

# 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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



Ano 2021

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## APRESENTAÇÃO

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 Sarmento  
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 Cavichioli 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

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>200</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>201</b>

## ABRIGOS TEMPORÁRIOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Data de aceite: 01/04/2021

**Amanda Nascimento Mesquita**

Universidade Anhembi Morumbi

**Beatriz Staff**

Universidade Anhembi Morumbi

**Derlan Cruz Gonçalves**

Universidade Anhembi Morumbi

**Victor Gitti Alves**

Universidade Anhembi Morumbi

**Vinicius Gabriel Xavier Tomaz**

Universidade Anhembi Morumbi

**Maria Fernanda Ytza Quintana**

Universidade Anhembi Morumbi

**RESUMO:** A partir de um levantamento bibliográfico sobre catástrofes e a necessidade brasileira de lidar com pessoas desabrigadas, foi proposto um modelo de abrigo que pudesse atender a estas necessidades, levando em consideração a hospedagem das vítimas atingida em um espaço amplo, dispondo também de áreas para depósito de doativos e para higiene pessoal. Para a concepção da estrutura, foi definida a utilização de madeiras trabalhadas com a técnica CLT (*Cross Laminated Timber*), um método pouco explorado no país; devido a escolha da técnica, a madeira *Pinus Elliotti* se mostrou a mais adequada para a atender os requisitos de disponibilidade, resistência e sustentabilidade. Através da definição desse método, todo o

projeto foi desenvolvido pensando em uma construção que pudesse atender à diferentes regiões do país e também as normas brasileiras de incêndio, saídas de emergência, estruturas de madeira, e de cargas estruturais em edifícios, além de normas internacionais para o uso e aplicação do CLT, ainda escasso na literatura nacional. Observando todas as necessidades, a edificação proposta foi no modelo de galpão térreo com treliças apoiando telhas metálicas para a cobertura, com placas de madeira CLT (vedação lateral e piso) e pilares de madeira para resistir aos esforços estruturais. De acordo com a literatura científica, ensaios referenciados neste artigo, e cálculos desenvolvidos, os materiais escolhidos suportam perfeitamente as cargas solicitantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abrigo, Esforços estruturais, Madeira, Método CLT.

### TEMPORARY SHELTERS IN WOOD STRUCTURE

**ABSTRACT:** Based on the bibliographic research on catastrophes and the Brazilian need to deal with homeless people, a model of shelter was proposed to attend these needs, considering the sheltering of the victims attained in a wide space, also having areas for depositing donations and for personal hygiene. For the develop of the structure, was determined the use of a special threated wood with the CLT technic (*Cross Laminated Timber*), a method underexplored in the country; due the definition of the method, *Pinus Elliotti* wood has proved to be the most appropriate material to answer the availability,



resistance and sustainability requests. Through the definition of this method, the entire project was developed thinking in a construction that could attend to different country places and also the Brazilian norms of fire prevention, emergency exits, wood structures, and structure load in buildings, also including international norms for the application of CLT, that is scarce in national literature. Looking to all the needs, the proposed building was the ground level hangar model with truss supporting the metal roof for the cover, with CLT wood plates (side seal and floor) and wooden pillars to resist the loads. According to the scientific literature, tests referenced in this article, and studies developed, the chosen materials supports perfectly the requested loads.

**KEYWORDS:** CLT method, Shelter, Structural efforts, Wood.

## 1 | INTRODUÇÃO

Desastres naturais acontecem frequentemente no Brasil e podem levar a diversas consequências, principalmente quando atingem pessoas em situações de maior vulnerabilidade. Em meio a esse cenário catastrófico, é importante entender como um abrigo temporário pode contribuir para o atendimento e recuperação das vítimas.

O deslocamento forçado de populações atingidas por desastres deste tipo acarreta diversos problemas a toda malha social e a economia, deixando pessoas em situação de vulnerabilidade e gerando danos financeiros e emocionais. É papel do Estado garantir os cuidados necessários à prevenção desses desastres e, além disso, garantir a preservação a vida das pessoas que são atingidas, tendo de disponibilizar a assistência necessária nestes momentos.

É papel da engenharia civil propor soluções inteligentes e otimizadas para minimizar ou solucionar situações como essas de maneira assertiva. Com isso, foi proposto o estudo e desenvolvimento de abrigos para uso temporário.

Para a concepção do projeto foi definido como material base a madeira, através de análise das técnicas, história e benefícios de algumas espécies nativas do Brasil, trazendo também um material que atua de forma positiva para o combate de emissão de gases poluentes que a construção civil origina.

Com isso, propõe-se um abrigo emergencial com estrutura de madeira CLT que possui três fatores fundamentais: a necessidade, a praticidade e a materialidade. Como a necessidade de abrigar pessoas e armazenar donativos são peças primordiais em situações como essas concluiu-se que o formato de galpão modular, que por ser uma construção de baixa complexidade com grande aproveitamento de espaço, é o que melhor atende o objetivo do projeto.

O material utilizado foi a madeira, que possui a característica de transmitir conforto ao usuário, praticidade de montagem, execução mais limpa, segurança e estabilidade necessária para atender às instalações propostas e com benefícios de altas resistências estruturais, devido a novas técnicas de colagem no mercado.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Rossim (2018) as grandes cidades brasileiras vêm passando por diversos desastres provenientes da ação humana, são citados diferentes tópicos a respeito desses acidentes, como os deslizamentos de terras que muitas vezes dão-se pelas escavações para implementação de moradias e vias de acesso, minerações, lançamentos de esgotos dentre outros; outro fator muito citado referente aos desastres são as enchentes que cada vez mais acometem famílias brasileiras de todas as regiões do país; pode-se dizer que a questão da falta de investimento público em famílias de baixa renda e a falta de fiscalização do governo são grandes influenciadores nessas incidências de desastres.

Analisando este cenário e levando em consideração que a falta de moradia atinge diversas pessoas que passam por esta situação, este estudo visa analisar a empregabilidade do sistema de *wood frame* como solução para abrigos emergências.

Segundo o artigo CAMPOS, Luiz Augusto e DIAS, Romulo Rezende. Vantagens e Desvantagens do Sistema Construtivo Wood Frame e a Comparação de Custos com Alvenaria, 2018. o sistema *wood frame* possibilita a execução de obras em tempo menor do que os métodos tradicionais usados no Brasil, uma importante característica levando em consideração o cenário retratado anteriormente.

Além disso, esse método ainda enfrenta resistência no setor de construção civil do país segundo artigo SOTSEK, Nicolle Christine e SANTOS, Adriane de Paula Lacerda. Panorama do sistema construtivo *light wood frame* no Brasil, 2018. a expansão do *light wood frame* no Brasil ainda é fortemente dependente de incentivos em fatores culturais/sociais, operacionais, organizacionais/econômicos e ambientais.

## 3 | METODOLOGIA

O estudo das resistências e arquitetura do galpão foi baseado em pesquisas com empresas especialistas no mercado da construção civil em madeira no Brasil que possuem grande portfólio de projetos já entregues e em andamento como edifícios residenciais, comerciais, galpões e casas.

A elaboração do projeto foi desenvolvida pensando na melhor disposição para os ambientes de modo que pudessem otimizar os espaços e acolher muitas pessoas de maneira positiva. Todos os cálculos, dimensionamentos e projeto foram feitos considerando-se as recomendações das normas técnicas brasileiras NBR 6123/1988, NBR 7190/1997 e NBR 9077/1993, os softwares utilizados foram o AutoCad® e SketchUp®, e os diagramas de esforços e análises estruturais foram calculados pelo programa Ftool.

Foi adotada a madeira nativa do gênero *Pinus* (*Pinus Elliotti*), da família das coníferas, devido à disponibilidade no Brasil, por ser a melhor espécie para utilizar os adesivos que auxiliam na maior durabilidade e resistência da peça, e pelo rápido crescimento para reflorestamento. As características da madeira escolhida, segundo informações retiradas

da NBR 7190/97, são:  $f_{ck} = 40,4$  MPa;  $E_{c0} = 11.889$  MPa e  $\rho$  aparente =  $560$  kg/m<sup>3</sup> (massa específica aparente a 12% de umidade).

A madeira laminada cruzada (CLT) é um método composto por lâminas de madeira dispostas ortogonalmente, ou seja, um arranjo de camadas sobrepostas de forma cruzada, paralela e perpendicular à direção das fibras, unidas com adesivo sob alta pressão.

De acordo com MEZEIRO, Rafaela Maria Marques em Aplicabilidade de painéis CLT em habitação de média densidade em Portugal, 2016 este tipo de método agrega ao projeto maior isolamento térmico e acústico, além de ter um bom desempenho em situações de incêndio.

As peças de CLT foram utilizadas como elementos estruturais e de acabamento pela facilidade e agilidade de serem peças pré-fabricadas, serem bidimensionais e resistirem à flexão nas duas direções. O sistema possui um excelente desempenho referente ao índice de resistência/peso tornando-a uma tecnologia eficiente quanto à esbeltez e leveza da construção.

Visando um conforto térmico, acústico e durabilidade, a madeira selecionada é tratada em autoclave, que consiste em um método que incorpora mecânica e química, permitindo impregnar profundamente o Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), substância química popularmente usada para combater organismos xilófagos como cupins e fungos decompositores.

Como a estrutura foi simulada para diferentes regiões brasileiras, todos os materiais foram criteriosamente selecionados para que teoricamente possam atender às condições diversas no país, com o tratamento CLT, o *Pinus elliotti* adquire maior durabilidade e resistência contra fungos que atacam em ambientes úmidos.

Baseando-se no livro CLT handbook, foram recomendadas as seguintes conexões:

- Entre as lajes de piso, recomenda-se um encaixe in loco para que as chapas de madeira CLT sejam encaixadas e fixadas com um parafuso como demonstrado na Figura 2.
- Nas conexões laterais entre as chapas verticais paralelas, utilizam-se encaixes de madeira fixadas com parafusos conforme figura 3.
- Em conexões de chapas verticais perpendiculares, recomenda-se utilizar fixadores metálicos internos com parafusos nos encontros de chapas, conforme figura 4.
- No encontro entre a treliça utilizada na cobertura, recomenda-se o uso de dois tipos de conexão para cada situação específica, quando se trata das conexões entre a tesoura e as chapas, utilizam-se perfis metálicos fixados com parafusos conforme figura 5. No caso da conexão a ser realizada entre a estrutura, e os pilares, são indicados parafusos intertravadas para a fixação, conforme figuras 6 e 7.
- Se a recomendação de fundação for aplicada (concreto armado pré-moldado),

a conexão a ser realizada utiliza perfis metálicos parafusados e intermediados por um perfil de madeira próprio para o solo, conforme Figura 6.

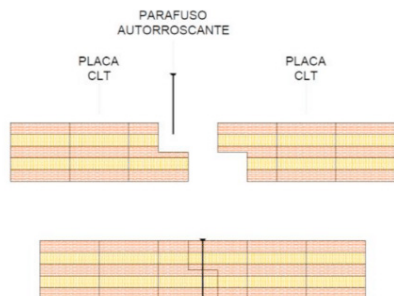


Figura 1 - Conexão entre placas de piso, vista frontal.

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

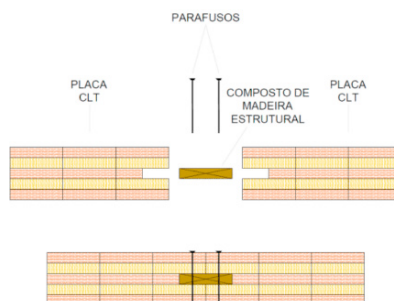


Figura 2 - Conexão entre placas de parede, vista superior

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

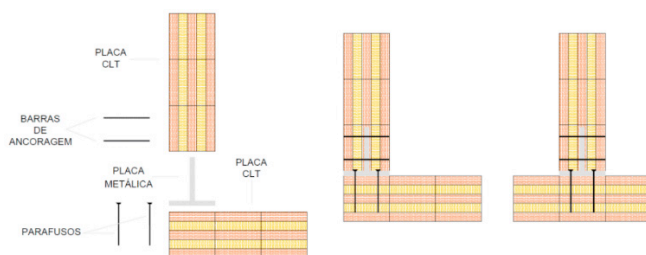


Figura 3 - Conexão entre paredes, vista superior.

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

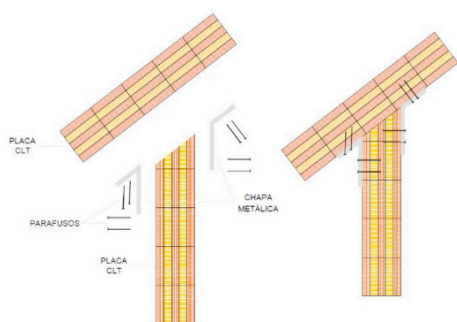


Figura 4 - Conexão entre Parede e Treliça, vista frontal.

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

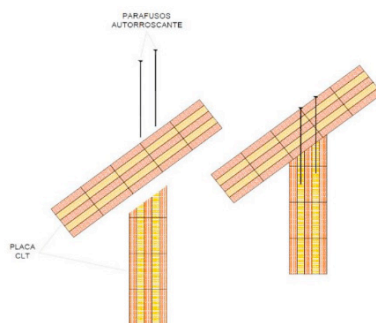


Figura 5 - Conexão entre Parede e pilar, vista frontal.

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

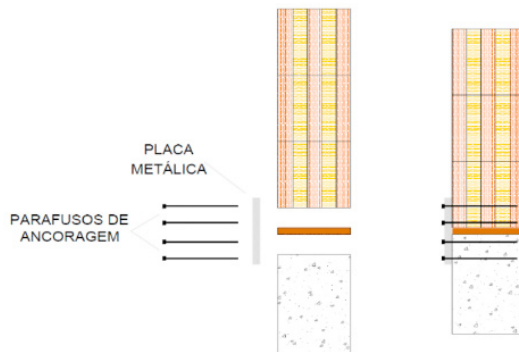


Figura 6 - Conexão de piso/ parede em laje/ fundação de concreto, vista frontal.

Fonte: Acervo pessoal. Adaptação do livro CLT Handbook.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As definições arquitetônicas foram baseadas no estudo prévio do método CLT de tratamento de madeira de empresas brasileiras, com isso foram selecionadas chapas de madeira em CLT para vedação externa e resistência dos esforços.

Desta forma desenvolveu-se o projeto com capacidade de acomodar em torno de 304 pessoas de maneira confortável em um ambiente com área total construída de 1.171,20m<sup>2</sup>, contendo 2 banheiros, sendo um masculino e outro feminino, e um depósito para armazenamento de alimentos e materiais.

Foi projetada uma cobertura com treliças de madeira com cobrimento em telhas metálicas para atender os esforços solicitados na estrutura definida, tais como os esforços do vento e peso próprio da estrutura.



Figura 7 - Vista externa do galpão projetado.

Fonte: Acervo pessoal.

Foram consideradas 20 treliças em madeira *pinus elliottii* tratada, com seção transversal de 0,15x0,25m, com o tipo *Howe* de tesouras e caimento de 2 águas dispostas, conforme figura 1, para que possibilitasse estabelecer o escoamento da água externa, suportar os esforços provenientes dos ventos (sucção e sobrepressão) e peso próprio capazes de vencer um vão de 24,4 m. O material utilizado levou em consideração a facilidade de instalação e execução em obra por possuir elementos pré-moldados e leve densidade.

Pela fácil instalação, menor inclinação, rápida montagem e facilidade de encontrar o material no mercado, para a cobertura do projeto serão necessárias 192 telhas metálicas onduladas com as dimensões retiradas do catálogo da empresa Gerdau de 6,5x1,02m, conforme a figura 9, e peso específico de 7,76 kg/m<sup>2</sup>.

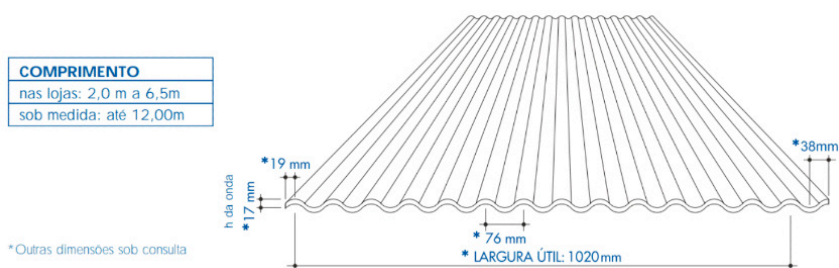


Figura 8 - Dimensões de telhas.

Disponível em: <[https://www.construcaocivil.info/download/materiais\\_de\\_construção\\_civil\\_i/telhasmetalicasgerdau.pdf](https://www.construcaocivil.info/download/materiais_de_construção_civil_i/telhasmetalicasgerdau.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2020.

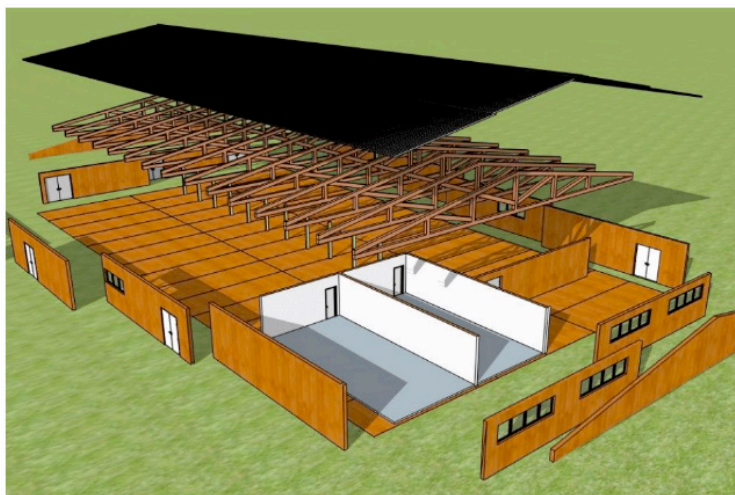


Figura 9 - Detalhamento da estrutura

Fonte: Acervo pessoal.

Para auxiliar nos esforços provenientes da treliça, foram projetados 13 pilares de 3,00x0,25x0,15m de madeira maciça do tipo *Pinus elliotti*.

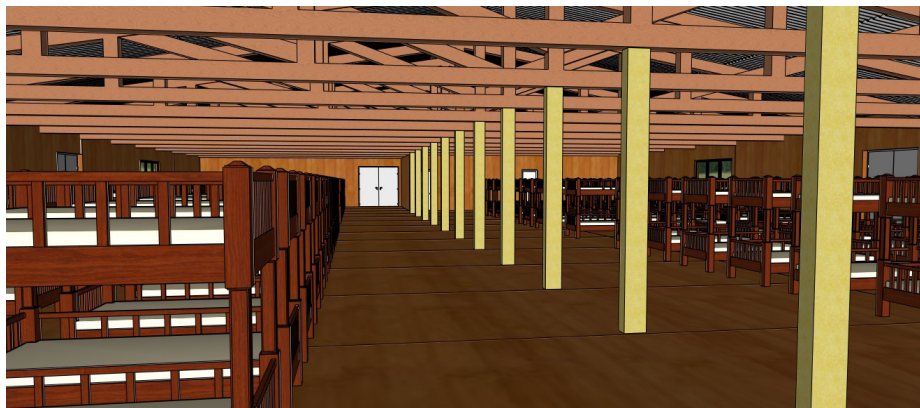


Figura 10 - Pilares do projeto

Fonte: Acervo pessoal.

Através da resistência oferecida pelo método CLT, para a vedação externa foram escolhidas chapas de madeira com dimensões 3,00x12,00m, segundo as recomendações de algumas empresas brasileiras pioneiras no assunto, com uma espessura de 0,20m contendo 5 camadas coladas cruzadas, sendo 3 dessas camadas no sentido de resistência à compressão paralela às fibras.

Em pesquisas com empresas do mercado, selecionamos todas as esquadrias do projeto visando maior produtividade e desempenho, com perfis e peso otimizados, prevendo sempre atender a norma NBR 10821/17. Para isso, o projeto possui 28 janelas do tipo maxim-ar de 1,00x1,00m distribuídas pela edificação e 3 portas emergenciais externas frontais de 2,50x2,50m, e 2 portas em cada lateral com dimensão de 2,50x2,00m.

Para resistir aos esforços de flexão e compressão provenientes das cargas permanentes de ocupação e estruturais, foram selecionadas 48 placas com dimensões de 3,00x9,00x0,20m de piso em CLT.

Pensando na necessidade de agilidade e versatilidade no processo, e para adaptar-se a maioria dos solos e relevos, as estacas pré-moldadas de concreto armado foram a melhor opção de fundação para projeto. Isso pode divergir de acordo com o solo, pois o galpão foi projetado para implementação em diferentes regiões do Brasil e não considerando um solo fixo.

Baseando-se na NBR 6123, definiu-se os principais parâmetros para o cálculo da ação dos ventos na estrutura. A velocidade básica do vento ( $V_0$ ) de 40m/s foi adotada através da análise do mapa das isopleias, presente na norma citada, pensando em uma

velocidade característica no Estado de São Paulo sem superestimar os esforços estruturais, e que possa estar presente em diversas regiões do país.

Para determinação do fator topográfico S1, levou-se em consideração uma estrutura plana para o terreno, portanto S1=1,00. O fator S2, que dispõe sobre a rugosidade do terreno, dimensão e altura da edificação sobre o terreno foi definido como categoria III por se tratar de um terreno plano, e de classe B por sua superfície frontal estar entre 20,00 e 50,00 metros. Quanto ao fator estático S3, foi selecionado o grupo 5 por se tratar de uma edificação de caráter temporário, obtendo-se por definição o valor de 0,83.

Utilizando os valores definidos acima foi possível realizar o cálculo do vento característico conforme equação 1:

$$V_k = V_o \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

Com o valor característico do vento definido ( $V_k$ ), é possível obter o valor da pressão dinâmica do vento ( $q$ ), através da equação 2:

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

Para determinação do coeficiente de pressão e forma externo, definiu-se o  $C_e$  baseado nas tabelas 4 e 5 conforme NBR 6123. Para definição do coeficiente de pressão interna ( $C_i$ ), trabalhou-se com algumas hipóteses de análises de abertura dominante e demais faces permeáveis.

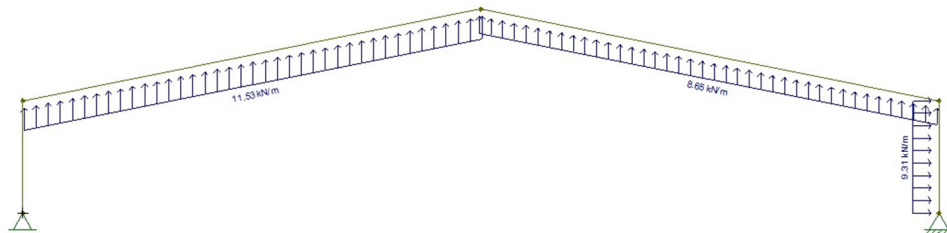


Figura 11 – Diagrama coeficiente de pressão interna

Fonte: Acervo pessoal.



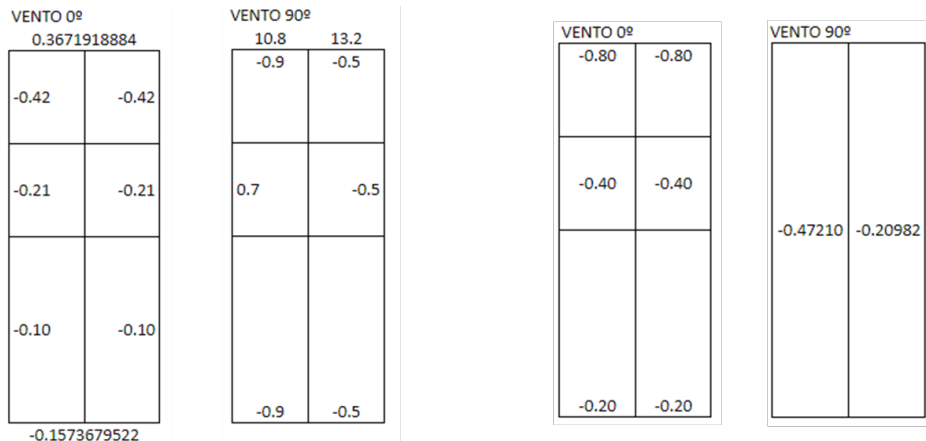


Figura 12 – Diagramas coeficiente de pressão interna

Fonte: Acervo pessoal.

Além das verificações de ação do vento, calculou-se os esforços de sobrecarga de utilização, peso próprio da estrutura (treliça) e peso próprio de vedação da cobertura.

A partir do cálculo da pressão dinâmica do vento, coeficiente de pressão externa e interna, e cargas e sobrecargas de utilização, obteve-se o valor de  $\Delta P$ , que foram distribuídos na estrutura considerando as ações de sucção e sobrepressão máximas atuantes. Os valores obtidos foram aplicados no software de análise de esforços solicitantes, chegando nos seguintes diagramas:

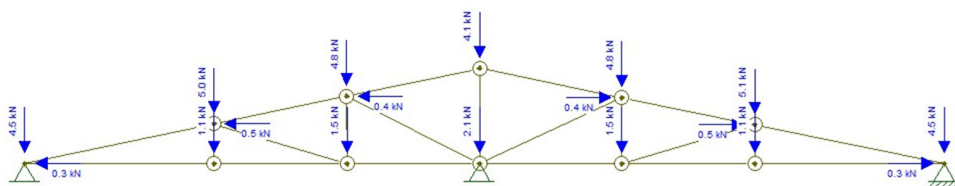


Figura 13 – Diagrama de cargas pontuais de sobrepressão (kN)

Fonte: Acervo pessoal.

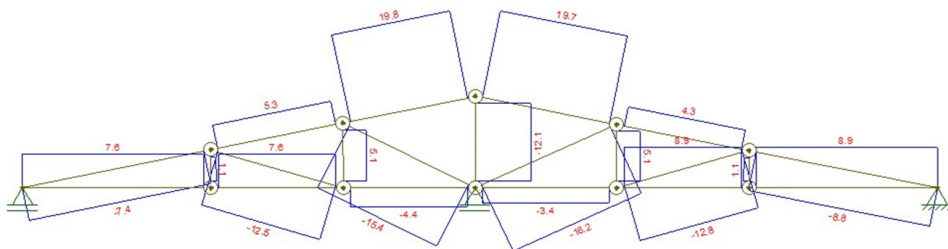


Figura 14 – Resultantes das cargas de sobrepressão (kN)

Fonte: Acervo pessoal.

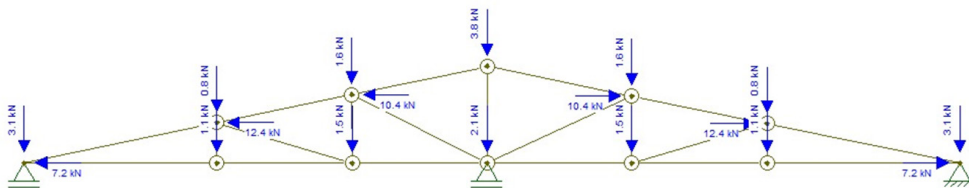


Figura 15 – Diagrama de cargas pontuais de sucção (kN)

Fonte: Acervo pessoal.

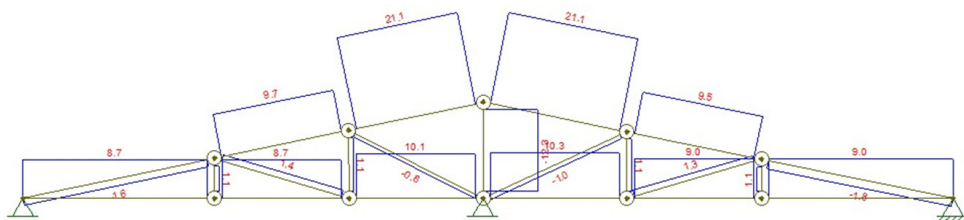


Figura 16 – Resultantes das cargas de sucção (kN)

Fonte: Acervo pessoal.

Com isso, chegou-se aos seguintes valores:

Carregamentos		
Peça	Cargas	Unidade de Medida
Treliça	14,49	kN
Cobertura	0,41	kN
Sobrecarga de Utilização	3,05	kN/m
Ação do Vento - Sucção	10,44	kN/m
Ação do Vento - Sobrepressão	0,65	kN/m

Baseando-se em um estudo encontrado na Universidade de São Paulo, onde foram realizados ensaios utilizando a madeira pinus tratada com o método proposto no decorrer deste artigo, encontrou-se uma tensão admissível, na peça de 5 camadas, de 20,81 Mpa conforme referenciado abaixo:

Ensaio Realizado	Resultado
Flexão Longitudinal	$E_L = 4383,58 \text{ MPa}$
Flexão Transversal	$E_T = 1433,54 \text{ MPa}$
Poisson	$\nu_x = 0,0083 \text{ e } \nu_y = 0,008$
Torção no painel	$G_{xy} = 1242,50 \text{ MPa}$
Rolling Shear, característico	$G'_{90, k}(\text{Mpa}) = 144,34$
Compressão Normal "tipo A"	$f_{c0,a,k} = 20,81 \text{ MPa}$
Compressão Normal "tipo B"	$f_{c0,b,k} = 10,44 \text{ MPa}$
Cisalhamento na linha de cola	$f_{gv,k} = 2,47 \text{ MPa}$
Densidade	$331,98 \text{ Kg/m}^3$
Delaminação	Atendeu aos requisitos

Tabela 19: Resumos de resultados

Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18158/tde-07052015-084252/publico/Dissertacao.pdf> (acesso em 26 de setembro de 2020) Adaptado.

Considerando todas as cargas calculadas e apresentadas, e utilizando o esforço axial nas extremidades (junção da treliça com a placa CLT para vedação das paredes), distribuindo por uma área de influência (1,5m para cada lado em relação ao ponto, multiplicado pela espessura da peça) de resistência da peça CLT, e majorando um coeficiente de 1,5 referente a resistência da madeira, obteve-se um valor de tensão muito inferior à tensão admissível adotada com o referência.

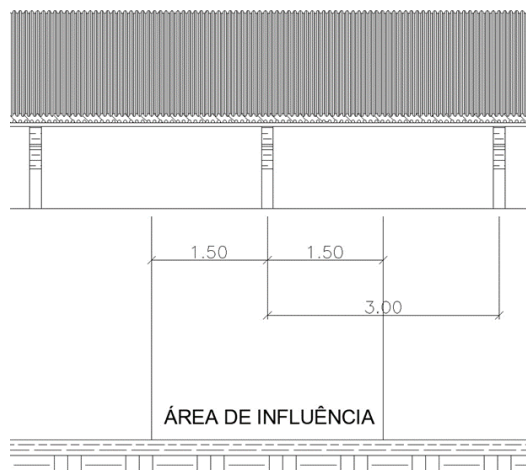


Figura 17 – Área de influência

Fonte: Acervo pessoal.

## 5 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados, é possível que o galpão proposto possa ser concebido em diferentes lugares do país e do mundo, sendo necessário a disponibilidade do material proposto, que foi totalmente baseado em uma técnica de tratamento da madeira relativamente nova no Brasil e ainda pouco explorada, basicamente por existir uma cultura muito receosa quanto ao uso de peças de madeira expostas à esforços estruturais.

Além da possibilidade de construção em diferentes regiões, também foi pensado na facilidade da construção do projeto, sendo uma técnica com pouca geração de resíduo, simplicidade no encaixe das peças de madeira devido a tipologia dos conectores, que foi referenciada através de materiais disponíveis na literatura canadense, auxiliando assim na rapidez da montagem sem grandes complexidades, e também na segurança quanto a durabilidade da madeira, que por ser tratada em autoclave com resinas específicas, garantindo uma resistência fundamental à intempéries.

A utilização do galpão foi pensada para vítimas de desastres ambientais, que encontram-se em situação de desabrigo, um dos temas mais recorrentes no país, dispondo de leitos para mais de 300 pessoas e local para armazenamento de doativos, entretanto, o material acadêmico aqui redigido propõe um galpão que pode ser utilizado para diversos fins, uma vez que sua resistência quanto a esforços estruturais e a intempéries é garantida.

## REFERÊNCIAS

ANDERS, Gustavo Caminati. **Abrigos temporários de caráter emergencial**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro. 1988

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projetos de estrutura de madeira.** Rio de Janeiro. 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saída de emergência de edifícios.** Rio de Janeiro. 1993

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821: Esquadrias para edificações: Parte 2: Esquadrias externas – Requisitos e classificação.** Rio de Janeiro. 1993.

CAMPOS, Luiz Augusto e DIAS, Romulo Rezende. **Vantagens e Desvantagens do Sistema Construtivo Wood Frame e a Comparação de Custos com Alvenaria.** 2018.

GREEN, Michael; KARSH, E. **The case for tall wood buildings. Canadian Wood Council on behalf of the Wood Enterprise Coalition by Forestry Innovation Investment,** North Vancouver, BC, Canada, 2012.

KARACABEYLI, Erol; DOUGLAS, Brad. **CLT handbook: cross-laminated timber U.S. edition.** Pointe-Claire, QC, Canada, 2013

MANFRINATO, Maria Eduarda. **Estudo sobre o uso da madeira para fins estruturais e arquitetônicos.**2015.

MEZEIRO, Rafaela Maria Marques. **Aplicabilidade de painéis CLT em habitação de média densidade em Portugal,** 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Florestas do Brasil em resumo.** 2010.

NITAHARA, Akemi. **IBGE: Brasil tem 9,85 milhões de hectares de florestas plantadas.** 2018.

PEREIRA, Marcos Cesar de Moraes. **Metodologia para estudo da caracterização estrutural de painéis de madeira laminada colada cruzada.** 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOTSEK, Nicolle Christine e SANTOS, Adriane de Paula Lacerda. **Panorama do sistema construtivo light wood frame no Brasil.** 2018.

SOUZA, Carine Tolotti de. **Definição das cargas provocadas pelo vento em telhado duas águas e dimensionamento das treliças.** 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021