

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^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 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^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 Alfenas

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. Alexsandro 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 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^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 fomente 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

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO

Data de aceite: 01/04/2021

Bruna Pedrosa Miguel Silva

Universidade Anhembi Morumbi

Bryam Isac Cardoso

Universidade Anhembi Morumbi

Camila de Paula Silva

Universidade Anhembi Morumbi

Erik Ricardo Monteiro Moura

Universidade Anhembi Morumbi

Fernando Pereira da Silva Melo

Universidade Anhembi Morumbi

Geovanna Santos Fernandes

Universidade Anhembi Morumbi

Layse de Ataíde Araújo

Universidade Anhembi Morumbi

Maria Fernanda Quintana Ytza

Universidade Anhembi Morumbi

RESUMO: Com o crescimento do mercado imobiliário brasileiro, bem com a ampliação de projetos habitacionais de interesse social, o mercado da construção civil tem como alternativa os sistemas de alvenaria estrutural e o de parede de concreto que oferecem menores prazos, maior economia e uma obra mais limpa. Os resultados tornam-se ainda mais vantajosos, se comparados ao sistema construtivo convencional. Em função da alta desenvoltura apresentada dos dois métodos construtivos, será apresentado

uma comparação envolvendo ambos sistemas: alvenaria estrutural e parede de concreto moldada *in loco*. Evidenciando as especificidades de cada sistema, para que assim, auxilie na definição do sistema construtivo de acordo com os recursos disponíveis e o padrão do projeto. Tal comparação foi realizada com base em dois projetos reais de edifícios residenciais. Um edifício executado em alvenaria estrutural e outro em parede de concreto, ambos na capital de São Paulo. O escopo contempla a comparação dos equipamentos, materiais, mão de obra, geração de resíduos e controle tecnológico utilizados em cada uma das obras. Bem como os resultados alcançados em cada componente e quanto às vantagens e desvantagens obtidos através de registros *in loco* e encontradas no levantamento bibliográfico.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria Estrutural, Parede de Concreto, Habitação de Interesse Social, Sistemas construtivos

COMPARISON OF CONSTRUCTIVE SYSTEMS: STRUCTURAL MASONRY AND CONCRETE WALL

ABSTRACT: With the growth of the Brazilian real estate market, as well as the expansion of social interest housing projects, the civil construction market has such alternatives as structural masonry and concrete wall systems that offer shorter terms, greater savings, and cleaner work. The results become even more advantageous when compared to the conventional construction system. Due to the high ease presented by the two construction methods, the research will present a comparison involving both systems:

structural masonry and concrete wall molded *in loco*. Evidencing the specificities of each system, so that it helps to define the construction system according to the available resources and the project standard. Such comparison was made based on two real residential building projects. One of the projects was executed in a structural masonry system while the other one was executed in a concrete wall system, both in the capital of São Paulo. The scope includes the comparison of equipment, materials, labor, waste generation, and technological control used in each of the construction works. As well as the results achieved in each component in terms of advantages and disadvantages obtained through *in loco* records and found in the bibliographic survey.

KEYWORDS: Structural Masonry, Concrete Wall, Social Interest Housing, Construction Systems.

INTRODUÇÃO

A escolha de um sistema construtivo está intrinsecamente ligada ao discernimento e clareza do responsável sobre o tema. Informações como: materiais tipicamente utilizados, controle tecnológico, entre outros, são elementos que devem ser de conhecimento de qualquer responsável pela obra. Para uma correta escolha do sistema construtivo, é importante realizar um estudo de viabilidade afim de se encontrar o método construtivo que mais se enquadra ao projeto, conforme publicado na revista digital Entenda Antes.

Nesse sentido, para aplicação de uma obra em alvenaria estrutural ou parede de concreto, cujo sistemas são predominantemente utilizados em empreendimentos de edifícios ou conjuntos habitacionais, recomenda-se o estudo detalhado, pois há particularidades em cada sistema, distinguindo-os em alguns pontos.

Mohamad (2015, p. 23) destaca que a alvenaria estrutural possui diversas vantagens, dentre elas, a econômica é uma das principais, em virtude da otimização de tarefas na obra, por meio de técnicas executivas simplificadas e facilidade de controle nas etapas de produção e eliminação de interferências. Tais proveitos são a causa de o sistema construtivo ainda ser tão bem empregado atualmente.

Já no sistema de parede de concreto, a eficiência é fundamentada no decorrer da execução do projeto em que há alta repetitividade. Ponzoni (2013) argumenta que a aplicação desse sistema construtivo gera um custo inicial elevado, porém o investimento é compensado quando as vantagens são analisadas. Sua economia é firmada na produção em grande escala com projetos padronizados. “Quando comparada à construção com alvenaria, a execução de um único imóvel com paredes de concreto pode ser até 12% mais cara. No entanto, a conta se inverte quando a solução é utilizada em larga escala.” (Nakamura, 2019)

Assim sendo, o presente estudo visa comparar as particularidades entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e parede de concreto. Para isso, expõe-se as características de componentes empregados na execução das estruturas e fechamentos de cada sistema, detectadas em projetos efetivos, através de pesquisa em campo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Alvenaria Estrutural

Como em todos os sistemas construtivos, a alvenaria estrutural possui suas vantagens e desvantagens: ora é viável a utilização da alvenaria estrutural, ora utilizando parede de concreto. Segundo Lima e Costa (2018), até o ano de 2009, a alvenaria estrutural era unanimidade nas obras, mas, progressivamente, vem sendo substituída por outros sistemas construtivos. Outras tecnologias construtivas vêm se tornando viáveis no que se refere a custos, geração de resíduos, tempo de obra e mão de obra especializada. Entretanto, o referido autor afirma que, a alvenaria estrutural será sempre uma opção viável, a depender do projeto.

Gonçalves e Martins, (2018, p.18 e 19) observou que o sistema de alvenaria estrutural teve diversas vantagens como economia de tempo, custos e apresentando excelentes resultados quanto a resistência a cargas exercidas na estrutura, mostrando também que devido a padronização da execução ocorre um menor desperdício de materiais. Ainda sobre desperdício, segundo Oliveira e Batista, (2017, p.10) “uma das principais vantagens do sistema é a economia de material, resultando em uma obra mais limpa e aumentando a segurança de trabalho para os funcionários.”

Para uma obra limpa, é de suma importância conhecer os resíduos que ela produzirá. Conscientizar-se sobre os resíduos gerados por cada sistema, resultando em uma obra mais limpa e conseqüentemente mais organizada. Conforme o levantamento realizado pela revista Concreto & Construções (2018), a geração de resíduos por alvenaria estrutural, de forma geral, se resume a: Classe A: blocos, argamassa e concreto e Classe B: Embalagens de papel, embalagens de plástico e sobras de metais. Além desses resíduos, haverá outros específicos que vão depender do projeto.

Acerca da metodologia de execução conforme a divulgação da Associação Brasileira de Cimento Portland, segue da seguinte forma: A) Fundação; B) Preparação do piso; C) Verificação do Esquadro da Obra; D) Marcação da Alvenaria; E) Verificação da posição das instalações; F) Instalação dos Escantilhões; G) Transferência da referência de Nível; H) Instalação dos Gabaritos de Portas; I) Preparação dos blocos para fixação das caixas elétricas conforme projeto; J) Organização do Canteiro de Obra; e K) Elevação Da Alvenaria.

A mão de obra, sendo responsável por uma grande parcela para atendimento do prazo da obra, não tem um padrão de especialização ou experiência específico para a execução do serviço. Luana e Bressiani (2012) defendem que há uma escassez no que tange à mão de obra qualificada e, como consequência, necessidade de treinamento para funcionários sem experiência. Segundo o referido autor, é um dos motivos que desmotivam os responsáveis para a escolha deste sistema, uma vez que os treinamentos demandam tempo.

Para garantir a qualidade, atendimento das normas e especificações técnicas se faz

o controle tecnológico, ou seja, ensaios técnicos para atender os requisitos exigidos pelas normas. Sendo assim, o controle tecnológico para este sistema, de acordo com Wendler e Monge (2018, p.41), é obtido através de rigorosos testes de laboratório tanto com o concreto fresco, como com o concreto endurecido, para que o projeto atenda as normas de segurança e qualidade que é estabelecida pela ABNT.

O arquiteto Fabio Freire (2017) afirma que a alvenaria estrutural é um sistema construtivo bastante eficiente, que permite alto grau de padronização e racionalização. Para tanto, é de extrema importância que sejam feitos investimentos em projeto, execução e planejamento de obra.

Apesar da alvenaria estrutural obter diversas vantagens no que tange ao desperdício de materiais, flexibilidade na execução, dispensa de mão de obra especializada, uso reduzido de material, entre outros. O mesmo apresenta desvantagens, conforme levantamento realizado pelo Simpósio de pós graduação em engenharia urbana, publicado em 2012, tais como: Impossibilidade de remoção de paredes; impossibilidade de alterações em paredes já executadas, como, por exemplo, abertura para passagem de dutos; Utilização de vãos relativamente pequenos no projeto arquitetônico (5 ou 6 m); e dificuldade na execução de formas arredondadas. Essas e outras desvantagens devem ser levadas em consideração no momento da escolha ideal do sistema construtivo. Para tal, o responsável deve ter o discernimento e expertise sobre o assunto.

Parede de Concreto

A ABNT 16055 (2012, p.9) define parede de concreto como um elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que 10 vezes a sua espessura e que seja capaz de suportar cargas no mesmo plano da parede. Misdurel e Massuda (2009, p.1), defendem que o sistema construtivo de paredes de concreto foi inspirado em experiências bem-sucedidas com concreto celular e concreto convencional nos anos 70 e 80.

Com o alto crescimento do mercado brasileiro surgiu a necessidade de um sistema mais eficiente e ágil, para acompanhar as demandas de mercado, desta forma o método parede de concreto foi intensamente estudado para ser adequado para a execução de acordo com as normas brasileiras.

Segundo Bassi e Marco, (2019) o sistema é executado através de etapas, sendo elas: a montagem das fôrmas temporárias que são responsáveis pelo molde do material, seguido pela armação de telas soldadas que recebem os esforços de cargas exercidas pela estrutura e controlam a retração do concreto. Posteriormente, são realizados os cortes para que sejam posicionadas as esquadrias, nessa etapa também são instalados os tubos para as instalações elétricas e hidráulicas, e então é feita a concretagem da parede. Depois de retiradas as fôrmas, a infraestrutura está finalizada. Observa-se que um dos grandes diferenciais deste sistema construtivo é a integração de etapas, pois ao mesmo tempo que

se constrói a estrutura, faz-se todas as instalações elétricas e hidráulicas, esquadrias e reforços da edificação. De acordo com Misdureli e Massuda (2009) essa “industrialização do processo” é um dos fatores que garantem a agilidade do método.

Para Wendler e Monge (2018, p.38) a velocidade construtiva para a consolidação de um projeto é uma das qualidades do sistema de paredes de concreto. Permite agilidade de realizar até quatro unidades de habitações por dia, os autores defendem ainda que deve haver um rigoroso planejamento e atenção a execução do projeto. Misdureli e Massuda (2009, p.3), lembram que os métodos de execução são controlados a fim de garantir rapidez, custos baixos e a qualidade do processo, os autores defendem que um dos aspectos essenciais desse sistema é que seja evitado os desperdícios de materiais e retrabalhos, pois, como a fase de concretagem é executada de uma única vez e de maneira integrada, é importante que se tenha um planejamento bem definido. Afinal, neste caso, o retrabalho pode ser mais oneroso do que a própria construção. Outro fator diferencial que acaba tornando o método mais ágil quando comparado a outros sistemas construtivos, é que com a parede de concreto o acabamento se torna prático, já que não necessita de chapisco, emboço e reboco, pois as fôrmas dão uniformidade as paredes, dispensando o uso de tais acabamentos. Outra vantagem defendida por Bassi e Marco (2019), é o fato de que as formas de alumínio podem ser utilizadas de 1.500 a 2.000 vezes antes de chegar ao fim da sua vida útil, também pode ser utilizado outros tipos de materiais nessas formas, como plástico e madeira que são materiais com o custo mais baixo, se tornando uma solução construtiva mais econômica. Além disso garante um menor impacto ambiental, visto que os entulhos são drasticamente reduzidos em comparação a qualquer outro método construtivo.

Como o sistema não necessita de mão de obra especializada, apenas um treinamento específico, Misdureli e Massuda (2009) argumentam que a mesma equipe de profissionais é capaz de executar todas as etapas, esta é uma vantagem que viabiliza a inserção desse método em diversos tipos de obras e locais em todo o país.

O controle tecnológico nesse sistema deve ser rigoroso, como a matéria principal é o concreto são executados testes de laboratório tanto no estado fresco, como endurecido, para que o projeto atenda às normas de segurança e qualidade que são estabelecidas pela ABNT 16055. Além disso, os cuidados com armazenamento e recebimento dos materiais também devem ser intensificados, tudo a fim de manter maior integridade e qualidade dos mesmos.

Uma das principais desvantagens do sistema de paredes de concreto segundo Bassi e Marco (2019, p.16), é o alto custo das fôrmas e equipamentos de grande porte necessários para movimentação das mesmas, por este motivo os autores acreditam que o método seja viável apenas para projetos que estão acima de 50 unidades construídas, para que assim o valor das fôrmas possa ser diluído no processo construtivo, pois, em obras menores é provável que não se justifique o custo com fôrmas e equipamentos. Além

da baixa flexibilidade para alterações após finalizada a construção. Para Wendler e Monge (2018, p.41) a atenção ao processo produtivo e as etapas que são executadas no sistema devem ser rigorosamente monitoradas, para que não sejam necessários tratamentos corretivos, porque segundo os autores os custos de futuras correções de patologias são mais altos do que a própria execução do projeto.

METODOLOGIA

A pesquisa descritiva proposta foi realizada através de levantamento bibliográfico de ambos os sistemas estruturais juntamente com dois projetos efetivos que fazem parte do programa Federal “Minha casa, Minha Vida”, conforme descrição a seguir: uma edificação em alvenaria estrutural configurada com 6 pavimentos, 28 unidades entre 28 e 35 m², localizada no bairro de Itaqueria em São Paulo (Figura 1), e uma edificação em parede de concreto configurada com 21 pavimentos, 280 unidades entre 29 e 45 m², localizada no bairro do Brás em São Paulo (Figura 1).

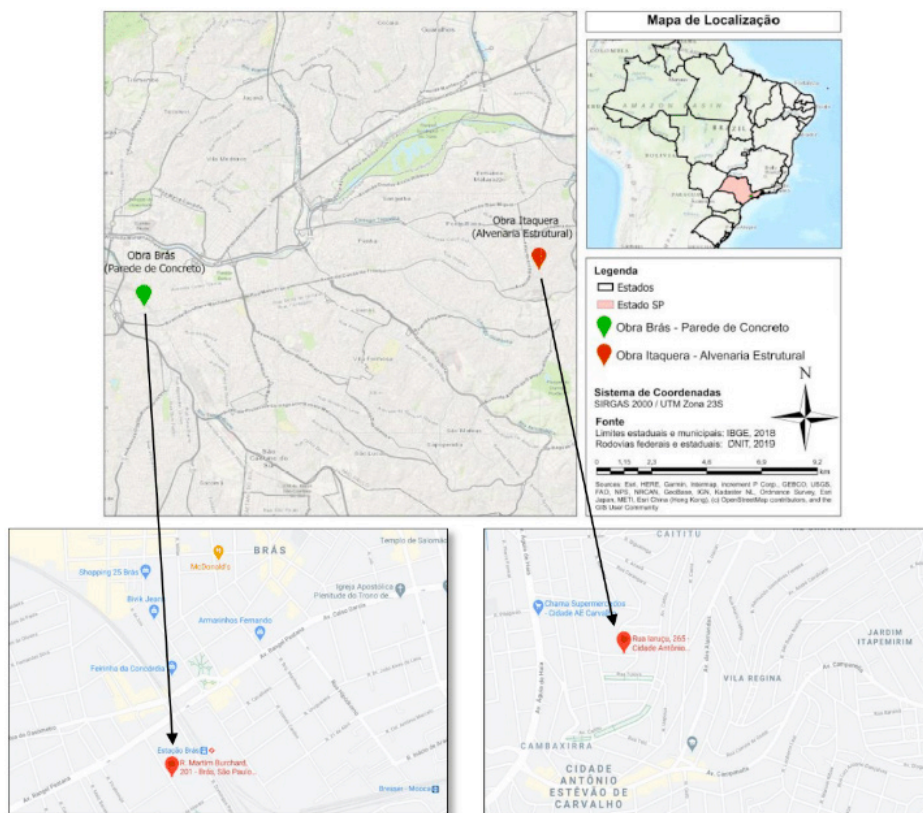


Figura 1- Mapa de Localização (Elaboração do Autor, 2020)

Após a coleta dos dados, os resultados foram transcritos para infográficos comparativos, para melhor compreensão, visando organizar de forma estratégica as diferenças entre os dois métodos supracitados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos foram extraídos através de entrevistas *in loco* e virtuais. Assim como através de documentos e registros demonstrativos, disponibilizados pelas construtoras. Para melhor apresentação dos resultados foram elaborados infográficos para cada um dos componentes apresentados a seguir: equipamentos, materiais, mão de obra, geração de resíduos e controle tecnológico.

Os equipamentos utilizados foram fundamentais para a otimização de tempo e mão-de-obra, além de garantir a preparação adequada dos materiais. A Figura 2 ilustra os principais equipamentos utilizados no estudo de caso, para cada sistema, seguido por uma análise de suas finalidades e peculiaridades.

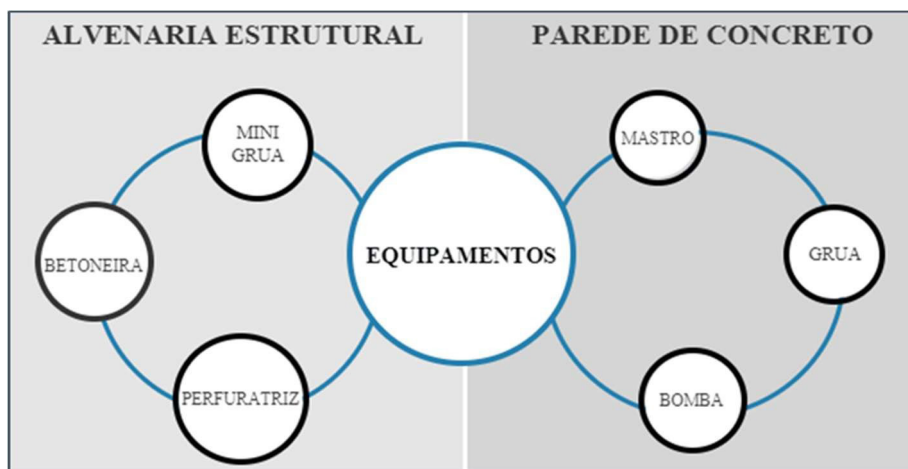


Figura 2 - Equipamentos (Elaboração do Autor, 2020)

A alvenaria estrutural utiliza a mini grua para o transporte de materiais entre pavimentos, a betoneira para mistura dos aglomerantes e a perfuratriz para os recortes de instalações elétricas. Os equipamentos substituem de forma eficiente o uso de mão de obra, otimizando os serviços e prazos de execução.

No sistema de parede de concreto o mastro é fundamental para fixar os tubulões da bomba de concreto, a grua auxilia no transporte de materiais entre pavimentos e na movimentação do mastro, e a bomba é necessária para o bombeamento de concreto por toda a estrutura.

Logo, para ambos os sistemas, a utilização de equipamentos é fundamental. Contudo, para o sistema de alvenaria estrutural ele se faz como um aparato para otimização de processos e prazos, assim sendo facultativo seu uso, já na parede de concreto os equipamentos são indispensáveis para a correta execução do sistema.

Os materiais utilizados no estudo de caso são característicos de cada sistema, conforme apresentado na Figura 3 e discutido a seguir.

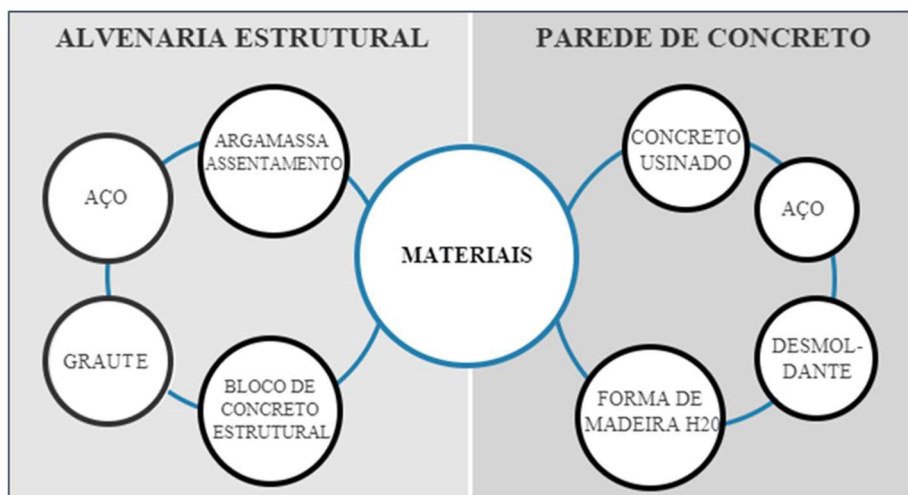


Figura 3 - Materiais (Elaboração do Autor, 2020)

No sistema de alvenaria estrutural a argamassa de assentamento utilizada possuía resistência de 7 MPa, de acordo com o projeto; as barras de aço eram de 8mm, com função de amarração da estrutura, para evitar surgimento de fissuras durante os esforços de tração; o graute para o preenchimento dos blocos e canaletas estruturais, possuíam resistência de 20 MPa, foram utilizados em pontos específicos com função de solidificar o aço com a alvenaria e aumentar a capacidade de suporte da estrutura, conforme determinado em projeto. Os blocos e canaletas de concreto estrutural, foram determinados pelo projeto estrutural com resistências de 4, 5 e 6 MPa, e dimensões variadas.

No sistema de parede de concreto foi utilizado primordialmente o concreto auto adensável com aditivos. A usinagem do concreto foi realizada no traço projetado e quantidade necessárias especificados em projeto estrutural. Também foram utilizadas no sistema construtivo as fôrmas de madeira H20 e plataforma auto trepante, segundo Nakamura (2018) “para edifícios que contemplam múltiplos pavimentos, uma solução recorrente são as fôrmas trepantes. Por serem compostos por painéis de grandes dimensões, esses moldes exigem menos etapas de montagem, agregando ainda mais produtividade”. Na obra estudada, as fôrmas possuíam partes externas revestidas de

madeira e interna resinadas. Internamente foram instaladas telas de aço para combater a retração do concreto e possibilitar a fixação das instalações elétricas e hidráulicas; além disso para facilitar a desenforma após secagem do concreto, foi aplicado nas fôrmas de madeira um material desmoldante, que também auxilia para um aspecto mais homogêneo do concreto, sem imperfeições aparentes, evitando o surgimento de possíveis patologias.

Os materiais abordados são típicos de cada sistema, afinal, não se executa uma parede de concreto sem fôrma e concreto. Da mesma forma, não se executa uma alvenaria estrutural sem blocos estruturais e aço. Deste modo, a viabilidade de execução é condicionada a disponibilidade destes materiais na região e ao orçamento disponível para obra.

A mão de obra empregada no estudo de caso, seguiu a configuração da Figura 4, e detalhada a seguir.

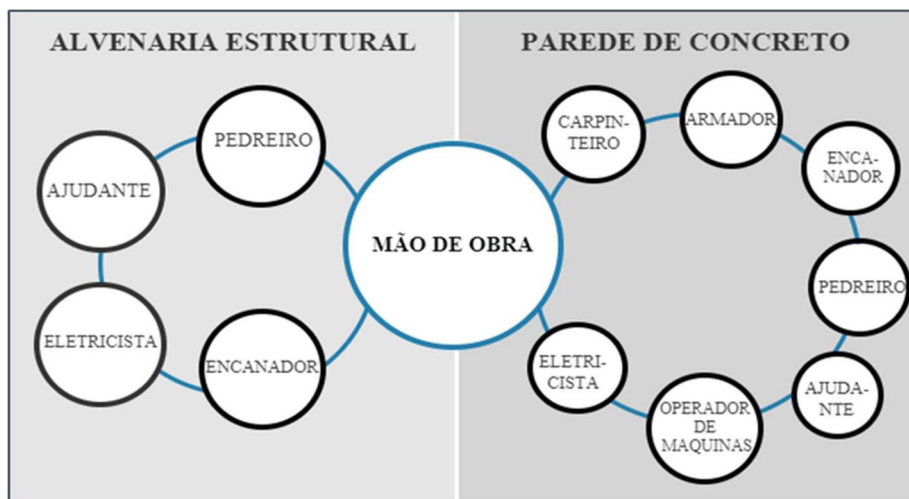


Figura 4 - Mão de Obra (Elaboração do Autor, 2020)

No sistema de alvenaria estrutural utilizou-se mão de obra própria qualificada e com experiência anterior. Fez-se necessário uma mão de obra criteriosa pois em toda a sua execução foi verificado o alinhamento vertical, através do prumo, e do alinhamento horizontal, mediante uso do escantilhão, conforme determinado na NBR 16868-2, garantindo a qualidade de execução.

No sistema de parede de concreto foi fornecido treinamento inicial para montagem das fôrmas e no ciclo de produção de montagem das telas de aço e concretagem. Para as instalações elétricas e hidráulicas foram utilizadas equipes especializadas.

Destaca-se que o sistema parede de concreto requer especificidade maior de mão de obra, como por exemplo o operador de máquinas, que é indispensável no sistema.

Todavia, por ser um sistema com conceitos de industrialização em seus processos, é possível otimizar o quantitativo de operários quando comparado ao sistema de alvenaria estrutural. Observa-se que em ambos os casos, o treinamento das equipes é fundamental, pois nos dois sistemas é necessário um controle de qualidade rigoroso, onde um pequeno erro de execução resulta em danos irreparáveis e/ou onerosos.

A geração de resíduos é um grande diferencial de ambos os sistemas em relação a qualquer outro sistema construtivo, na Figura 5 demonstra-se os resíduos gerados por cada sistema, seguido por uma análise sobre suas particularidades.

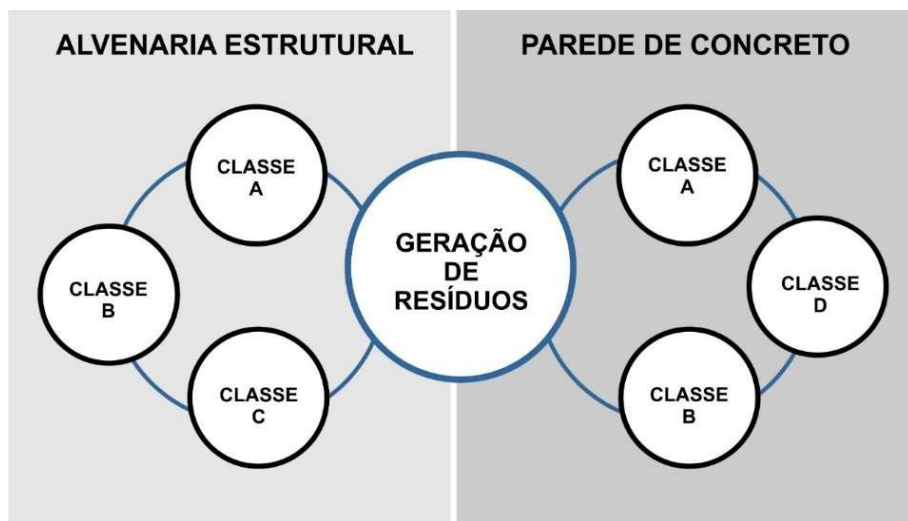


Figura 5 - Geração de Resíduos (Elaboração do Autor, 2020)

Os resíduos apresentados seguem a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). No estudo de caso, a obra de alvenaria estrutural produziu três classes de resíduos, sendo: classe A: retalhos de blocos, argamassa e concreto; classe B: embalagens dos aglomerantes e recortes de aço e classe C: isopor, utilizado no preenchimento da laje pré-moldada solicitada em projeto. O acolhimento e destinação dos resíduos foram executados conforme plano de gerenciamento de resíduos sólidos - PGRS implantado pela construtora.

Já no sistema de parede de concreto nota-se produção de três classes, sendo os resíduos: classe A: sobra de concreto; classe B: descarte de fôrmas e embalagens de materiais hidráulicos e elétricos; e classe D: solventes, óleos ou contaminados.

O principal diferencial entre os sistemas no que diz respeito a geração de resíduos, consiste no fato de a obra de parede de concreto dispor de um processo de execução limpo, quando comparado a alvenaria estrutural. Como a matéria prima predominante em parede

de concreto é o concreto usinado, não são gerados resíduos provenientes de materiais agregados. Os demais materiais empregados na estrutura são fornecidos conforme projeto, portanto, suas dimensões são definidas anteriormente, dispensando corte e montagem na obra e evitando assim a geração de resíduos.

O controle tecnológico é fundamental para garantir qualidade e durabilidade das construções, observa-se que ambos os sistemas são ricos em normativas de controle e execução. As duas obras estudadas apresentam projetos estruturais oficiais. Para expor neste estudo o controle tecnológico empregado em cada sistema, apresenta-se a Figura 6 e em seguida descreve-se suas particularidades.

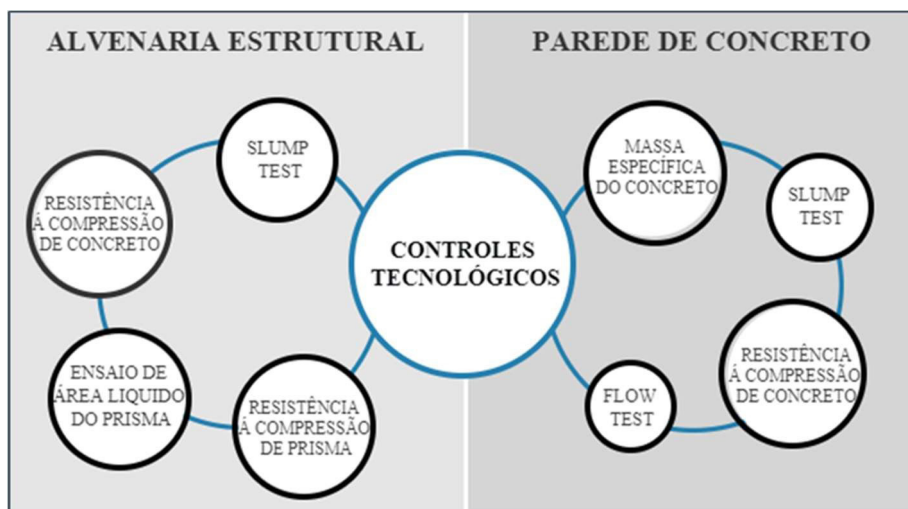


Figura 6 - Controle Tecnológico (Elaboração do Autor, 2020)

No sistema de alvenaria estrutural os ensaios identificados foram realizados conforme as seguintes normas: ABNT NBR 12655, ABNT NBR 67, ABNT NBR 7480, ABNT NBR 5739, ABNT NBR 16868 ABNT NBR 6136. Ensaio de Abatimento do Concreto (*Slump Test*), utilizado para o preenchimento de lajes; foram moldados corpos de prova por laboratório externo para detectar a resistência do concreto a compressão, assim como os ensaios com prisma oco e prisma cheio para comprovação de resistência dos blocos e dimensões executados a cada pavimento, demonstrando o atendimento de resistência da estrutura conforme projeto; os ensaios dos aços e argamassa de assentamento foram fornecidos pelos fabricantes.

No sistema de parede de concreto os ensaios identificados foram realizados conforme as seguintes normas: ABNT NBR 12655, ABNT NBR 67, ABNT NBR 7480, ABNT NBR 15823, ABNT NBR 33, ABNT NBR 9833 e ABNT NBR 8255. Foram moldados corpos de prova para ensaio de compressão do concreto a cada parede construída para detectar

a resistência do concreto, os resultados foram analisados por laboratório interno montado na obra; a cada 5 lajes foi realizado um ensaio de módulo de elasticidade e realizado a manutenção das fôrmas de madeira; e os ensaios dos aços foram fornecidos pelos fabricantes.

O controle tecnológico é essencial para ambos os sistemas, pois ele comprova o resultante final do projeto. Ambos sistemas empregam materiais e procedimentos específicos e cautelosos que influenciam na qualidade do projeto. Existem processos específicos na alvenaria estrutural como a verificação de alinhamento vertical e horizontal, desta maneira descarta erros, visto que a alvenaria será a estrutura da edificação. Do mesmo modo, tem-se na parede de concreto a fôrma de concretagem, onde há um processo rigoroso de controle tecnológico pois será a responsável pelo alinhamento e sustentação da estrutura posteriormente concretada. Assim como os processos, temos os materiais que devem seguir rigorosamente o controle tecnológico de ambos sistemas, visto que são protagonistas nos sistemas estruturais. Desta maneira, de acordo com a coleta e análise realizada neste estudo de caso, percebe-se que o sistema de parede de concreto gera um maior controle tecnológico, visto que foram ensaiadas todas as paredes concretadas assim como todas as lajes, diferenciando da alvenaria estrutural onde foram executados ensaios de primas oco e cheios por pavimentos da edificação.

CONCLUSÕES

Conforme discorrido neste estudo a execução do sistema de parede de concreto solicita equipamentos mais específicos do que é necessário no sistema de alvenaria estrutural. Um exemplo de equipamento específico é a fôrma auto trepante, utilizada no sistema de parede de concreto e que potencializou a produção pois, agilizou o procedimento de montagem, otimizando mão de obra no processo. Na Alvenaria estrutural foram utilizados os equipamentos: mini guas, perfuratriz e betoneiras; são equipamentos que auxiliaram na eficácia e agilização dos processos, todavia é facultativo sua utilização. O emprego dos equipamentos na parede de concreto pode ser demasiadamente oneroso para obras de baixa proporção, entretanto, quando empregado em obras maiores, observa-se significativa otimização da obra pois, as atividades mecanizadas diminuem a subjetividade e a quantidade da mão de obra, impactando diretamente em menos retrabalhos, menos resíduos e conseqüentemente, menos custos e prazos. O sistema parede de concreto requer um controle tecnológico em maior quantidade comparado ao sistema alvenaria estrutural, visto que são realizados seus teste e ensaios em todas as paredes da estrutura, o que gera um custo elevado a ser considerado no projeto. Todavia o sistema alvenaria estrutural não se faz necessário mão de obra especializada, no que comparado com parede de concreto necessita mão de obra especializada para operar os equipamentos. Já na geração de resíduos, observou-se que o sistema de parede de concreto tem-se um cenário

de execução mais limpo se comparado a alvenaria estrutural. Como consequência, gera-se agilidade na execução, uma vez que não são gerados tantos resíduos como a alvenaria estrutural, deixando a obra mais organizada e diminuindo seus processos no que tange à organização e limpeza. Os materiais utilizados em ambos sistemas são específicos, sendo fundamental a qualidade e cumprimento da especificação técnica do projeto, como por exemplo, na parede de concreto respeitando o traço do concreto usinado e na alvenaria estrutural a resistência dos materiais blocos, argamassa, graute etc.

Desta maneira para a viabilização da execução de ambos os sistemas, se faz determinante as particularidades do projeto como: localização, dimensão e prazo. São as características consideradas mais importantes para escolha do sistema construtivo a ser executado. Afinal, o transporte de equipamentos, e a disponibilidade de matéria prima adequada local, são custo significativo na obra. É necessário que o responsável da obra apure a disponibilidade destes itens localmente ou que realize o planejamento de custo e prazos para transporte dos mesmos, pois estes custos podem inviabilizar as vantagens apresentadas de cada sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

BASSI, G.; MARCO, G. Estudo de Caso – Método Construtivo de Parede de Concreto *in Loco*. **Revista científica semana acadêmica**, Fortaleza, Edição N°. 000181, out. 2019

BRASIL. Resolução. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Portaria MMA. Publicada no DOU no 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

GONÇALVES, G.; MARTINS, S. Alvenaria Estrutural: Aspectos Construtivos nas Habitações de Interesse Social. **Revista Pensar**, vol.6 no.2, julho/2018 - ISSN 2318-2504.

LIMA, J.; COSTA, C. Três sistemas construtivos em empreendimento residencial econômico. **Revista Ibracon Concreto & Construções** - Edição 90, P. 21-25, abr/jun 2018.

FREIRE, F.; PUGLIESI, P.; ALBESSÚ, N. Alvenaria estrutural em edifício de 24 pavimentos. **Revista Ibracon Concreto & Construções** - Edição 90, p. 26-33, abr/jun. 2018

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como Construir Parede de Concreto. **Revista Técnica**, São Paulo, Edição 147, ano 17, junho/2009, Páginas 74 A 80.

MOHAMAD, G.; MACHADO, D.W.N.; JANTSH, A. A. **Alvenaria Estrutural**: Construindo o conhecimento. São Paulo: Ed. Blucher, 2018.

MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural**: Materiais, projeto e desempenho. São Paulo: Ed. Blucher, 2015.

NAKAMURA, J. Parede de Concreto: Vantagens e Características. **Buildin**, 2019. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/parede-de-concreto/>>. Acesso em: 29 maio 2020.

NAKAMURA, J. Equipamentos maximizam produtividade em obras com paredes de concreto. **Aecweb**, 2018. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/equipamentos-maximizam-produtividade-em-obras-com-paredes-de-concreto/16806>>. Acesso em: 18 junho 2020.

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro, 2008

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 16868**: Alvenaria estrutural. - Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2020

_____. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 15823**: Concreto autoadensável - Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 33**: Concreto - Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 9833**: Concreto fresco - Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 8255**: Paletes de madeira – Resistência da fixação ao arrancamento. Rio de Janeiro, 2011

_____. **NBR -2**: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011

OLIVEIRA, Q.; BATISTA, T. Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural. In: III SEMINÁRIO CIENTÍFICO DA FACING, 2017- II Jornada de iniciação científica da facig, 2017, Manhuaçu. **Anais eletrônicos**...Manhuaçu: FACIG, 2017. Disponível em: <<http://integracao.facig.edu.br/iiseminariocientifico/>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

HOFFMANN, L.; BRESSIANI, L; FURLAN, G; THOMAZ, W. Alvenaria Estrutural: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. In: III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, 2012. **Anais eletrônicos**...Maringá: UEM, 2012. Disponível em: <<http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/viewFile/944/747>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SÁNCHEZ, E. **Nova normalização brasileira para a Alvenaria Estrutural**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2013.

WENDLER, A.; MONGE, R. Paredes de Concreto – Como ter uma Obra sem Manifestações Patológicas. **Revista Ibracon Concreto & Construções** - Edição 90, abr/jun 2018.

PONZONI, J. **Paredes de Concreto Moldada *in loco***: Verificação de atendimento às recomendações da norma NBR 16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial. Trabalho de diplomação – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Sem autor: SISTEMAS construtivos: tudo o que você precisa saber. Entenda Antes, 20 de janeiro de 2020. Disponível em: < <https://entendaantes.com.br/sistemas-construtivos/>>. Acesso em: 13, agosto e 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