

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 4

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 4 / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-981-3

DOI 10.22533/at.ed.813210904

1. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado (Organizadora). II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil 3” contempla trinta e um capítulos com pesquisas sobre temas gerais da engenharia civil.

A engenharia civil é uma importante ferramenta social, pois através dela é possível apresentar propostas de edificações com fins sociais, bem como levar saneamento básico para comunidades vulneráveis.

Muitos estudos buscam trazer soluções sustentáveis através da engenharia civil. A aplicação de diversos tipos de resíduos pode gerar novos produtos aplicados na construção civil e pavimentação.

Conhecer o comportamento de materiais de construção, bem como o desenvolvimento de novos produtos, bem como a análise do comportamento de estruturas em diversos métodos construtivos auxilia os profissionais e estudantes a avaliar suas escolhas.

Por fim, apresentamos um estudo sobre o, ainda presente, preconceito que a mulher sofre na área de engenharia civil.

Desejo que esta obra proporcione uma agradável leitura e fomenta novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA ESTABILIDADE GLOBAL DE EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS – COMPARATIVO ENTRE MODELOS

Juliane Miranda dos Santos
Pollyana Bittencourt Fraga Leitão
María Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.8132109041

CAPÍTULO 2..... 24

ANÁLISE NUMÉRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CARGA EM PONTES DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Felipe Batista Irikura
Jorge Luís Nunes de Góes

DOI 10.22533/at.ed.8132109042

CAPÍTULO 3..... 44

ERROS DE CÁLCULO NA ENGENHARIA

Giovanna de Souza Florenzano
Júlio César Brasil Júnior
Hugo Nascimento Barroso
Mariana Mattos dos Reis
Ylthar Ramos

DOI 10.22533/at.ed.8132109043

CAPÍTULO 4..... 50

PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EN LA ASIGNATURA DE DISEÑO DE HORMIGÓN REFORZADO

Gláucia Nolasco de Almeida Mello

DOI 10.22533/at.ed.8132109044

CAPÍTULO 5..... 61

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE COLMOS DE BAMBU DAS ESPÉCIES *BAMBUSA TULDOIDES* E *PHYLLOSTACHYS AUREA*

Ana Claudia Dal Prá Vasata
Leonardo Müller Portes
Alana Karolyne Dametto dos Santos
Ana Caroline Cadorin
Leonardo Pirola dos Santos
Paôla Regina Dalcanal
Paulo Rogerio Novak
Fabiano Ostapiv

DOI 10.22533/at.ed.8132109045

CAPÍTULO 6..... 72

PEAD REFORÇADO COM FIBRA DE BAMBU

Franciele Matos Silva

Danilo Belchior Costa Silva
Luiz Felipe Alves Barcelo
Edson Alves Figueira Júnior
DOI 10.22533/at.ed.8132109046

CAPÍTULO 7..... 82

PRECONCEITO COM A MULHER NA ENGENHARIA CIVIL

Jaqueline de Souza
Raiany Ribeiro Teixeira
Bárbara Pegher Dala Costa
Sandro Roberto Mazurechen

DOI 10.22533/at.ed.8132109047

CAPÍTULO 8..... 87

INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL: VIABILIDADE DE SISTEMA INTERLIGADO DE TELHADO VERDE, FILTRO ANAERÓBIO E DE AREIA

Thauan Ribeiro Sarmiento
Lucas Tavares de Freitas
Daniel Cosmo Oliveira
David dos Santos Dias
Francisco Edmilson dos Passos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8132109048

CAPÍTULO 9..... 98

CONFORTO TÉRMICO EM REFORMAS COM FINALIDADE SOCIAL

Barbara Correia do Nascimento
Gabriela Leite Lucio
Luiz Fernando Antunes de Souza
Taynah Thara Ferreira Bandeira
Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.8132109049

CAPÍTULO 10..... 110

ABRIGOS TEMPORÁRIOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Amanda Nascimento Mesquita
Beatriz Staff
Derlan Cruz Gonçalves
Victor Gitti Alves
Vinicius Gabriel Xavier Tomaz
Maria Fernanda Ytza Quintana

DOI 10.22533/at.ed.81321090410

CAPÍTULO 11..... 124

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE RISCOS EM SEGURANÇA DO TRABALHO PELOS INTERVENIENTES NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS

Vinicius Borges de Lacerda Stecanella
Beatriz de Souza Correia

Hugo Sefrian Peinado

DOI 10.22533/at.ed.81321090411

CAPÍTULO 12..... 135

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E CRONOLÓGICA DO *TILT-UP* EM OBRAS SOCIAIS

Alberto Naddeo Neto

Julia Vinha Cirqueira Santos

Juliana Novaes Frutuoso Faria

Mateus Vicente da Costa

Nayara Cavichiolli Monteiro

Wallace Fornos

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090412

CAPÍTULO 13..... 148

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO

Bruna Pedrosa Miguel Silva

Bryam Isac Cardoso

Camila de Paula Silva

Erik Ricardo Monteiro Moura

Fernando Pereira da Silva Melo

Geovanna Santos Fernandes

Layse de Ataíde Araújo

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090413

CAPÍTULO 14..... 163

ESTUDO DE VIABILIDADE DE UMA ESTRUTURA METÁLICA COMO ALTERNATIVA PARA CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM GALPÃO INDUSTRIAL FEITO EM CONCRETO ARMADO PRÉ-FABRICADO

Enrique Santana dos Santos

Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.81321090414

CAPÍTULO 15..... 169

ANÁLISE, DIAGNÓSTICO E METODOLOGIA DE REPARO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DE GUARUJÁ-SP

Guilherme Gonzaga Pereira

Camilla Diniz Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.81321090415

CAPÍTULO 16..... 186

***SOFTWARE ON-LINE* PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS E INSUMOS DE EDIFICAÇÕES: ALVENARIA, REVESTIMENTO E ACABAMENTO**

Ana Beatriz Laluze Vaz

Gustavo Cabrelli Nirschl

DOI 10.22533/at.ed.81321090416

SOBRE A ORGANIZADORA.....	200
ÍNDICE REMISSIVO.....	201

CAPÍTULO 5

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE COLMOS DE BAMBÚ DAS ESPÉCIES *BAMBUSA TULDOIDES* E *PHYLLOSTACHYS AUREA*

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Ana Claudia Dal Prá Vasata

Centro Universitário de Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/3282909010193166>

Leonardo Müller Portes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/57488728914208>

Alana Karolyne Dametto dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/0121983549462022>

Ana Caroline Cadourin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/8470162586648142>

Leonardo Pirola dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/7035568350425591>

Paôla Regina Dalcanal

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/3200777546844878>

Paulo Rogerio Novak

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/7766888778491590>

Fabiano Ostapiv

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/8385686899868293>

RESUMO: Para reduzir o impacto ambiental da construção civil, têm-se pesquisado materiais não convencionais e renováveis, como o bambu. Este estudo tem como objetivo a caracterização física e mecânica de colmos de bambu das espécies *Bambusa tuldoides* (BT) e *Phyllostachys aurea* (PA). Realizaram-se os ensaios de compressão e tração paralelos às fibras e flexão estática embasados em normas internacionais e trabalhos acadêmicos. Para a espécie BT obtiveram-se os valores médios de resistência à compressão de 72,31 MPa e à tração de 319,18 MPa. Os módulos de elasticidade médios desta espécie foram de 4,31 GPa à compressão, 4,6 GPa à tração e 13,61 GPa à flexão. A espécie PA apresentou o valor médio de resistência à compressão de 80,47 MPa e 210,67 MPa para tração. Os módulos de elasticidade médios da espécie foram: 3,89 GPa à compressão; 4,57 GPa à tração e 9,96 GPa para flexão. Para ambas espécies, o teor de umidade ficou próximo de 12%, exceto no ensaio de flexão. Com isso, conclui-se que a espécie PA se destaca apenas na compressão, sendo superada pela BT nas

demais propriedades, e que a resistência à tração é superior à de compressão em ambas espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência à compressão. Resistência à tração. Módulo de elasticidade.

PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION OF BAMBOO SPECIES *BAMBUSA TULDROIDES AND PHYLLOSTACHYS AUREA*

ABSTRACT: The unconventional and renewable materials research, such as bamboo, is an alternative to reduce the negative environmental impact of civil construction. This study aims the physical and mechanical characterization of bamboo culms of the species *Bambusa tuldooides* (BT) and *Phyllostachys aurea* (PA). It were done compression and tension tests parallel to the fibers and static bending based on international standards and academic works. The values of mean compressive strength and tensile strength, obtained for BT species, were equal to 72.31 MPa and 319.18 MPa, respectively. The average modules of elasticity of this species were 4.31 GPa to compression, 4.6 GPa to tensile and 13.61 GPa to bending. The PA species had an average compressive strength of 80.47 MPa and 210.67 MPa for tensile. The average elasticity modules of the species were 3.89 GPa to compression; 4.57 GPa for tensile and 9.96 GPa for bending. For both species, the moisture content was close to 12%, except in the bending test. It is concluded that the PA species stands out only in compression, being surpassed by BT in the other properties, and that the tensile strength is superior to that of compression one in both species.

KEYWORDS: Compressive Strength. Tensile Strength. Modulus of Elasticity.

1 | INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos principais responsáveis pelo crescimento econômico e social no mundo. Por isso, está ligado diretamente ao alto consumo de energia e matéria-prima nos processos de produção, bem como na excedente geração de resíduos sólidos. Estes resíduos de construção e demolição, segundo o panorama realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020) representam, no Brasil, cerca de 44,5 milhões, podendo ser quantificado em torno de 213,5 kg/habitante por ano. Nesse âmbito, Silva et al. (2017) estudou a quantidade de resíduos sólidos que um edifício residencial de alto padrão com área de 13.194,09 m² é capaz de gerar, sendo de 3.101,1 toneladas, o equivalente a 569 caçambas, apenas para a execução deste empreendimento. Cardoso (2017) relata que a construção civil é destaque na geração de resíduos sólidos no Brasil, responsável por produzir 50% dos resíduos no país. Nesse contexto, a busca por alternativas para atenuar o impacto causado pelo setor torna-se imprescindível, sendo uma delas a possibilidade do uso de materiais não-convencionais e recursos renováveis, como o bambu.

O bambu é uma planta da família das gramíneas (*Poaceae* ou *Gramineae*) e subfamília *Bambusoidea*, com aproximadamente 1300 espécies espalhadas pelo mundo, sendo predominantemente encontradas nos continentes da América e Ásia. Na América

do Sul, o Brasil se destaca pela quantidade de espécies, apresentando cerca de 250 tipos. Suas propriedades físicas e mecânicas se assemelham às encontradas em materiais convencionais da construção civil, como o aço e a madeira, devido aos seus atributos de durabilidade e resistência, (FILGUEIRAS E VIANA, 2017).

Como material para a construção civil, Carbonari et al. (2017) cita que na América do Sul, países como a Colômbia, Venezuela e Peru são grandes investidores da planta no setor construtivo. No Brasil, há uma carência de parâmetros representativos no meio técnico para favorecer o uso adequado do bambu nas construções.

Com esse panorama, a utilização do bambu mostra-se como uma boa alternativa, mas necessita do investimento em conhecimento técnico e amparo normativo. O objetivo desta pesquisa é contribuir para esse conhecimento técnico, estudando o comportamento dos colmos de bambu por meio da sua caracterização física e mecânica. Esse trabalho faz parte da dissertação “Análise das propriedades estáticas e dinâmicas das espécies de bambu *Bambusa tuldoides* e *Phyllostachys aurea*”, (VASATA, 2020).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies utilizadas neste estudo foram a *Bambusa tuldoides* (BT) e a *Phyllostachys aurea* (PA), que são comuns na região do Sudoeste do Paraná. Como as propriedades dos bambus variam ao longo do seu comprimento, os colmos são divididos em três regiões distintas, base, meio e topo. Para esta pesquisa, analisaram-se apenas a base e o meio, marcados nas amostras com B (base) ou M (meio).

Os colmos do bambu da espécie BT foram coletados no município de Campo Largo - PR, no mês de outubro de 2018, e os da espécie PA no município de Pato Branco - PR, em novembro de 2018. Os colmos de ambas as espécies foram armazenados em local seco, sem luminosidade e livres de contato com o solo, protegidos da chuva e sol, até atingirem um teor de umidade próximo à 12%, conforme especifica a norma internacional ISO DIS - 22157 (2019) – *Determination of physical and mechanical properties of bamboo*, que também serviu de base para os ensaios de caracterização deste trabalho (ISO DIS - 22157, 2019).

O número mínimo de amostras para ensaios estáticos deve ser de 12 por espécie, categoria (base e meio) e teste, conforme a ISO DIS – 22157 (2019). Então, para cada ensaio foram utilizadas 24 amostras de cada espécie, sendo 12 amostras para base e 12 amostras para meio. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais do Departamento de Engenharia Civil da UTFPR-PB, na máquina universal INSTRON/EMIC, modelo 23300. Após a execução de cada ensaio, as amostras foram preparadas para a determinação do teor de umidade, *moisture content*, (MC), seguindo a orientação da norma internacional.

O ensaio de compressão paralelo às fibras foi realizado conforme a ISO DIS - 22157

(2019), com as amostras feitas das partes entre nós e com comprimento igual ao diâmetro externo do colmo, como mostrado na Figura 1.

Com os dados obtidos pelo programa Tesc[®], foram elaborados os diagramas de tensão-deformação de cada amostra, para assim obter o módulo de elasticidade à compressão (E_c), por meio da Lei de Hooke, na região contida entre 20% a 80% da carga máxima (F_{ult}), na qual a amostra falha. A tensão última de compressão (σ_c) foi calculada pela Equação (1):

$$\sigma_c = F_{ult} / A \quad (1)$$

em que: F_{ult} é a carga máxima e A é a área da seção transversal da amostra.

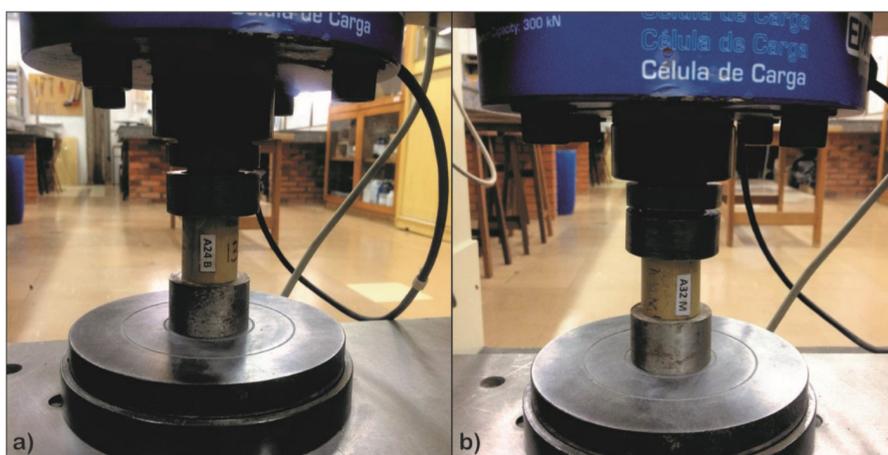


Figura 1 – Execução do ensaio de compressão paralelo às fibras em amostras: a) Base do colmo; b) Meio do meio.

Fonte: Vasata (2020)

O ensaio de tração paralela às fibras foi adaptado do estudo de Chamorro (2011), no qual foram coladas, com cola epóxi, chapas de alumínio de 2,5 mm de espessura nas bordas das amostras em contato com as garras da máquina de ensaio, evitando-se o esmagamento e escorregamento (Figura 2). Os corpos de prova possuíam um comprimento total de 200 mm, onde 50 mm correspondiam às extremidades em contato com as garras, outros 50 mm pertenciam à zona de estricção (onde ocorre o rompimento) e 25 mm às zonas de transição, onde a seção transversal do corpo de prova varia. A largura das extremidades em contato com a garra da máquina era de 10 mm e para a zona de estricção aproximadamente 5 mm.

A execução do ensaio ocorreu conforme a ISO DIS - 22157 (2019), como mostra a Figura 3, e as amostras que romperam fora da zona de estricção foram descartadas como

orientado pela norma internacional, sendo substituídas por uma nova amostra idêntica. Com os dados obtidos, de forma análoga ao ensaio de compressão, foi possível obter o módulo de elasticidade à tração (E_T) e calcular a tensão última de tração (σ_T).

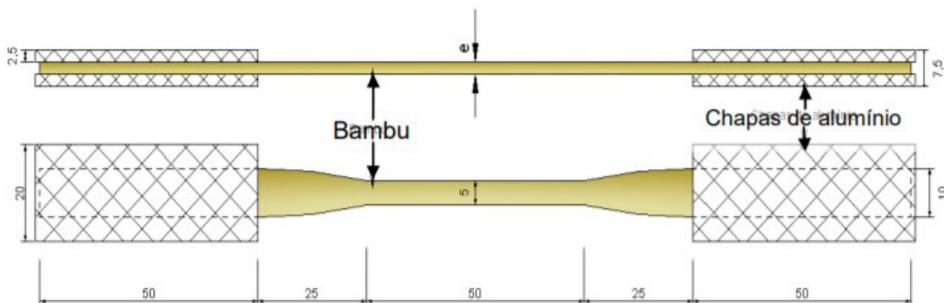


Figura 2 – Esquema dos corpos de prova para o ensaio de tração, em mm

Fonte: Chamorro (2011)



Figura 3 – Execução do ensaio de tração paralela às fibras

Fonte: Vasata (2020)

O ensaio de flexão estática foi adaptado de Armandei et al. (2015), pois o equipamento usual para a realização do ensaio em condição de viga biapoiada, como é orientado pela norma internacional, estava danificado. Dessa forma, foi utilizado um sistema em balanço, engastado em uma das extremidades por uma garra metálica, com o carregamento aplicado na extremidade livre como carga concentrada (Figura 4). Os colmos utilizados possuíam de 2 a 3 nós e foram cortados ao meio no sentido do eixo longitudinal, separados em fatias internas e externas, as quais possuíam um comprimento total de 100 cm, sendo 30 cm engastados e 70 cm de vão livre. Para o ensaio de flexão estática, foram necessárias 12 amostras por fatia do colmo para cada espécie, identificadas como fatia interna (FI) e fatia externa (FE), totalizando 96 corpos de prova.



Figura 4 – Esquema para ensaio à flexão: a) vista superior b) vista lateral

Fonte: O autor (2020)

Com os dados obtidos, foi possível construir os gráficos que relacionam carga-deslocamento, e assim definir o módulo de elasticidade à flexão (E_f) utilizando-se a Equação (2):

$$E_f = P L^3 / 3 \delta I \quad (2)$$

em que: L representa o comprimento do vão livre da amostra (mm); a relação P/δ é a tangente da curva carga-deslocamento (N/mm) e I é o momento de inércia da seção transversal (mm^4), obtido por meio do Teorema dos Eixos Paralelos considerando uma seção de semicírculo vazado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios de teor de umidade (MC), tensão última (σ_c) e módulo de elasticidade (E_c) do ensaio de compressão paralela às fibras, para as espécies BT e PA, base (B) e meio (M), podem ser observados na Tabela 1. E, nas Figuras 5 e 6 podem ser observados os diagramas tensão x deformação ($\sigma \times \epsilon$) desses ensaios.

Amostra	MC (%)	σ_c (MPa)	E_c (GPa)
BTB	13,45	71,39	4,21
BTM	13,97	73,22	4,41
PAB	13,81	78,75	3,74
PAM	13,71	82,18	4,03

Tabela 1 – Valores médios das propriedades físicas e mecânicas no ensaio de compressão

Fonte: Vasata (2020)

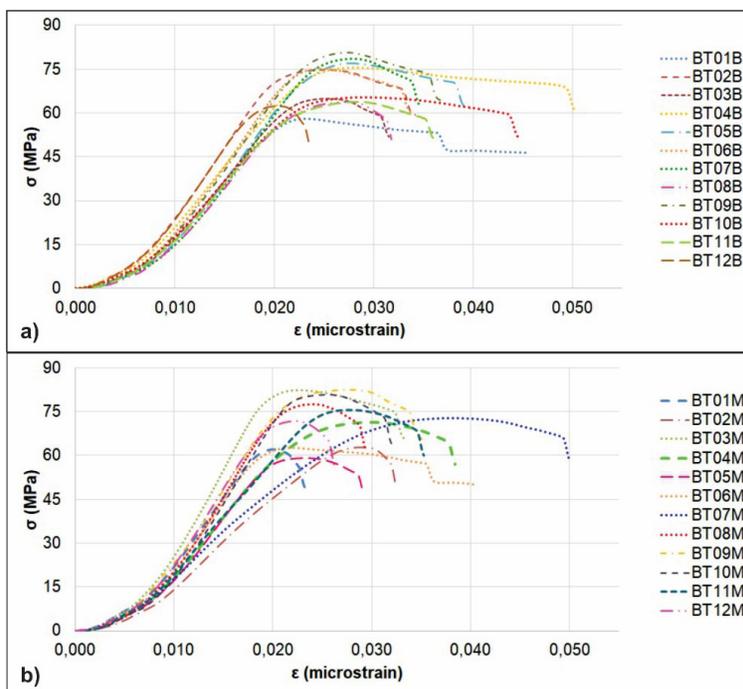


Figura 5 – Diagrama tensão x deformação ($\sigma \times \epsilon$) do ensaio de compressão da espécie *Bambusa tuldooides*: a) Base do colmo b) Meio do colmo

Fonte: Vasata (2020)

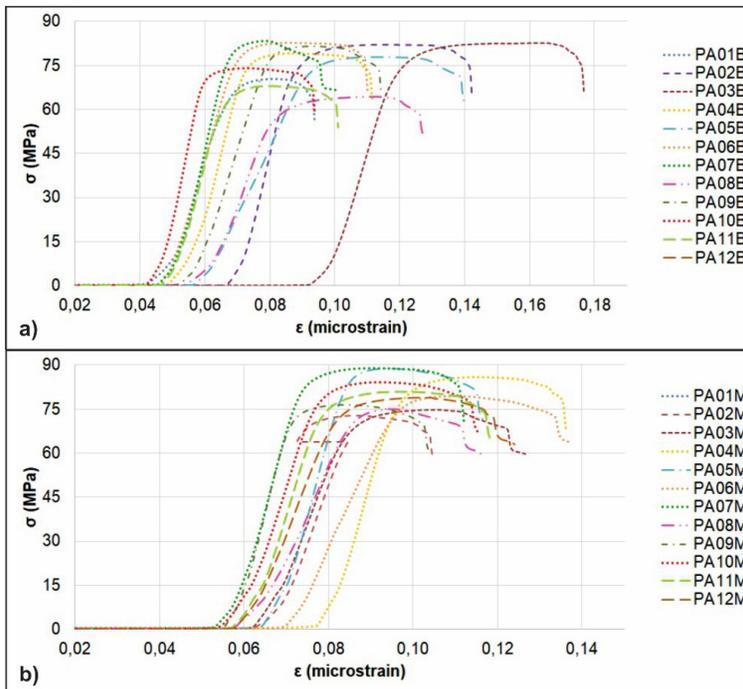


Figura 6 – Diagrama tensão x deformação ($\sigma \times \epsilon$) do ensaio de compressão da espécie *Phyllostachys aurea*: a) Base do colmo b) Meio do colmo

Fonte: Vasata (2020)

De forma análoga, os resultados de teor de umidade (MC), tensão última (σ_T) e módulo de elasticidade (E_T) das amostras do ensaio de tração paralela às fibras, para ambas as espécies e partes do colmo, encontram-se na Tabela 2. Os gráficos tensão x deformação são apresentados nas Figuras 7 e 8.

Amostra	MC (%)	σ_T (MPa)	E_T (GPa)
BTB	12,91	288,30	3,83
BTM	13,37	350,05	5,37
PAB	13,01	215,64	3,61
PAM	12,87	205,69	5,52

Tabela 2 – Valores médios das propriedades físicas e mecânicas no ensaio de tração

Fonte: Vasata (2020)

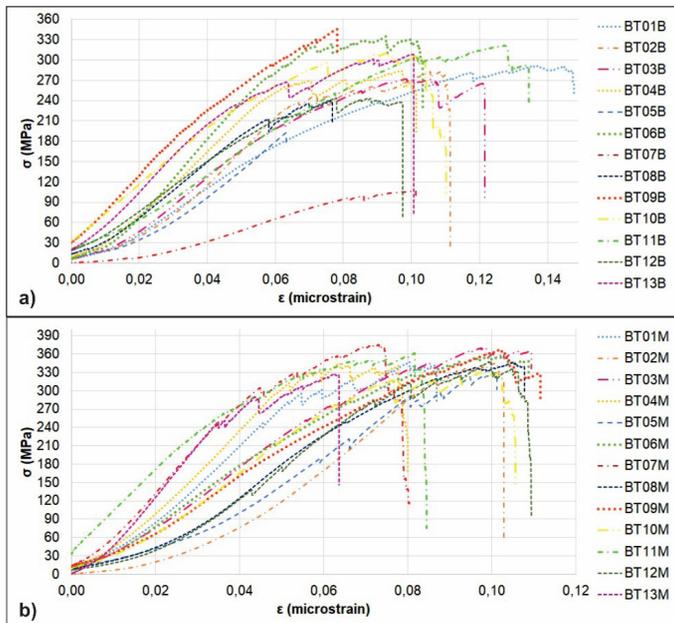


Figura 7 – Diagrama tensão x deformação ($\sigma \times \epsilon$) do ensaio de tração da espécie *Bambusa tuldooides*: a) Base do colmo; b) Meio do colmo

Fonte: Vasata (2020)

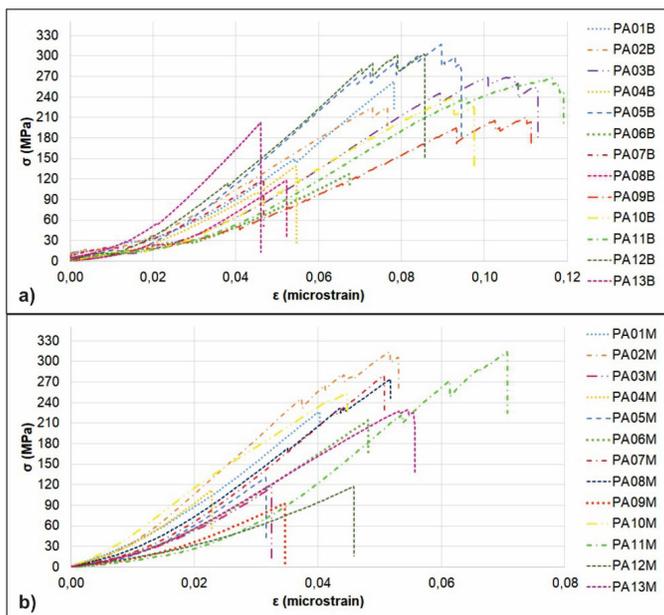


Figura 8 – Diagrama tensão x deformação ($\sigma \times \epsilon$) do ensaio de tração da espécie *Phyllostachys aurea*: a) Base do colmo; b) Meio do colmo

Fonte: Vasata (2020)

É possível perceber uma queda abrupta no fim de cada curva, que representa o momento da ruptura das amostras. Nota-se que, tanto no ensaio de compressão quanto no de tração, os valores de umidade ficaram próximos à 12%, valor recomendado pela ISO DIS - 22157 (2019).

A Tabela 3 mostra os valores médios encontrados no ensaio de flexão estática para teor de umidade (MC), momento de inércia (I) e módulo de elasticidade à flexão (E_f) das amostras.

Amostra	MC (%)	I (mm ⁴)	E_f (GPa)
BTBFI	12,75	18.311,56	16,42
BTBFE	14,11	18.631,47	14,58
Media BTB	-	-	15,50
BTMFI	15,51	16.411,03	13,62
BTMFE	14,65	18.225,00	9,82
Media BTM	-	-	11,72
PABFI	13,19	28.014,22	10,08
PABFE	14,83	27.037,73	10,63
Media PAB	-	-	10,36
PAMFI	15,02	25.634,62	10,04
PAMFE	15,61	25.906,02	9,06
Media PAM	-	-	9,55

Tabela 3 – Valores médios das propriedades físicas e mecânicas no ensaio de flexão para as fatias internas (FI) e externas (FE) das amostras, bem como o módulo de elasticidade à flexão médio das mesmas.

Fonte: Vasata (2020)

Neste ensaio, diferente dos demais, foram obtidos valores mais altos de umidade do que o recomendado pela norma internacional. Isso ocorreu devido ao ensaio ter sido feito em uma época chuvosa durante o inverno, o que pode ter influenciado nos resultados finais.

4 | CONCLUSÕES

Com esta pesquisa, determinaram-se algumas propriedades físicas e mecânicas dos bambus das espécies *Bambusa tuldoides* (BT) e *Phyllostachys aurea* (PA), utilizando-se a norma internacional ISO DIS - 22157 (2019) e de outros estudos.

Para a espécie BT, a partir dos resultados dos ensaios de resistência à tração e compressão, pode-se concluir que a parte intermediária do colmo é mais resistente a esses esforços que a base. Já para a espécie PA, o mesmo comportamento não é notado. Apesar da resistência à compressão na parte intermediária ser maior, no ensaio à tração a parte

basal se destacou, não mostrando um padrão de comportamento.

Comparando-se as duas espécies, no geral a espécie BT tem os maiores módulos de elasticidade para os três esforços abordados, destacando-se principalmente naquele que se refere ao esforço de flexão. Com isso, conclui-se que a mesma possui menor capacidade de deformação que a PA. O único ensaio em que a espécie PA se destaca é o de resistência à compressão, sendo superada pela espécie BT nas outras caracterizações.

Esta pesquisa contribui para a disseminação das características e propriedades do bambu no meio técnico, ajudando na viabilização da utilização de materiais não-convencionais, como alternativa na construção civil.

É importante destacar a necessidade de uma norma nacional que forneça a padronização do modo de caracterização dos colmos de bambu, bem como as suas condições de utilização em projetos estruturais, proporcionando o seu uso adequado e correto nas construções.

REFERÊNCIAS

ARMANDEI, M.; DARWISH, I. F.; GHAVAMI, K. **Experimental study on variation of mechanical properties of a cantilever beam of bamboo**. *Construction and Building Materials*, Elsevier, v. 101, p. 784–790, 2015.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: IPEA, 2020.

CARBONARI, G. et al. **Bambu—o aço vegetal**. *Mix Sustentável*, v. 3, n. 1, p. 17–25, 2017.

CARDOSO, L. M. Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil. **Sienge plataforma**, 29, set., 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>> Acesso em: 29 dez. 2020.

CHAMORRO, L. J. C. **Análise estrutural dinâmica de um pórtico plano de bambu da espécie *Phyllostachys aurea***. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

FILGUEIRAS, T. S.; VIANA, P. L. **Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação**. *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*, 1 ed, p. 10-27, Rio de Janeiro: ICH, 2017.

Standard, ISO DIS - 22157: **Determination of physical and mechanical properties of bamboo**. Geneva, CH: [s.n.], 2019.

SILVA, W. C.; SANTOS, G. O.; ARAÚJO, W. E. L. **Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico**. Florianópolis, 2017.

VASATA, A. C. D. P. **Análise das propriedades estáticas e dinâmicas das espécies de bambu *Bambusa tuldoides* e *Phyllostachys aurea***. Orientador: Paulo Rogério Novak. 2020. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abrigo 110, 111

Acidentes 44, 46, 112, 124, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 136

AHP 124, 125, 127

Alvenaria estrutural 135, 137, 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Análise 1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 33, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 63, 71, 74, 80, 83, 84, 93, 96, 98, 99, 102, 103, 106, 108, 111, 117, 119, 124, 127, 130, 133, 134, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 154, 157, 159, 169, 170, 174, 180, 181, 184, 187

C

Canteiro de obras 124, 134

Casa ecológica 87

Casa inteligente 87

Conforto térmico 89, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 108, 113, 145

Construção civil 25, 44, 61, 62, 63, 71, 72, 74, 76, 81, 82, 84, 88, 104, 105, 108, 111, 112, 125, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 148, 185, 186, 198

Custo 20, 21, 74, 87, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 102, 135, 137, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 149, 152, 159, 160, 163, 164, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 199

D

Distribuição transversal 24, 28, 35, 36, 37, 41

E

Engenharia 23, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 63, 71, 72, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 91, 96, 100, 108, 111, 134, 136, 138, 140, 144, 146, 147, 151, 161, 162, 185, 186, 200

Engenharia civil 23, 42, 43, 44, 63, 71, 72, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 111, 134, 136, 140, 144, 146, 147, 185, 186

Engesser-Courbon 24, 26, 27, 31, 35, 40, 42, 43

EPS 98, 100, 105, 106, 107, 109

Erros de cálculo 44, 45

Esforços estruturais 110, 118, 122

Estabilidade 1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 91, 111, 167

Estimativa 135, 137, 139, 141, 186, 187, 188

Estrutura 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 31, 32, 38, 39, 46, 48, 72, 75, 90, 93, 98, 110, 111, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 123, 124, 127, 130, 131,

133, 141, 143, 144, 150, 151, 152, 154, 155, 158, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 175, 182, 183, 184, 187, 198

Estruturas de concreto 22, 23, 161, 163, 170, 184, 185

Estruturas metálicas 47, 163, 165, 167

F

Familiares 82, 136

Fibra de bambu 72, 74, 75, 76, 79, 80

Filtro anaeróbio 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96

Filtro de areia 87, 92, 93, 94, 95, 96

G

Galpão industrial 146, 163, 164

H

Habitação de interesse social 148

Habitações populares 108, 135, 138, 139, 140, 146, 147

L

Leonhardt 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 40, 41, 42

M

Madeira 24, 25, 42, 43, 47, 63, 75, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 138, 152, 155, 156, 159, 161, 166

MEF 24, 26, 41

Método CLT 110, 115, 117

Método construtivo 135, 136, 137, 138, 140, 142, 144, 146, 149, 152, 160

Módulo de elasticidade 3, 31, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 159

Mulheres 82, 83, 84, 85, 86

O

Obras sociais 98, 135, 136, 144

P

Parede de concreto 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

PEAD 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81

Pintura externa das telhas 98

Preconceito 82, 83, 84, 85, 86

Produtividade na construção civil 135

Profissionais 1, 82, 83, 84, 86, 88, 124, 125, 128, 129, 131, 133, 145, 152, 187, 198

R

Reforma de cobertura 98

Resistência à compressão 61, 62, 70, 71, 72, 75, 117, 167

Resistência à tração 62, 70, 73, 74, 76

S

Segurança do trabalho 124, 125, 133, 134, 200

Sistemas construtivos 90, 108, 138, 141, 147, 148, 149, 150, 152, 160

Software 1, 2, 3, 14, 18, 26, 30, 31, 33, 40, 48, 49, 60, 119, 135, 139, 142, 165, 166, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198

Sustentabilidade 87, 110

Sustentável 71, 72, 73, 80, 87, 88, 89, 94, 134

T

Telhado verde 87, 89, 92, 93, 94, 95, 96

Tetra Pak 98, 107, 108

Tilt-up 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147

TQS 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 19, 22

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021