

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

PINUS E EUCALIPTO PARA CONSTRUÇÕES LEVES EM MADEIRA (WOODFRAME) NO BRASIL: COMPARATIVOS, POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Data de aceite: 25/11/2019

Mirna Mota Martins

UFBA, Faculdade de Arquitetura
Salvador – Bahia

Júlia Cruz da Silva

UFBA, Laboratório de Madeiras
Salvador – Bahia

Matheus Fernandes Lima

UFBA, Faculdade de Arquitetura
Salvador – Bahia

Rita Dione Araújo Cunha

UFBA, Núcleo de Tecnologia, Projeto e
Planejamento
Salvador – Bahia

Sandro Fábio César

UFBA, Departamento de Construção e Estruturas
Salvador – Bahia

RESUMO: Este trabalho traz a discussão das possibilidades do emprego do eucalipto e do pinus em construções leves de madeira do tipo “wood frame” face o cenário do setor de madeira no Brasil e da crescente demanda desse material na construção civil. O emprego desses gêneros de madeira como estrutura para esse tipo de construção é abordado, através de uma revisão bibliográfica, observando-se as vantagens desse material e as dificuldades e lacunas tecnológicas da sua aplicação na

perspectiva dos sistemas “wood frame”. Também se aponta o panorama local da indústria do eucalipto e do pinus bem como da construção civil em madeira, enfatizando as prospecções do uso do eucalipto como alternativa para os sistemas leves em madeira. Como resultados são comparados o pinus e o eucalipto, visando lançar uma reflexão sobre a viabilidade do uso deste último no sistema wood frame, uma vez detectado um maior emprego do pinus neste tipo de sistema em relação ao eucalipto no Brasil. **PALAVRAS-CHAVE:** Pinus. Eucalipto. Wood Frame. Construções leves. Madeira.

PINUS AND EUCALYPTUS FOR WOODFRAME LIGHT CONSTRUCTIONS IN BRAZIL: COMPARATIVES, POSSIBILITIES AND CHALLENGES

ABSTRACT: This article discusses the possibilities of the use of Eucalyptus and Pinus in lightweight wood frame construction in relation to the scenario of the wood sector in Brazil and the growing demand for this material in civil construction. The use of these wood genres as structure for this type of construction is approached, through a bibliographical review, observing the advantages of this material and the technological difficulties and gaps of its application from the perspective of wood frame systems. The local panorama of the Eucalyptus

and Pinus industry as well as the civil construction in wood is also pointed out, emphasizing the prospects of the use of Eucalyptus as an alternative for light wood systems. As results Pinus and Eucalyptus are compared, aiming to launch a reflection on the feasibility of using the latter in the wood frame system, once detected a greater use of Pinus in this type of system in relation to eucalyptus in Brazil.

KEYWORDS: Pinus. Eucalyptus. Wood Frame. Light Construction. Wood.

1 | INTRODUÇÃO

Este artigo de revisão objetiva mostrar as possibilidades das espécies de Eucalyptus em comparação com o uso do Pinus para construções leves em madeira no Brasil, de modo a lançar uma reflexão sobre as potencialidades do primeiro no sistema wood frame.

A madeira apresenta benefícios ambientais superiores a outros materiais tradicionais da construção civil. As construções leves em madeira no Brasil como o sistema wood frame tem ganhado espaço na indústria da construção e o emprego de madeiras de florestas plantadas mostra-se como alternativa viável para esse tipo de construção que tem caráter mais racionalizado e pode ser industrial.

Os dois gêneros de madeira ocupam extensas áreas de plantios florestais no Brasil, prestando-se às mais diversas utilizações, mas a demanda crescente por construções leves no país reforça o estudo das potencialidades do Pinus e do Eucalyptus. Em especial o Eucalipto que apresenta ótimas características mecânicas para a construção, mas alguns desafios a serem superados pela questão da trabalhabilidade e durabilidade. Por outro lado, o aumento da produção de eucalipto em detrimento à de pinus, nos últimos anos, lança a pergunta: por que não empregar o eucalipto no sistema wood frame como se vem tradicionalmente fazendo com o pinus? Esta foi a questão norteadora desse artigo para o qual foram consultados trabalhos relevantes sobre o tema entre livros, anuários, teses, artigos e publicações nacionais e internacionais. As informações encontradas foram relacionadas, objetivando comparar os gêneros Pinus e Eucalipto, analisando sua produção atual, a construção civil em “wood frame” no Brasil e os desafios percebidos relativos a aplicação do eucalipto nesse sistema.

2 | O PINUS E O EUCALIPTO E SEUS USOS

O Pinus e o Eucalipto são gêneros de árvores não originárias do Brasil. O primeiro é uma conífera adaptada a baixas temperaturas, podendo ser plantado em solos rasos e poucos produtivos para lavoura. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), o pinus é plantado e colhido em rotações entre 13 e 20 anos

para a indústria (IBÁ, 2016). Já o *Eucalyptus* é um gênero nativo da Austrália, que produz árvores folhosas adaptáveis a diferentes condições climáticas, com rápido crescimento e, conforme a mesma referência, sua colheita pode ser feita a partir de 5 anos, dependendo de sua destinação.

Com muitos modos de utilização, ambos os gêneros podem ser explorados na construção civil tanto em estruturas como em componentes construtivos.

2.1 Modos de utilização das madeiras de pinus e de eucaliptos na construção civil

De acordo com a IBÁ (2016), para a construção civil, as madeiras de *Pinus* e de *Eucaliptos* são utilizadas para a produção de carvão, lâminas, madeira serrada, madeira roliça e cavaco. Ainda se cita o uso dessas madeiras tratadas com preservadores em decorrência da diminuição da oferta ou encarecimento de espécies nativas com alta durabilidade natural.

A madeira de *Pinus* no Brasil foi utilizada inicialmente para a produção de celulose de fibra longa, papel e na indústria de resina, depois se voltou para fabricação de móveis, produção de chapas de madeira aglomerada, compensada e outras, e atualmente é utilizada também na fabricação de madeira serrada para a construção civil, visto que seu cerne é permeável aos tratamentos preservativos existentes (BORTOLETTO e LAHR, 2000).

As espécies de eucalipto encontraram no Brasil boas condições climáticas, tendo desenvolvimento e crescimento rápido e a mais alta produtividade no mundo, sendo consideradas de usos múltiplos, fazendo parte de diversos segmentos industriais, além de serem fontes de energia (LONGUE e COLODETTE 2013). Na construção civil, o eucalipto é muito usado como madeira roliça, em estruturas “heavy timber” do tipo pilar-viga e “log house”, pelo menor grau de processamento das toras em comparação com a madeira serrada, pela possibilidade de tratar o alburno com preservativos e pela maior dimensão das peças (CALIL e BRITO 2010).

Comparando-se a madeira de pinus com a de eucalipto, a primeira é mais demandada para a indústria da madeira serrada, seguida da de celulose de fibra longa e de painéis reconstituídos (compensados), como mostra o gráfico da figura 1. Este ainda mostra que a maior demanda industrial para o eucalipto é para celulose e papel, seguida de lenha e carvão.

Para analisar o uso desses gêneros na construção e em particular no sistema wood frame (observando que o emprego desse sistema vem crescendo nos últimos anos), é necessário analisar o panorama da produção do pinus e eucalipto no Brasil nas últimas décadas.

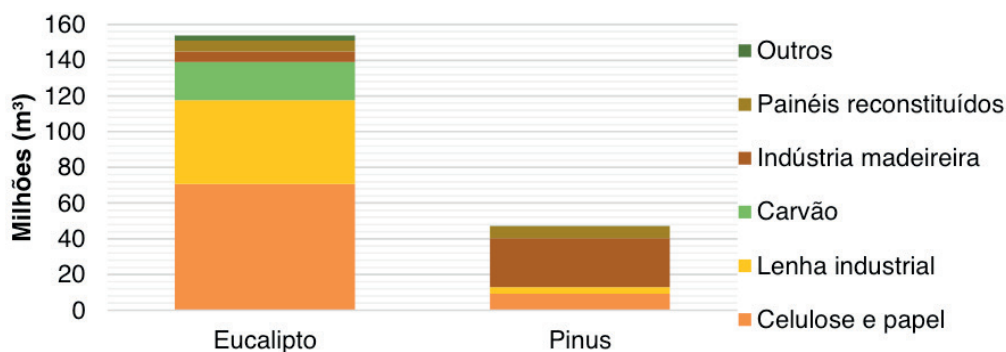


Figura 1 - Comparação do consumo das madeiras de Eucalipto e Pinus para uso industrial
 Fonte: Adaptado de IBÁ (2017); CARMO et al. (2015)

3 | PANORAMA DA PRODUÇÃO DO PINUS E DO EUCALIPTO NO BRASIL

A produção de floresta plantada no Brasil, segundo a IBÁ (2017), vem crescendo nas últimas décadas e, em 2016, o país atingiu cerca de 7,84 milhões de hectares em área de florestas plantadas, sendo 72,3% de Eucalipto (cerca de 5,67 milhões de hectares), 20,2% de Pinus (1,58 milhões de hectares) e 7,5% de culturas de outras espécies (0,59 milhões de hectares) como se observa no gráfico da figura 2. O crescimento total, no entanto, deve-se mais ao aumento da área da cultura de Eucalipto, desde 2010, uma vez que a plantação de Pinus vem tendo um decréscimo, proveniente da conversão de algumas áreas de plantio de pinus em plantios de eucalipto, principalmente no estado do Paraná (IBÁ, 2016).

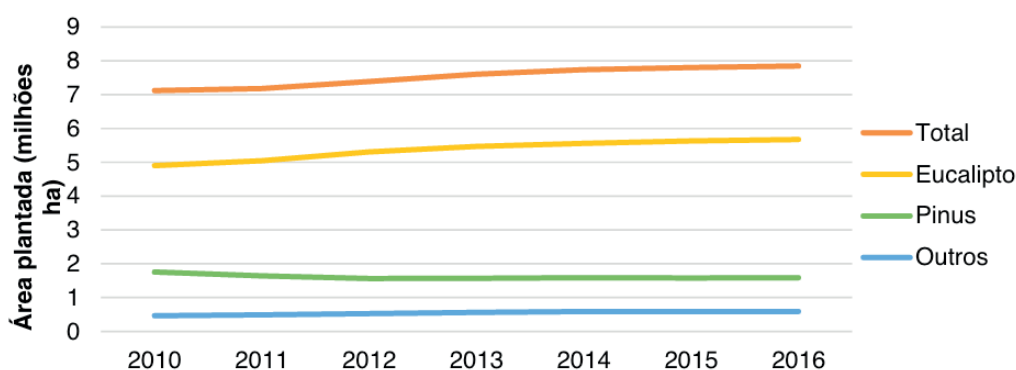


Figura 2 - Área de floresta plantada por cultura e ano.
 Fonte: Adaptado de IBÁ (2017); SNIF (2017)

Já com relação à produtividade florestal que se refere ao volume de área de madeira que é produzida por unidade de área ao ano, os três últimos anuários da IBÁ (IBÁ 2014, IBÁ 2015, IBÁ 2016) revelam uma queda de produtividade tanto para o eucalipto como para o pinus: em 2016, comparado à produtividade em 2014, houve um decréscimo de 3,3 m³/ha.ano para o eucalipto e de 0,5 m³/ha.ano para o pinus. Apesar da queda, o setor brasileiro de floresta plantada, em 2016, apresentou

a maior produtividade florestal do mundo, sendo as médias de 35,7 m³/ha ao ano para as plantações de eucalipto e de 30,5 m³/ha ao ano para as de pinus (IBÁ, 2017).

Outro aspecto relevante da produção desses gêneros é a rotação que é equivalente ao tempo transcorrido entre plantio e colheita das árvores. Segundo a mesma referência (OP. CIT., 2017), o setor de floresta plantada também apresentou a menor rotação, em 2016, estando abaixo dos 5 anos para o eucalipto e 10 anos para o pinus.

3.1 Produção de madeira em toras e serrados

Em relação à produção nacional de madeira em toras, no gráfico da figura 3 tem-se um comparativo entre a produção proveniente de florestas nativas e de florestas plantadas em intervalos de 5 anos. Percebe-se uma diminuição da produção de madeira em toras de florestas naturais, passando de 23% da produção, em 2000, para 9%, em 2015, devido a substituição da madeira nativa pela madeira de florestas plantadas. Isso mostra que a silvicultura influencia na diminuição da pressão exploratória sobre as espécies nativas.

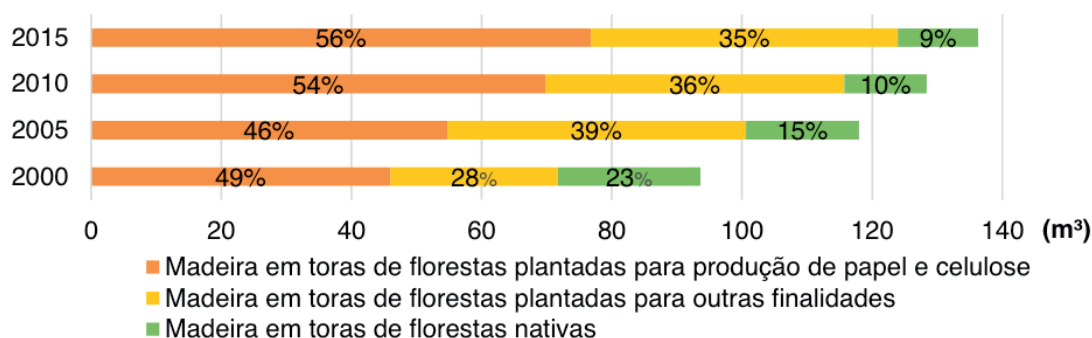


Figura 3 - Produção nacional de madeira em toras no período de 2000 a 2015

Fonte: Adaptado de IBGE (2001); IBGE (2006); IBGE (2011); IBGE (2016)

Também é observado pela IBÁ (2017) a influência da desaceleração da construção civil no consumo de madeira serrada no mercado nacional, que, em 2015, era 7,2 milhões de m³ e, em 2016, foi de 6,4 milhões de m³. Devido a isso, a produção de serrados no Brasil oriundos de árvores plantadas foi de 8,8 para 8,6 milhões de m³ de 2015 para 2016. O ano de 2016 apresentou o menor valor para consumo e produção, desde 2010, como mostra o gráfico da figura 4.

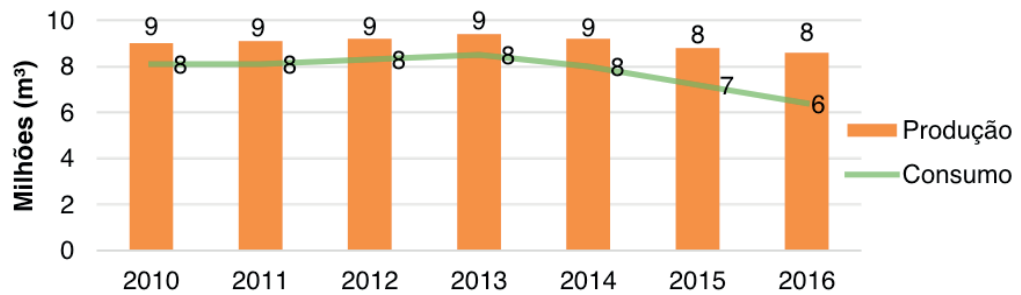


Figura 4 - Histórico da produção e consumo nacional de madeira serrada (2010-2016)

Fonte: Adaptado de ABRAF (2013); IBÁ (2015); IBÁ (2017)

Uma alternativa para incrementar a produção da indústria de serrados e chapas pode ser o desenvolvimento das construções leves de madeira no Brasil como o wood frame. Isso também será influenciado pela busca de melhorias no manejo, melhoramento genético e técnicas produtivas na indústria da madeira.

4 | CONSTRUÇÕES LEVES EM WOOD FRAME NA AMÉRICA DO SUL E NO BRASIL

O wood frame é um sistema construtivo que usa montantes leves em madeira para construção de quadros estruturais que atuam em conjunto como elemento estruturante de uma edificação. Pode ser montado no sistema balão ou plataforma, sendo o último o mais difundido e também permite tanto a autoconstrução quanto a pré-fabricação. Na América do Sul esse sistema está aos poucos começando a ser mais conhecido e utilizado por causa de suas inúmeras vantagens e como alternativa a sistemas tradicionais de construção mais demorados e que geram mais resíduos. O grupo de pesquisa argentino do Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) levou pesquisadores para o Canadá para aprenderem o modo de produção do wood frame canadense e aplica-lo na Argentina.

Na experiência argentina de wood frame se utiliza o *Eucalyptus grandis* ou *E. saligna* na estrutura. Admitem-se defeitos, porém sempre levando em consideração a classificação das madeiras de acordo com os defeitos apresentados e os usos a que são destinadas (INTA, 2017). O sistema do INTA não se restringiu à Argentina, sendo disseminado também no Uruguai.

No Chile, outro país sul-americano onde se desenvolveu o sistema wood frame, este se assemelha ao sistema alemão, tendo o máximo possível da montagem industrializada e depois transportada para a obra (MOLINA e CALIL Jr, 2010). O projeto em wood frame mais conhecido do Chile é o conjunto Villa Verde da Elemental, que se trata de habitações evolutivas, compostas de uma unidade embrião que prevê um crescimento progressivo feito pelos moradores (ARAVENA et al. 2013). No Chile

a espécie de reflorestamento mais comum é o *Pinus radiata* e depois o *Eucalyptus globulus*, mas para o Villa Verde, segundo os mesmos autores, a madeira utilizada foi a de *Pinus*.

Já no Brasil, a trajetória do sistema wood frame se deu paulatinamente, desde a década de 70 do século XX, usando prioritariamente o *Pinus* como montantes estruturais, sendo que, na última década, deu-se uma arrancada no crescimento desse tipo de construção com o estabelecimento de empresas especializadas no setor.

4.1 Construções leves em wood frame no brasil

Embora ainda pouco difundido, em comparação a outros sistemas construtivos utilizando materiais tradicionais como alvenaria, concreto e aço, o sistema wood frame já havia sendo utilizado com outros nomes no Brasil, desde a década de 70, segundo Espindola (2017). No quadro 1 observam-se alguns dos sistemas baseados no wood frame vistos no Brasil, até a última década.

Empresa	Localidade	Ano	Denominação do Sistema	Madeira empregada
EPOTEC Paraná Indústria e Comércio de Casas Pré-Fabricadas Ltda	Piraquara, Paraná.	1972 - 1994	Epotec-Fertighaus	Não especificada, mas preservada
Battistella Indústria e Comércio Ltda.	Curitiba, Paraná	1988 - 1994	Stella	Madeira de floresta plantada e tratada em autoclave
Madezatti	Caxias do Sul, Rio Grande do Sul	1970/80 - 1996	Painéis portantes e ossatura de madeira	Não especificada
Malacon	Curitiba, Paraná	Meados de 2000	US Home	Madeira de araucária tratada em autoclave
Battistella e C. Palermo UFSC	Santa Catarina	2002/3	Stella-UFSC	Madeira de <i>Pinus</i> preservada
Tecverde	Curitiba, Paraná	2010/3	Tecverde	Madeira de <i>pinus</i> e tratada em autoclave

Quadro 1 – Sistemas wood frame produzidos no Brasil.

Fonte: adaptado de Espindola (2017)

Em 2009, o SENAI-PR em parceria com o Ministério das Finanças e Economia do Estado Baden-Württemberg da Alemanha promoveram ações conjuntas para impulsionar o sistema wood frame no Brasil. Isto possibilitou a transferência da tecnologia específica do sistema para o país, facilitando a implementação do mesmo (ESPINDOLA 2017). Conforme a autora, essas ações permitiram avaliar

como poderia ser aplicado o wood frame alemão no contexto, formando-se então a Comissão Casa Inteligente, primeiro grande passo para a promoção do wood frame no Brasil.

O sistema wood frame não tem norma técnica no Brasil e uma das contribuições, partindo desta comissão foi a publicação da Diretriz SINAT nº 005 / 2011 com referências e diretrizes técnicas para o wood frame aqui produzido. A partir de então várias empresas construtoras no sistema wood frame foram consolidadas, entre elas, a Tecverde, a primeira empresa brasileira criada para produção do wood frame através da aplicação de métodos industrializados, usando em seu sistema o *Pinus elliottii* tratado com CCA. Muitas construtoras que trabalham com o sistema wood frame se estabeleceram no sul e sudeste do Brasil, a exemplo da Tecverde, Shintec e Bolsoni Construtora. Em relação a divisão por estado das principais empresas produtoras do sistema wood frame no Brasil, observa-se que a grande maioria se localiza principalmente nas regiões sul e sudeste, com 44% em São Paulo, 26% no Paraná e 11% em Santa Catarina (ARAUJO et al., 2016).

No Brasil o sistema wood frame atualmente é produzido tanto para habitações de alto padrão, quanto para habitações de interesse social através de diversas empresas e construtoras. Exemplos de casas construídas pela Tecverde podem ser vistos nas figuras 5 e 6. A primeira trata-se do residencial Haragano, construído em uma parceria da Tecverde com a construtora Roberto Ferreira, sendo o primeiro conjunto habitacional em wood frame do programa Minha Casa Minha Vida, localizado em Pelotas no Rio Grande do Sul.



Figura 5 - Residencial Haragano em Pelotas, RS
Fonte: FIEP (2013)



Figura 6 - Casa modelo Slim em Pinhais, PR
Fonte: OLIVEIRA (2016)



Figura 7 - Casa luxuosa em Nova Lima, MG
Fonte: ARAUJO (2016)

A segunda é a casa modelo Slim construída em 2010 em Pinhais no Paraná pela Tecverde. A figura 7 mostra uma casa de alto padrão construída em Nova Lima, Minas Gerais, em uma parceria das empresas VC Construtora e Stamade.

A madeira de *Pinus* é a mais utilizada para os sistemas wood frame no Brasil, mas o eucalipto também já foi empregado a exemplo do protótipo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT, em São Paulo, construído no final dos anos 1990, e

o do “Morar melhor” construído pela construtora Roberto Ferreira, em Pelotas, em 2011, mostrados na figura 11.



Protótipo do IPT



Protótipo do “Morar Melhor”

Figura 11–Construções wood frame com eucalipto

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2016) e ESPINDOLA (2017)

De alguma forma o eucalipto foi empregado em algumas das experiências com wood frame no Brasil, mas nenhuma referência apontou vantagens ou desvantagens em empregar essa madeira nos entramados estruturais das construções citadas.

5 | COMPARATIVOS ENTRE O PINUS E O EUCALIPTO VISANDO SEU EMPREGO EM WOOD FRAME

Faz-se aqui uma comparação do emprego do Pinus e do Eucalipto em wood frame sob os aspectos da preservação e das características mecânicas e ambientais e da produção local dos dois gêneros, buscando observar as vantagens de empregá-los na indústria da construção leve em madeira.

Um conceito importante é a tratabilidade da madeira, que varia entre as espécies, com a maior ou menor penetração do preservativo principalmente no cerne. O pinus apresenta alta permeabilidade ao tratamento preservativo em relação à madeira de eucalipto. A madeira de Pinus tem o cerne tratável e o Eucalipto por ser uma madeira com maior densidade só é penetrável no alburno. No sistema Wood Frame utilizado no Brasil é recomendado o uso de madeira preservada em toda a construção (SINAT 005/17). Sob este aspecto e segundo esta instrução da SINAT, o eucalipto está em desvantagem em relação ao pinus.

Mesmo tendo o pinus mais vantagem em relação à penetração do produto preservador em relação ao eucalipto, este enfrenta a tendência mundial em restringir o CCA (Arseniato de cobre Cromatado) atual e mais tradicional composto preservador utilizado no Brasil para tratamento de madeiras.

Outro aspecto relevante quanto a comparação dos dois gêneros, visando o emprego em wood frame, refere-se às propriedades físicas e mecânicas da

madeira. As espécies de Eucalipto têm maiores massas aparentes em relação ao Pinus. Considerando as espécies apresentadas na NBR 7190, das 17 espécies de Eucalipto e das 6 espécies de Pinus os valores de massas específicas aparentes a 12% de umidade varia, de 640 a 1087kg/m³ para o eucalipto e de 535 a 645kg/m³ para o pinus. Em relação à resistência mecânica dos dois gêneros, as espécies cultivadas de eucalipto tendem a ter resistências maiores com relação às espécies cultivadas no Brasil para o gênero Pinus. Superando o Pinus em relação às mais altas resistências, o Eucalipto demonstra sua viabilidade em atender aos esforços estruturais na construção em wood frame com as mesmas aplicações que o Pinus.

Quanto ao aspecto ambiental da madeira, Calil Jr e Brito (2010) afirmam que um dos critérios fundamentais na análise do benefício eco ambiental de uma espécie é o potencial de sequestro de CO² e que as árvores que mais consomem CO² são aquelas em fase de crescimento. Os autores também dizem que, quanto maior é a rotatividade, mais efetivo é esse processo. Considerando a alta rotatividade do gênero Eucalyptus, em torno de metade da rotatividade do pinus, é possível inferir que o primeiro é protagonista entre as espécies de reflorestamento no sequestro de CO² no Brasil.

Com relação à produção local, já foi evidenciada a tendência em se produzir mais eucalipto do que pinus no território brasileiro. O pinus se desenvolveu melhor no sul e sudeste do Brasil, concentrando-se as plantações de florestas nestas regiões. Por outro lado, também nestas regiões atualmente se concentram as indústrias e empresas especializadas em construções no sistema wood frame, persistindo a utilização do pinus para esta finalidade construtiva. Nesse quesito, o pinus é vantajoso pela sua produção estar situada próxima às unidades consumidoras (empresas de wood frame).

Os desafios para inserção do eucalipto no sistema wood frame são vários, incluindo a sua durabilidade e usinagem, uma vez que o eucalipto em geral apresenta características de retratibilidade que influenciam na sua secagem e nos processos de desdobro e serragem. Há algumas décadas, a não uniformidade da produção de eucalipto para a indústria da madeira e da construção trazia desvantagens em relação à produção do pinus. Nos anos 1990, grande parte dos plantios de eucalipto objetivava a produção para indústria de celulose de fibra curta e carvão vegetal, tornando difícil o aproveitamento dessa madeira para a indústria moveleira e serrarias, gerando uma oferta de matéria prima inconstante quanto a suas características e conseqüentemente preconceitos relacionados à madeira serrada de eucalipto (PONCE, 1995).

A maior preocupação com o manejo do Pinus do que com o do eucalipto, favorecia a produção do Pinus, pois as técnicas para seu processamento mecânico já eram concebidas visando a qualidade final do produto. Na tentativa de superar isso,

buscou-se a manipulação genética e criação de clones de Eucalipto, que juntamente com o desenvolvimento de práticas de manejo adequadas para a serraria geram produtos com melhor qualidade, uniformes e apropriados para a produção de madeira serrada. De acordo com a IBÁ (2014) a adoção do melhoramento genético foi um avanço significativo que garantiu o aumento da produtividade e competitividade da indústria, tendo como objetivo a seleção de árvores com as melhores características, tanto no aspecto florestal quanto industrial, como vigor, forma, resistência a doenças e pragas, qualidade e rendimento da madeira.

Ainda com relação ao sistema wood frame, no Brasil não existe uma norma técnica específica para a regulamentação do mesmo, existindo a diretriz SINAT 005, responsável por definir diretrizes para a produção do sistema. Esta diretriz, que anteriormente aceitava as folhosas para montantes de madeira serrada, em sua revisão, em 2017, deixa de considerar as folhosas para esse uso e com isso as espécies de Eucalipto. Torna-se então necessária a elaboração de pesquisas e trabalhos que comprovem as possibilidades dessa madeira e endossem a utilização da mesma.

6 | CONCLUSÕES

As madeiras de pinus e eucalipto representam a alternativa para construções leves em madeira no Brasil, apresentando ambos os gêneros características adequadas a esse tipo de sistema nos aspectos ambientais e de características mecânicas. Ocorre, no entanto, uma predileção pelo emprego do pinus tanto pela concentração de florestas como de empresas especializadas no Sul e Sudeste do Brasil, mesmo com o incremento de florestas de eucalipto e diminuição de áreas plantadas de pinus no país. Se existe uma tendência no aumento de áreas plantadas de eucalipto, este deve ser avaliado também como alternativa para construção civil e para construções em wood frame. Em regiões onde seu desenvolvimento é mais propício por aspectos climáticos e de solo, a exemplo do Nordeste, são necessários estudos de viabilidade técnica voltados para o wood frame em substituição à madeira de pinus.

O eucalipto tem um potencial mecânico superior ao do pinus e pode ser pensado para compor montantes estruturais com dimensões específicas e diferenciadas das utilizadas com pinus, para compensar a questão da tratabilidade que é mais difícil para este gênero em relação ao pinus.

Precisa-se produzir normas de construções leves para pinus e eucalipto e não só considerar as coníferas como espécies adequadas ao sistema wood frame como o faz a SINAT em sua mais recente versão. Sublinha-se que a formulação de um

sistema wood frame adaptado para as características do Eucalipto constituem um trabalho mais longo e específico. Tal elaboração fica como sugestão para estudos mais profundos para subsidiar a viabilização para a adoção formal desse gênero nas construções leves em madeira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 142p.

ALMEIDA DE ARAUJO, V. et al. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, agosto 2016. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2016000200008&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 ago. 2017.

ARAVENA, A. et al. PROYECTO VILLA VERDE CONSTITUCIÓN, CHILE ELEMENTAL. **ARQ**, Santiago, v.84, p.48-51, agosto 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37528909007>>. Acesso em: 26 set. 2017.

BORTOLETTO Jr., G.; LAHR, F.A.R. Aplicação da madeira de Pinus na construção Civil. **Madeira: arquitetura e engenharia**, n. 2, p. 13-18, agosto 2000.

CARMO, E.R. et al. O uso da madeira reflorestada como estratégia competitiva para uma indústria madeireira. In: **I Conferência Internacional em Gestão de Negócios**, 2015, Cascavel. Paraná, UNIOESTE, 2015,16p.

CALIL JUNIOR, C.; BRITO, L. D. **Manual de projeto e construção de estruturas com peças roliças de madeira de reflorestamento**. São Carlos: EESC, 2010. 312p.

CALIL JUNIOR, C.; MOLINA, J. C. **Coberturas em estruturas de madeira: exemplos de cálculo**. São Paulo: Pini, 2010. 208p.

ESPÍNDOLA, L. R., INO, A. (2014). **Inserção e financiamento do sistema wood frame no programa habitacional Minha Casa Minha Vida**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

ESPÍNDOLA, L.R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. Tese (Doutorado) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.331p.

FIEP. (2013). Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Visita residencial Haragano- Pelotas. Conselhos temáticos e setores da FIEP:19 JUL 2013. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/visita-residencial-haragano---pelotas-11-3998-220564.shtml>> Acesso em 14 set. 2017

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Anuário estatístico da indústria brasileira de árvores: ano base 2014**. Brasília: IBA, 2015. 80p.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Anuário estatístico da indústria brasileira de árvores: ano base 2015**. Brasília: IBA, 2016. 100p.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Anuário estatístico da indústria brasileira de árvores: ano base 2016**. Brasília: IBA, 2017. 80p.

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal**

e da silvicultura 2000. Rio de Janeiro, v.61, 2001. Disponível em:< https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2001.pdf > Acesso: 12jul.2017.

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.**Produção da extração vegetal e da silvicultura 2005.** Rio de Janeiro, v.66, 2006. Disponível em:< https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2006.pdf>Acesso:12jul. 2017

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2010.** Rio de Janeiro, v.71, 2011. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2011.pdf>Acesso: 12jul. 2017

IBGE –INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2015.** Rio de Janeiro, v.76, 2016. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2016.pdf>Acesso: 12jul.2017

INTA–INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Taller: Construcción en madera sustentable y de alta prestación “Sistema Canadiense aplicado en Argentina”, junho, 2017.

LONGUE Junior, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade de reflorestamento para produtos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.76, p. 429-438, 2013.

OLIVEIRA, L.A. Estudo prospectivo do Sistema Light Wood Frame em edifícios de até quatro pavimentos no Brasil. In: ENCONTRO TÉCNICO - SINDUSCON, 2016, Curitiba. **Comunicação técnica.**São Paulo, IPT, 2016. 66p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo.**Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 50-58.

SINAT – Sistema Nacional de Aprovações Técnicas. **Diretriz SINAT nº 005/17** - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). 2ª rev., Brasília, 2017.

SNIF –Sistema Nacional de Informações Florestais. **Produção florestal.** Boletim SNIF 2016. v.2, n.2, 2016, 10p.

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

