andrade Casimiro Miranda
Sergio Brazolin

DOI 10.22533/at.ed.02820060114

CAPÍTULO 15 167

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DE NANOFIBRAS DE SÍLICA, OBTIDAS VIA SBS, E ARGILA MONTMORILONÍTICA EM POLIAMIDA 66

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Cláudio Bezerra Martins Júnior
Rosiane Maria da Costa Farias
Aline Vasconcelos Duarte
Ellen Cristine Lopes da Silva Bento
Raí Batista de Sousa
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Francisca Maria Martins Pereira

DOI 10.22533/at.ed.02820060115

CAPÍTULO 16 178

ESTUDO DAS FORÇAS DE CORTE NO MICROFRESAMENTO DO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO AISI 316L

Milla Caroline Gomes
Márcio Bacci da Silva

DOI 10.22533/at.ed.02820060116

CAPÍTULO 17 185

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE FORNO DIDÁTICO PARA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO

Carlos Eduardo Costa
Jefferson Maiko Luiz

Ivan Rodrigues dos Santos
Emerson da Silva Seixas
Milton Luis Polli

DOI 10.22533/at.ed.02820060117

CAPÍTULO 18 194

QUANTIFICAÇÃO DE HIDROGÊNIO EM CORPOS DE PROVA DE UM AÇO ARBL
PARA ENSAIOS DE PUNÇIONAMENTO ESFÉRICO

Luiz Fernando Maia de Almeida
Rosenda Valdés Arencibia
Sinésio Domingues Franco

DOI 10.22533/at.ed.02820060118

CAPÍTULO 19 200

METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DA PRÉ-TRINCA POR FADIGA NO
ENSAIO SNTT

Guilherme Bernardes Rodrigues
Waldek Wladimir Bose Filho
Sinésio Domingues Franco
Rosenda Valdés Arencibia

DOI 10.22533/at.ed.02820060119

CAPÍTULO 20 206

BIOSSORÇÃO DE METAIS PESADOS UTILIZANDO A MICROALGA *Synechococcus
nidulans*

Juliana Silveira de Quadros
Paulo Fernando Marques Duarte Filho
Fernando Junges

DOI 10.22533/at.ed.02820060120

CAPÍTULO 21 216

DISTRIBUIÇÃO BIDIMENSIONAL DA PROFUNDIDADE DE MISTURA NO
RESERVATÓRIO DE LAJEADO, TOCANTINS

Marcelo Marques
Elaine Patricia Arantes
Fernando Oliveira de Andrade
Alexandre Kolodynskie Guetter
Cristhiane Michiko Passos Okawa
Isabela Arantes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060121

CAPÍTULO 22 227

ESTUDO PROSPECTIVO E TECNOLÓGICO DA GERAÇÃO DE SYNGAS
UTILIZANDO CATALISADORES

Munique Gonçalves Guimarães
Grace Ferreira Ghesti
Camila Lisdália Dantas Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.02820060122

CAPÍTULO 23 240

UTILIZAÇÃO DE PELÍCULAS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MORANGOS

Tatiane Barbosa dos Santos

Matheus Luis Ferrari

Marcio Eduardo Hintz

João Paulo Brazão Gianini

Rafael Rodrigo Bombardelli

Idiana Marina Dalastra

DOI 10.22533/at.ed.02820060123

SOBRE A ORGANIZADORA..... 251

ÍNDICE REMISSIVO 252

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAINÉIS AGLOMERADOS CONFECCIONADOS COM PINUS, EUCALIPTO, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ADESIVO POLIURETANO DERIVADO DE ÓLEO DE MAMONA

Data de aceite: 25/11/2019

Estéfani Suana Sugahara

Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Departamento de Engenharia Civil. Ilha Solteira,
São Paulo, Brasil

Ana Laura Soler Cunha Buzo

Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Departamento de Engenharia Civil. Ilha Solteira,
São Paulo, Brasil

Raissa Pravatta Pivetta

Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Departamento de Engenharia Civil. Ilha Solteira,
São Paulo, Brasil

Sérgio Augusto Mello da Silva

Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Departamento de Engenharia Civil. Ilha Solteira,
São Paulo, Brasil

Elen Aparecida Martines Morales

Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Departamento de Engenharia Industrial
Madeireira. Itapeva, São Paulo, Brasil

Trabalho originalmente publicado nos Anais eletrônicos do XVI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. III Congresso Latino-americano de Estruturas de Madeira.

RESUMO: O aproveitamento de resíduos objetivando agregar valor ao produto apresenta-se como uma boa alternativa para a fabricação de painéis aglomerados. Assim, o presente

trabalho se constitui de um estudo comparativo entre painéis aglomerados confeccionados com partículas de resíduos de madeira de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis*, partículas de madeira da espécie *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, associados à bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), utilizando como aglomerante o adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona. Confeccionaram-se 8 painéis, 4 para as misturas de eucalipto e 4 para as de pinus, considerando-se 60% de madeira e 40% de bagaço de cana-de-açúcar, 10% de resina em função da massa seca das partículas, teor de umidade de 10%, densidade nominal de 800 kg.m^{-3} , pressão de prensagem de 50 kgf.cm^{-2} e temperatura de prensagem de 100°C por 10 minutos. Decorridas 72h, os painéis foram esquadrejados e retirados dos painéis 10 corpos-de-prova para avaliação de cada propriedade, com base na Norma Brasileira 14810-2013. Com os ensaios, determinou-se: densidade; teor de umidade; inchamento após 24h; módulo de resistência à flexão, módulo de elasticidade e adesão interna. A caracterização dos painéis indicou que as propriedades são compatíveis com a referida Norma brasileira. Pôde-se observar que uma maior porcentagem de madeira na mistura resultou em propriedades mecânicas superiores e que os painéis de Pinus apresentaram melhores resultados se

comparados aos painéis de Eucalipto.

PALAVRAS-CHAVE: Painéis aglomerados. Bagaço de cana-de-açúcar. Eucalipto. Pinus. Resina poliuretana à base de óleo de mamona.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN AGGLOMERATED PANELS PRODUCED WITH PINUS, EUCALYPTUS, SUGARCANE BAGASSE AND CASTOR OIL-BASED POLYURETHANE RESIN

ABSTRACT: The use of waste in order to add value to the product has been presented as a good alternative for the production of particleboards. Thus, the present work presents a comparative study between agglomerated boards made with wood residues particles of *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus camaldulensis*, wood particles of the species *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* with sugarcane bagasse (*Saccharum officinarum* L.), using as binder the polyurethane adhesive derived of castor oil. Eight boards were made, four of eucalyptus blends and four of pine blends, consider 60% of wood and 40% of sugarcane bagasse, using 10% of resin in function on oven dried mass of the particles, moisture content of 10%, nominal density of 800 kg.m⁻³, pressing pressure of 50 kgf.cm⁻² and pressing temperature of 100 ° C for 10 minutes. After 72h, the boards were squared and ten specimens were removed for evaluation of properties Brazilian Standard 14810-2013, or each property evaluated. The values obtained with the tests were: density; moisture content; swelling after 24h; strength in static bending, elasticity modulus and internal adhesion. The physical and mechanical tests performed for boards made with pine and eucalyptus presented results according to the parameters defined by the standart. It can be observed that a higher percentage of wood in the mixture resulted in superior mechanical properties and that the Pinus boards showed better results when compared to the Eucalypt boards.

KEYWORDS: Particleboards. Sugarcane bagasse. Eucalyptus. Pinus. Polyurethane resin based on castor oil.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Iwakiri *et al.* (2005), devido à indisponibilidade de madeira de boa qualidade, surgiram na Alemanha no início da década de 40 os painéis de madeira aglomerada.

Lahr (2008) descreve que os painéis de madeira aglomerada são produtos amplamente utilizados no Brasil. Uma das vantagens destes painéis é a utilização em potencial das espécies de madeira, assim como dos resíduos oriundos de serraria ou da indústria de beneficiamento de madeiras. Outra vantagem é a possibilidade de obter propriedades menos discrepantes em suas direções preferenciais.

Cerca de 90% de toda a madeira produzida para fins industriais no Brasil provém de uma área de 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas, ocupando

uma importante posição no cenário econômico, sendo responsável por 6,2% do PIB Industrial do País. Em 2016, o Brasil manteve sua liderança no ranking global de produtividade florestal: a média dos plantios de eucalipto foi de 35,7 m³/ha ao ano, enquanto a de pinus chegou a 30,5 m³/ha ao ano (CNI, 2017).

Sabe-se que o bagaço de cana-de-açúcar constitui um dos mais significativos resíduos sólidos gerados na agroindústria sucroalcooleira em virtude da quantidade gerada (SANCHEZ *et al.*, 2010). De acordo com o CONAB (2017), a produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2017/18 no Brasil será de 647,6 milhões de toneladas, com área a ser colhida prevista em 8,84 milhões de hectares. Uma grande parte do bagaço da cana-de-açúcar é queimada para o fornecimento de energia. No entanto, considerando a grande quantidade dessa matéria-prima produzida, devem-se aumentar as aplicações do bagaço de cana-de-açúcar restante (HOAREAU *et al.*, 2006).

Sartori (2012) afirma que a descoberta da resina poliuretana bicomponente à base de óleo de mamona aconteceu em função do avanço das pesquisas ocasionadas pela tendência mundial de utilizar produtos biodegradáveis, não poluentes e originados de insumos renováveis.

Dentre os produtos à base de madeira, os painéis aglomerados, apresentam uma das maiores taxas de crescimento nacional e mundial, fato atribuído à quantidade de produtos disponíveis e facilidade de aplicações para fins variados (BERTOLINI, 2011). Estima-se que a maior parte da produção brasileira de aglomerados ainda é destinada à indústria moveleira e que aproximadamente 4% destinam-se ao segmento da construção civil, como pisos residenciais, divisórias, forros e elementos integrantes de estruturas de escadas (ABIPA, 2010).

No Brasil as indústrias de derivados de madeira estão investindo na produção de painéis aglomerados de média densidade (MDP), este produto é uma evolução dos painéis aglomerados, entretanto, esses produtos não são indicados para peças que exijam usinagens em baixo relevo, entalhes ou cantos arredondados (EUCATEX, 2007).

Segundo Freire *et al.* (2003), o bagaço de cana-de-açúcar é altamente apropriado para a fabricação de aglomerados, polpa celulósica e alguns tipos de papel.

A importância de se discutir o aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar está na possibilidade de redução de custos para as usinas sucroalcooleiras e, concomitantemente, diminuição do impacto ambiental (COSTA, 2010).

Considerando-se o contexto que envolve o aproveitamento com destinação ambientalmente adequada dos resíduos da produção sucroalcooleira no Brasil, este trabalho propõe confeccionar e avaliar as propriedades físicas e mecânicas de painéis de média densidade confeccionados com misturas de partículas de 3 espécies de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis*)

e misturas de partículas de 2 espécies de pinus (*Pinus taeda* e *Pinus elliottii*), associados a partículas de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), utilizando como aglutinante o adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

No trabalho de Barros Filho *et al.* (2011) foram desenvolvidos, caracterizados e comparados painéis de aglomerados feitos com uma mistura de bagaço de cana-de-açúcar e partículas de pinus e eucalipto, com resinas de ureia-formaldeído (UF) e melamina-formaldeído (MF) com e sem parafina na formulação. Sob testes mecânicos, na maioria dos casos, os resultados foram próximos ou superiores aos obtidos na literatura.

Santos *et al.* (2014) efetuaram uma avaliação do ciclo de vida da produção de painéis aglomerados de resíduos de cana-de-açúcar e aparas de madeira de pinus ligados com adesivo UF. Os resultados mostram que os painéis de aglomerados feitos de bagaço de cana tinham os menores impactos em relação ao consumo de recursos não renováveis. Além disso, descobriu-se que o principal impacto ambiental foi o uso do adesivo UF, responsável pela contaminação de aproximadamente 7800000 m³ de ar por m² de aglomerado produzido, sendo o fator com maior impacto no potencial de toxicidade humana. Assim, os resultados reforçam a necessidade de pesquisas sobre adesivos mais ecológicos, que possam ser utilizados em escala industrial, com preços acessíveis e que propiciem propriedades físicas e mecânicas semelhantes de painéis de aglomerados com adesivos UF.

Dias (2005), em seus estudos, analisou o desempenho de painéis compensados e aglomerados empregando-se resina poliuretana à base de mamona na adesão dos painéis, utilizando lâminas de madeira de espécies *Eucalyptus saligna*, para confecção de compensado e uma composição de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Pinus elliottii*, com variações nas temperaturas de prensagem (60 e 90°C) e adição de parafina para confecção dos aglomerados. O desempenho de ambos os painéis atingiu os requisitos normativos, caracterizando a resina à base de mamona como promissora na fabricação destes produtos.

O objetivo do estudo de Garzón-Barrero *et al.* (2016) foi avaliar o desempenho de um painel de partículas de bagaço de cana-de-açúcar com resina poliuretana de óleo de mamona em comparação à um painel de partículas de madeira de média densidade (MDP) comercial, após 12 meses de exposição a intempéries naturais e por um teste acelerado de crescimento de mofo em condições laboratoriais. O ensaio de flexão mostrou que os painéis de partículas de bagaço de cana-de-açúcar apresentam melhor desempenho do módulo de elasticidade (7,7 MPa) em

comparação com os painéis comerciais de partículas de madeira (3,6 MPa) após exposição a testes acelerados para colonização por mofo. Os resultados obtidos possibilitaram inferir que o revestimento de superfície com resina de poliuretana à base de mamona reduz o crescimento de mofo, portanto, esses resultados suportam o uso potencial dessa resina alternativa tanto como aglutinante quanto como revestimento superficial para painéis.

Belini *et al.* (2011) também utilizaram partículas de bagaço de cana-de-açúcar para produzir painéis com fibras de *Eucalyptus grandis*, atingindo bons resultados para as propriedades físicas e mecânicas, atendendo às especificações atuais.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas partículas de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) coletadas em usinas sucroalcooleiras da região noroeste do Estado de São Paulo, partículas de madeira da espécie *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* coletadas em serrarias da cidade de Ilha Solteira – SP e partículas de madeira da espécie *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis*, constituídas de resíduos provenientes do descascamento das árvores utilizadas para a produção de celulose na Indústria de Papel e Celulose Eldorado Brasil, localizada no município de Três Lagoas – MS.

Todo o material coletado foi seco ao sol e em seguida foi realizada uma seleção manual para retirada de corpos estranhos, inadequados para a produção dos painéis.

A Figura 1 ilustra o material preparado para ser processado em moinho de facas, com o objetivo de ajustar as dimensões das partículas, em uma faixa de 2 a 6mm de comprimento.

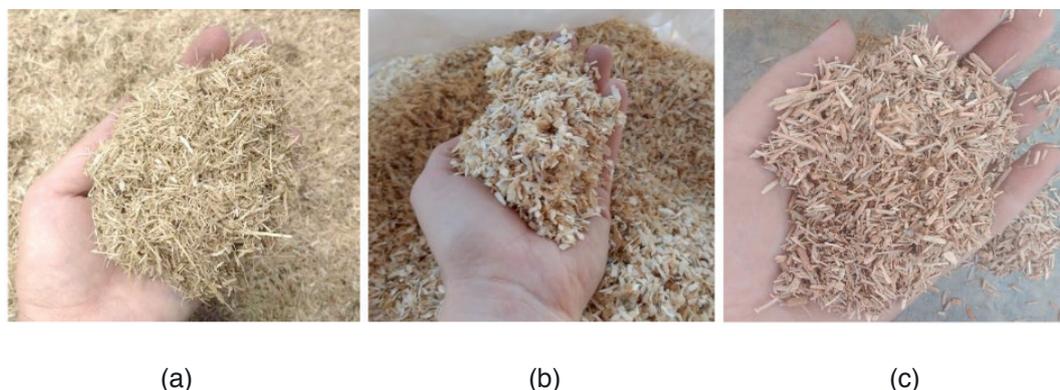


Figura 1 – Material utilizado para confecção dos painéis

(a) Partículas de bagaço de cana-de-açúcar, (b) Partículas de Pinus (c) Partículas de Eucalipto.

As partículas de bagaço de cana-de-açúcar, pinus e eucalipto foram classificadas quanto à sua granulometria, por meio de um ensaio adaptado, utilizando como

referência a NBR NM 248 (ABNT, 2003), no qual utilizou-se um agitador de partículas com sistema vibratório. O referido ensaio possibilitou determinar o módulo de finura da mistura de partículas de acordo com as porcentagens retidas de material em cada peneira do conjunto. Após a classificação granulométrica as partículas foram selecionadas considerando-se adequada a faixa de 2 a 6mm, e em seguida foram secas em estufa até atingirem umidade em torno de 10%.

Os painéis foram produzidos com dimensões de 35 x 35 x 1 cm e densidade nominal de 800 kg.m⁻³ e a partir da densidade nominal, foram calculadas as massas das partículas para confecção dos painéis de acordo com as porcentagens definidas para os tratamentos propostos (Tabela 1).

Tratamentos	Eucalipto (%)	Pinus (%)	Bagaço (%)	Resina (%)
T ₁	-	40	60	10
T ₂	-	60	40	10
T ₃	40	-	60	10
T ₄	60	-	40	10

Tabela 1- Tratamentos propostos para os painéis

Os painéis foram confeccionados empregando-se o adesivo bicomponente PU-Mamona na proporção de 1:1, onde a Figura 1 ilustra o referido adesivo na proporção utilizada para confecção dos painéis. Os procedimentos para homogeneização do adesivo foram realizados em duas etapas, primeiramente de forma manual e depois utilizando-se uma encoladeira rotacional de partículas, propiciando assim uma maior homogeneização da resina bicomponente e, conseqüentemente, cura adequada da resina.



Figura 2 - Resina PU-Mamona

Após homogeneização do PU-Mamona às partículas, realizou-se a confecção do colchão de partículas, que se constituiu em uma pré-prensagem, utilizando-se uma prensa manual e aplicando-se força de 5 toneladas sobre a massa de partículas com PU-Mamona depositada no interior de uma formadora de colchão. Em seguida,

o colchão de partículas foi levado à prensa hidráulica com pressão aferida para 50 kgf.cm⁻² e temperatura de 100 °C durante 10 minutos de prensagem, com tempo inicial de 3 minutos e intervalos para alívio de pressão por 30 segundos, objetivando-se evitar a concentração de gases no interior dos painéis. Este procedimento foi utilizado para produzir dois painéis para cada tratamento, dos quais foram obtidos dez corpos de prova para avaliação e caracterização de cada propriedade.

4 | RESULTADOS

4.1 Propriedades físicas

Analisando-se as propriedades físicas dos painéis produzidos ilustradas no Gráfico 1, pode-se observar que, de uma maneira geral os painéis com partículas de Pinus (T₁ e T₂) e Eucalipto (T₃ e T₄) obtiveram resultados compatíveis com os estipulados pela NBR 14810-2 (ABNT, 2013).

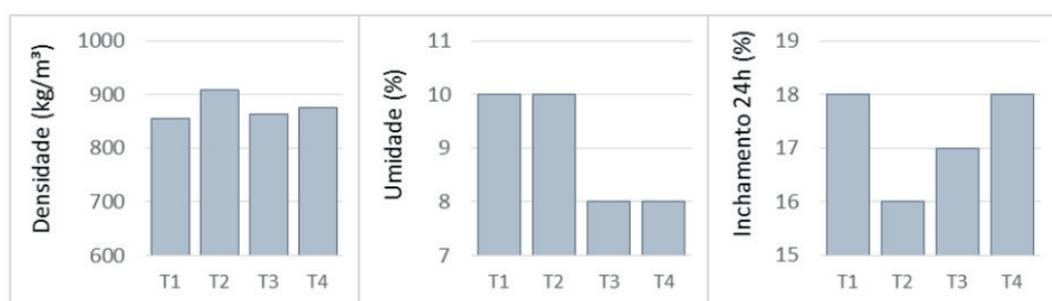


Gráfico 1 - Propriedades físicas determinadas

Com relação à densidade aparente média, os painéis de todos os tratamentos apresentaram valores superiores aos preconizados pela NBR (550 a 750 Kg.m⁻³). Entretanto, quanto à umidade dos painéis, nota-se que não houve variação significativa em relação à porcentagem de madeira na mistura, apenas se comparados os dois tipos de partículas de madeira, onde os painéis de Pinus obtiveram porcentagem de umidade superior aos painéis de Eucalipto. Observa-se também que todos os painéis obtiveram resultados dentro do intervalo ideal de 5 a 13%, estipulado pela Norma.

Com relação ao inchamento 24h, todos os painéis referentes aos tratamentos apresentaram valores inferiores ao máximo proposto pelo instrumento normativo (18%). Segundo Fiorelli *et al.* (2011), o ensaio de inchamento fornece indicações sobre as condições de adesão interna que constituem o painel quando submetido à imersão em água.

Fiorelli *et al.*, (2012) afirmam que imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) indicaram que o adesivo de poliuretano à base de óleo de mamona ocupa as lacunas entre as partículas, um fator que contribui para a melhoria das

propriedades físicas e mecânicas dos painéis.

4.2 Propriedades mecânicas

No Gráfico 2, verificam-se os valores determinados para as propriedades mecânicas dos painéis aglomerados confeccionados de acordo com os tratamentos T_1 , T_2 , T_3 e T_4 .

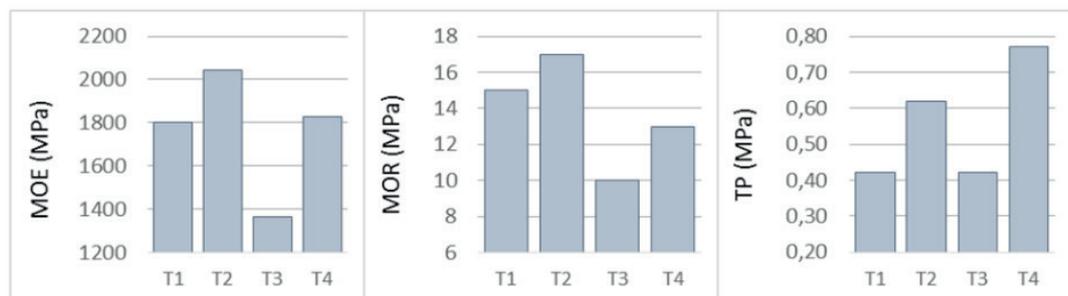


Gráfico 2 - Propriedades mecânicas determinadas

De acordo com a NBR 14810-2 (ABNT, 2013), os valores de módulo de elasticidade (MOE), módulo de resistência à flexão estática (MOR) e tração perpendicular (TP), devem ser de, no mínimo, 1800 MPa, 11 MPa e 0,40 MPa respectivamente.

Observa-se no Gráfico 2, com relação ao MOE os painéis de Pinus dos tratamentos T_1 , T_2 e de Eucalipto do tratamento T_4 , atenderam aos requisitos normativos, entretanto, para os painéis de Eucalipto do tratamento T_3 , os valores de MOE não atenderam ao especificado pela NBR.

Com relação ao MOR, os painéis de Pinus dos tratamentos T_1 , T_2 e de Eucalipto do tratamento T_4 , também atenderam aos requisitos normativos, enquanto que, os painéis de Eucalipto do T_3 não atenderam às exigências da NBR.

Verifica-se ainda no Gráfico 2 que todos os valores de Tração Perpendicular alcançaram o estipulado no requisito normativo, com resultados superiores aos propostos pela NBR.

Uma explicação plausível para os resultados de resistência mecânica obtidos pode ser explicado por Sanchez *et al* (2010), ou seja, devido ao seu alto teor de hemicelulose (27%) e lignina (21%), o bagaço de cana-de-açúcar apresenta menor resistência à tração e menor módulo de elasticidade se comparado às partículas de madeira, fato que também pode ser observado no Gráfico 2, onde os resultados obtidos para T_1 e T_3 (40% de madeira e 60% de bagaço de cana-de-açúcar) foram consideravelmente menores aos obtidos em T_2 e T_4 (60% de madeira e 40% de bagaço de cana-de-açúcar).

Ressalta-se ainda, que os resultados obtidos para as propriedades mecânicas, no presente estudo, são coerentes com os realizados por Iwakiri *et al.* (2001) que

estudou cinco espécies de *Pinus* tropicais. *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumannii* e a mistura destas. Com base nos resultados das propriedades físicas e mecânicas dos painéis concluíram que os mesmos também apresentam grande potencial para utilização na produção de madeira aglomerada. Fato que também foi observado por Iwakiri *et al.* (2000), na produção de chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *E. citriodora* e *E. pilularis* e misturas destas espécies com aplicação de resina UF na proporção de 8 e 12%.

5 | CONSIDERAÇÕES

Os resultados deste estudo indicam que os painéis confeccionados com pinus e eucalipto em associação a bagaço de cana-de-açúcar e resina poliuretana derivada de óleo de mamona apresentaram valores de propriedades físicas e mecânicas compatíveis com as especificações atuais definidas pela NBR 14810-2:2013.

Assim, é possível concluir que é viável a utilização de bagaço de cana-de-açúcar em associação a pinus e eucalipto, utilizando-se 10% de adesivo PU-Mamona para confecção de painéis aglomerados, e que além da contribuição ambiental é uma solução viável para a fabricação de painéis que poderão ser utilizados na produção de móveis e em várias aplicações na construção civil.

Com relação à influência das proporções de bagaço de cana-de-açúcar e de madeira nos painéis, pode-se observar que a maior porcentagem de madeira na mistura resultou em melhores propriedades mecânicas. De forma geral, para os tratamentos propostos, os painéis de pinus se apresentaram com melhores resultados, em relação aos painéis de partículas de resíduos de eucalipto. Considerando-se os resultados obtidos, conclui-se que os melhores painéis correspondem ao tratamento T₂, constituído com 60% de Pinus e 40% de bagaço de cana-de-açúcar possibilitando classificar esses painéis, de acordo com a NBR14810-2:2013, como “Painéis não estruturais para uso interno em condições secas”.

Verificou-se também a necessidade de realização de ajustes de parâmetros para confecção dos painéis com o objetivo de melhorar suas propriedades.

REFERÊNCIAS

ABIPA - Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira. **Programa Setorial da Qualidade de Painéis de Madeira**. São Paulo: Teses, 2010.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 14810-2**: Painéis de partículas de média densidade - Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

- BARROS FILHO, R. M. *et al.* Hybrid chipboard panels based on sugarcane bagasse, urea formaldehyde and melamine formaldehyde resin. **Industrial Crops And Products**, [s.l.], v. 33, n. 2, p.369-373, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.11.007>.
- BELINI, U. L. *et al.* Pilot study for MDF manufacture from sugarcane bagasse and eucalyptus fibers. **European Journal Of Wood And Wood Products**, [s.l.], v. 70, n. 4, p.537-539, 17 set. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00107-011-0577-4>.
- BERTOLINI, M. S. **Emprego de resíduos de Pinus sp tratado com preservantes CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Florestas plantadas: oportunidades e desafios da indústria de base florestal no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2017.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: V. 4 - SAFRA 2017/18 N.1 - Primeiro levantamento**. Brasília, 2017.
- COSTA, P. R. O.; DUARTE, F. S.; A utilização da biomassa da cana-de-açúcar como fonte de energia renovável aplicada no setor sucroalcooleiro. **Revista de Administração da Fatea**, v. 3, n. 3, p. 2-107, 2010.
- DIAS, F. M. **Aplicação de adesivo poliuretano à base de mamona na fabricação de painéis de madeira compensada e aglomerada**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos, São Carlos, 2005.
- EUCATEX. **MDP Eucatex**: Botucatu: Marketing Industria, 2007. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasprofcamargo/mdpluciane.ppt>
- FIORELLI, J. *et al.* Painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona – produção e propriedades. **Acta Scientiarum Technology**, v.33, n.4, p.401-406, 2011.
- FIORELLI, J. *et al.* Particulate composite based on coconut fiber and castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product. **Industrial Crops And Products**, [s.l.], v. 40, p.69-75, nov. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.033>.
- FREIRE, W. J. *et al.* **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 331 p., 2003.
- GARZÓN-BARRERO, N. M. *et al.* Evaluation of mold growth on sugarcane bagasse particleboards in natural exposure and in accelerated test. **International Biodeterioration & Biodegradation**, [s.l.], v. 115, p.266-276, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.09.006>.
- HOAREAU, W. *et al.* Fiberboards Based on Sugarcane Bagasse Lignin and Fibers. **Macromolecular Materials And Engineering**, [s.l.], v. 291, n. 7, p.829-839, 14 Jul. 2006. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/mame.200600004>.
- IWAKIRI, S. *et al.* Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira aglomerada de Eucalyptus saligna, Eucalyptus citriodora e Eucalyptus pilularis. **Floresta e Ambiente**, Si, v. 7, n. 1, p.251-256, jan. 2000.
- IWAKIRI, S. *et al.* Produção de chapas de madeira aglomerada de cinco espécies de pinus tropicais. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.137-142, jan. 2001.

IWAKIRI, S. *et al.* Produção de painéis de madeira aglomerada de alta densificação com diferentes tipos de resinas. **Scientia Forestalis**, v. 68, n. 1, p.39-43, ago. 2005.

LAHR, F. A. R. **Produtos derivados da madeira**. São Carlos: EESC-USP, 2008. 166 p.

SANCHEZ, E. M. S. *et al.* **Compósito de resina de poliéster insaturado com bagaço de cana-de-açúcar**: influência do tratamento das fibras nas propriedades. *Polímeros*, [s.l.], v. 20, n. 3, p.194-200, 2010.

SANTOS, M. F. N. *et al.* Comparative study of the life cycle assessment of particleboards made of residues from sugarcane bagasse (*Saccharum spp.*) and pine wood shavings (*Pinus elliottii*). **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 64, p.345-355, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.039>.

SARTORI, D. L. **Painel portante estrutural com chapa de partículas de bagaço de cana-de-açúcar e resina de mamona para centro de manejo bovino**. 2012. 131f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço inoxidável 178, 181
Aproveitamento de costaneira 81
Argamassa de revestimento 35, 36, 42, 44, 45
Argila montmorilonítica 167, 168

C

Carga normal 68, 71, 73, 74, 75, 77, 78, 79
Cisalhamento 21, 23, 24, 27, 31, 32, 33, 34, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 203, 217
CLT 97, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 157
Coeficiente de atrito 68, 71, 73, 74, 79
Comparação 7, 13, 14, 23, 40, 56, 57, 58, 61, 63, 73, 75, 77, 78, 79, 86, 133, 135, 140, 145, 206, 209, 244, 245, 247
Compartimentação horizontal 108, 110, 111, 118
Compressão 24, 25, 28, 29, 33, 48, 114, 115, 135, 137, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 201
Concreto 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 61, 97, 117, 118, 123, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 190
Concreto armado 21, 22, 23, 33, 34, 37, 123, 148, 156, 157
Conforto acústico 45
Conforto térmico 45, 47, 50, 53, 122
Construção civil 12, 18, 22, 23, 36, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 59, 65, 96, 97, 98, 108, 110, 128, 132, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 156, 187
Construções leves 55, 56, 60, 61, 65, 66
Corrosão 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 23, 112, 113, 181, 195
Corymbia citriodora 81, 82, 83, 84, 85, 92, 93
Cura 15, 22, 35, 43, 44, 145, 152, 156

D

Densidade 5, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 47, 51, 63, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 145, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 187, 190, 191, 207
Descolamento 31, 32, 33, 38, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132
Desgaste deslizante 68, 76
Detalhe construtivo 94
Durabilidade 36, 50, 56, 57, 64, 94, 96, 97, 98, 99, 103, 106, 107, 115, 122
Dureza Janka 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

E

Eletroquímica 1, 2, 196, 197
Ensaio de caracterização 35, 39, 40, 42

Escória 35, 41, 43, 44, 188

Eucalipto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 82, 93, 101, 136, 144, 148, 158, 159, 160, 161

F

Fachadas de edifícios 121, 123, 132

Fachadas em madeira 94, 95, 96, 100

Fiação por sopro em solução 167, 168, 169, 170, 171, 176

Flexão 10, 13, 17, 21, 24, 31, 32, 114, 135, 136, 137, 141, 142, 143, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 201

Forças de corte 178, 179, 180, 181, 183

Forno didático 185, 191, 192

M

Madeira 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 119, 129, 133, 134, 135, 139, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 166

Manifestação patológica 35

Materiais alternativos 19, 45, 47

Materiais compósitos de PRFC 21

Metal 1, 2, 5, 6, 178, 180, 181, 182, 206, 207, 210, 212, 213, 214, 215, 229

Microfresamento 178, 180, 181, 183

Microusinagem 178, 179, 180, 181

N

Nanofibras de sílica 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177

P

Painéis de madeira 11, 18, 19, 20, 81, 83, 97, 157

Parede corta-fogo 108, 119

Patologia 121, 123

Pinus 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 101, 143, 144, 145, 151

Poliamida 66 167, 168, 170, 173, 174, 175

Prática acadêmica 185

Processo de fundição 185

Projeto de revestimento 121

Proteção contra incêndio 108

R

Reforço estrutural 21, 22, 25

Resíduo de madeira 81, 92

Revestimento cerâmico 121, 122, 126, 128, 130, 132

Revestimento em madeira 94

S

Sistema construtivo em placas de silicato de cálcio 108

Solo 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 65, 100, 134, 231

T

Tecnologia de vedações verticais leves 108

Tubulação 1

V

Vermiculita 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53

Vigas 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 114, 123

W

Wood frame 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67

