

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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians 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 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 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

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

Data de aceite: 01/04/2021

Alberto Naddeo Neto

Universidade Anhembi Morumbi

Julia Vinha Cirqueira Santos

Universidade Anhembi Morumbi

Juliana Novaes Frutuoso Faria

Universidade Anhembi Morumbi

Mateus Vicente da Costa

Universidade Anhembi Morumbi

Nayara Cavichioli Monteiro

Universidade Anhembi Morumbi

Wallace Fornos

Universidade Anhembi Morumbi

Maria Fernanda Quintana Ytza

Universidade Anhembi Morumbi

RESUMO: O presente artigo disserta sobre a implementação de uma nova tecnologia construtiva, Tilt-Up, como alternativa na construção de moradias populares, vide a redução de custo e tempo de obra que a metodologia apresenta em edificações de grande porte. Além disso, há um anseio pelo desenvolvimento da construção civil e implantação de novas tecnologias, que aliadas ao alto e constante índice do déficit habitacional, afirmam o Tilt-Up como uma alternativa progressista. Para tanto, foi projetada uma planta baixa de uma moradia padrão, com o auxílio do programa computacional AutoCad, como base para a

estimativa de cálculos de investimento e tempo de obra. Ademais, foi realizada uma pesquisa de experiência com engenheiros familiarizados com o método em questão, a fim de sustentar as análises com comprovações reais da aplicação do método. Em síntese, constatou-se que, de primeira instância, o investimento no Tilt-Up é maior se comparado ao sistema de alvenaria estrutural, porém a longo prazo, ele se torna mais viável devido à baixa manutenção e vida útil prolongada.

PALAVRAS-CHAVE: Tilt-Up, método construtivo, habitações populares, produtividade na construção civil.

ECONOMIC AND CHRONOLOGICAL FEASIBILITY STUDY OF TILT-UP FOR SOCIAL WORKS

ABSTRACT: The following article presents the implementation of a new constructive technology method, Tilt-up, as an alternative to the construction of low-cost popular housings, due to the cost and time reduction that this constructive method presents in large scale buildings. In addition, there is a wish for the development of construction and the implementation of new technologies, and associating this idea with the high rate of housing deficit, the Tilt-up is asserted as a progressive alternative. Therefore, it was designed a blueprint of a standard house with the aid of AutoCAD computer software as basis for estimating values for investment and construction time calculations. An experience survey was also carried out with engineers that were familiar with this method in order to validate the analyzes with real evidence and proof of the

constructive method application. In summary, it was verified that the first investment in the Tilt-up constructive method is slightly higher in comparison with the structural masonry system. However, it proves a viable method in long-term projects due to its low maintenance cost and its extended lifespan.

KEYWORDS: Tilt-Up, constructive method, low-cost popular houses, productive in civil construction.

1 | INTRODUÇÃO

Com o intuito de modernizar os recursos da construção civil, o *Tilt-Up* foi introduzido no Brasil pela WTorre em 1992. Essa tecnologia norte-americana baseia-se na execução de paredes em concreto armado no pavimento da obra, no plano horizontal, e posteriormente, o içamento delas através de guindastes para sua disposição final.

Esse método construtivo abrange inúmeras vantagens desde a redução de custos, dado que dispensa o uso de transportes de peças pré-fabricadas, uma vez que o processo construtivo é feito in loco; redução de riscos de acidentes, devido a minoração de atividades em altura, se comparado ao sistema estrutural de alvenaria; fácil modificação do layout das paredes, permitindo a expansão dos ambientes; decréscimo na geração de resíduos devido ao uso do concreto dosado; expansão da vida útil da edificação, considerando a resistência elevada do concreto e suas propriedades de isolamento térmico e acústico, e por último, o aspecto iminente de otimização do tempo de obra.

Segundo gerente executiva de padronização e normas técnicas de construção civil da Caixa Econômica Federal, Ercília Tomaz, inovar os processos empregados na construção civil é uma tendência no mercado brasileiro, no entanto, é tímido, diante dos custos de implantação e da resistência do setor na aplicação dos novos métodos (Franco, 2014). Apesar desse sistema estar presente no Brasil há 28 anos, ainda há a necessidade de promover o incentivo tecnológico da ferramenta, de modo a viabilizar sua introdução completa no setor da engenharia civil.

Além da deficiente perspectiva tecnológica encontrada no país, o cenário brasileiro apresenta os mais variados problemas sociais, e um dos mais graves e persistentes é o déficit habitacional. Esse índice aponta a quantidade de habitações em condições inadequadas de convívio, desde coabitações familiares, estendendo-se as construções improvisadas e perigosas. Um levantamento feito pela Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias em parceria com a Fundação Getúlio Vargas, aponta que o déficit de moradias atingiu 7,78 milhões de unidades habitacionais, em uma década, decorrente de um aumento de 7% em 2017.

Assim, o processo de inovação para melhoria das condições do habitat urbano é um dos maiores desafios do setor da construção civil. Em conjunto da carência de moradias, a deficiência na qualidade e infraestrutura dessas obras sociais, resulta em construções insatisfatórias e de curta vida útil. Haja vista que, o retrato do setor civil é reticente e

encontra-se estagnado em métodos tradicionais com baixa produtividade e qualidade, e alta geração de resíduos, ocasionando prejuízo econômico e degradação ambiental.

Tendo em mente a fragilidade das políticas habitacionais no Brasil e a ausência de apoio técnico e de incentivo às novas tecnologias, é de suma importância à procura por novos métodos construtivos com baixo custo e maior agilidade na tentativa de suprir o déficit habitacional ainda existente no país, e aumentar a produtividade do setor de construção civil.

À vista disso, o seguinte trabalho tem por finalidade analisar uma alternativa para a redução do déficit habitacional, a partir do desenvolvimento de um projeto de casas de padrão popular, que seria construído através do método *Tilt-Up*. Esse projeto apresentará desenhos técnicos, o cálculo de insumos e materiais utilizados durante a execução, a estimativa do tempo de obra, sendo esses aspectos importantes para tornar esse método construtivo uma possível solução para o decréscimo desse índice. Além disso, com a tentativa de acrescentar veracidade aos resultados obtidos no estudo de caso, o artigo apresentará, também, uma pesquisa de experiência a fim de coletar dados mediante a percepção e o *know-how* de engenheiros, que vivenciam o sistema em campo.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método construtivo *Tilt-Up* foi desenvolvido na primeira década do século XX, pelo engenheiro militar Robert Aiken, segundo membro da *Tilt-Up Concrete Association* (TCA), Mitch Bloomquist (2011). Em sua publicação, aponta que a invenção, inicialmente, tinha propósitos militares e, juntamente com a criação do guindaste móvel, o *Tilt-Up* se tornou um método de baixo custo, que foi aplicado na construção de abrigos no pós guerra. Assim, essa metodologia se difundiu por apresentar um sistema de baixo custo, tecnologia e manutenção em obras de construção civil.

Com o rápido crescimento do *Tilt-Up* como solução às restrições orçamentárias presentes em diferentes cenários da indústria civil, a metodologia não demorou para disseminar em outros países. Em 1992, a empresa WTorre foi a responsável por introduzir comercialmente o *Tilt-Up* no Brasil, de acordo com a cronologia apresentada no sítio Web da empresa pioneira.

O sistema construtivo, à princípio, se expandiu em edificações industriais, de grande porte, pela facilidade da arquitetura dessas construções. Além disso, a concepção inicial do *Tilt-Up*, já abordara a eficiência do sistema com relação ao tempo de construção. Fundamentado nessa tese, Vitor Azevedo (2015) abordou o tema em sua monografia, em um comparativo da nova tecnologia com o sistema construtivo de alvenaria estrutural. Segundo ele, os métodos utilizados no Brasil possuem um tempo elevado de construção por aplicarem procedimentos artesanais e com pouca tecnologia (Azevedo, 2015).

Assim, através de uma análise técnico-econômica, foi possível avaliar os dois

métodos discutidos em seu estudo. A análise foi realizada mediante à uma construção de um galpão fictício, empregando ambos os sistemas construtivos, abordando produtividade, eficiência e custos de cada método. Para a avaliação orçamentária e tempo de execução de obra, o estudo foi embasado em publicações teóricas da Tabela Composições de Preços para Orçamentos (TCPO). Concluiu-se assim, que ambos os métodos são limitantes: o *Tilt-Up* com relação à necessidade de amplos espaços para a movimentação de maquinários, e a alvenaria estrutural os extensos tempos para execução de obra e mão de obra qualificada (Azevedo, 2015). Nesse estudo, a análise orçamentária não apresentou resultados significativos.

Apesar da industrialização do setor civil no Brasil ser vagarosa, o sistema de pré-moldados é uma técnica bastante difundida no território nacional. Se comparado a outros setores industriais, a construção civil apresenta volumoso desperdício de materiais, subdesenvolvimento de tecnologias e, por vezes, baixo controle de qualidade, que impacta, diretamente, na evolução do setor (Rezende, 2015). Dessa forma, a metodologia de peças pré-moldadas, ganhou espaço por apresentar alto desempenho, maior produtividade, aumento da racionalização construtiva, que incrementam os níveis de industrialização dos processos construtivos. (Rezende, 2015).

À vista disso, Hugo Rezende (2015) propôs uma análise entre o método citado acima em conjunto com a alvenaria de vedação e o *Tilt-Up*, por se assemelharem em aspectos de produtividade e racionalização da obra. Seu estudo foi embasado no projeto do Centro de Distribuição Unilever do Brasil, que foi construído com a técnica *Tilt-Up* – no qual o autor participou ativamente do processo como assistente de engenharia –, e, partir dele, realizar o desenvolvimento de um projeto paralelo de peças pré-fabricadas e alvenaria de vedação para fins de comparação.

Com a catalogação de todos os insumos e custos presentes em ambos os cenários, e ainda, com o levantamento do tempo necessário para a realização das obras, Rezende concluiu que com relação aos dispêndios da obra “[...] os valores totais de materiais e execução pelos dois métodos construtivos se equiparam”. Ele acrescenta que o método construtivo de *Tilt-Up* é sutilmente maior que o sistema de pré-moldados e alvenaria de vedação, porém, a diferença deve ser considerada significativamente baixa ao comparar o cronograma de execução, que apresentou uma redução de 47 dias com a utilização do *Tilt-Up* (Rezende, 2015).

Seguindo um viés diferente do apresentado previamente no desenvolvimento do *Tilt-Up* e sua abordagem como forma de comparação em diferentes contextos, e buscando exteriorizar a situação atual do déficit habitacional, o autor Carlos Freitas (2010), apresenta sistemas construtivos para habitações populares. Em seu estudo, é abordado técnicas de concreto e alvenaria, e nesse está incluso o método *Tilt-Up*, sistemas construtivos em madeira, PVC e kits metálicos.

Como ponto notório para este estudo temos a metodologia do *Tilt-Up*. A pesquisa

de Freitas ressalta as vantagens do sistema *Tilt-Up* através de uma análise sintetizada da utilização da nova tecnologia na construção de edifícios ou de casas em larga escala, destacando a rapidez em que o método pode ser executado e a não geração de impostos como IPI (Impostos sobre Produtos Industrializados) e ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços).

No decorrer de sua tese, concluiu que a utilização desse método em escala pode potencializar o crescimento do setor de construção civil no Brasil, além de diminuir o déficit habitacional, através de menores desperdícios, pela agilidade do processo e pela redução do custo total do projeto (Freitas, 2010).

3 | METODOLOGIA

A análise de viabilidade de aplicação do método *Tilt-Up* estudada nesse artigo baseia-se, primordialmente, em fundamentações teóricas de artigos e teses publicados em sítios web acadêmicos (Google Acadêmico, bibliotecas de universidades federais e SciELO), em análises de orçamento e tempo de execução de obra e em uma pesquisa de experiência realizada com engenheiros familiarizados com o processo construtivo do *Tilt-Up*, abordando tópicos-chaves.

Os critérios de seleção utilizados na escolha dos materiais teóricos foram: o detalhamento na descrição do processo construtivo, análises e comparações de despesas e duração de obra entre o método de alvenaria estrutural e o sistema *Tilt-Up* e estudos de casos da aplicação da metodologia em empresas conhecidas, que serviram de embasamento nesse estudo. Para a conexão entre o novo método e as propostas sociais presentes nesse trabalho, foram utilizados dados de estatísticos de sítios 'web' governamentais.

Em benefício de uma análise orçamentária comparativa eficaz, foi elaborado uma planta baixa, considerando os padrões de habitações populares, a qual foi utilizada de base na estimativa de valores em ambos os métodos mencionados acima. A partir dos dois orçamentos, será efetuado uma análise cautelosa, evidenciando a sobreposição de um dos sistemas com relação aos dispêndios orçados. A estimativa de valores foi apoiada na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), de modo a garantir qualidade na comparação e resultados adjacentes aos reais.

Ainda, a planta baixa desenvolvida servirá na analogia de estimativa do tempo de obra, outro fator de grande influência na construção civil. Novamente, será realizada uma análise da duração em ambos os mecanismos, e pôr fim a sobreposição de um deles. O cronograma das atividades para a construção da casa será feito pelo software Microsoft Project, considerando as melhoras práticas de planejamento para cada método. A comparação final será feita pela linha crítica apresentada por cada sistema.

Embora haja uma quantidade extensa de informações nas bases acadêmicas brasileiras, nossas pesquisas foram ampliadas aos domínios estrangeiros, uma vez que,

o método é relativamente novo no Brasil, e precisamos certificar as vantagens e possíveis obstáculos na implantação da metodologia no país.

Tendo em mente que o *Tilt-Up* é pouco conhecido, e conseqüentemente, os engenheiros que fazem uso desse método, foi necessário fazer uma primeira busca em grupos nas redes sociais, que compreendem um grande alcance. Estabeleceu-se, assim, uma comunicação básica, com o intuito de selecionar aqueles que contribuiriam positivamente na pesquisa, e nos dariam maior credibilidade na fundamentação do estudo proposto.

Deste modo, com o auxílio dos engenheiros selecionados, que empregam o sistema construtivo em suas obras, realizou-se uma pesquisa de experiência, analisando a viabilidade da aplicação do método em habitações populares, considerando que esse mecanismo construtivo é utilizado, vigorosamente, em obras de porte industrial. Foi abordado cinco questões: 1. Quais as vantagens e desvantagens do método *Tilt-Up*?; 2. Qual o diferencial do tempo de execução?; 3. Quais os benefícios com relação à vida útil da edificação aplicando o método *Tilt-Up*?; 4. Apesar do custo inicial da obra ser elevado, o custo-benefício é um fator que favorece o resultado final?; 5. A aplicação desse método construtivo é viável na aplicação de habitações populares?. Embora a pesquisa de experiência contasse com um formulário de questões, durante a entrevista foi enfatizado o problema social do déficit habitacional presente no Brasil e a necessidade por inovações no mercado da Engenharia Civil. Foi debatido tópicos extra do estudo, a hipótese do emprego do *Tilt-Up* ser uma possível alternativa para o decréscimo dos índices habitacionais, e se sua difusão representa uma evolução para a construção civil brasileira.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo de viabilidade se apoiou em uma planta baixa, com padrões habitacionais populares, segundo a Caixa Econômica Federal. A planta projetada para análises conta com 45,56 m².

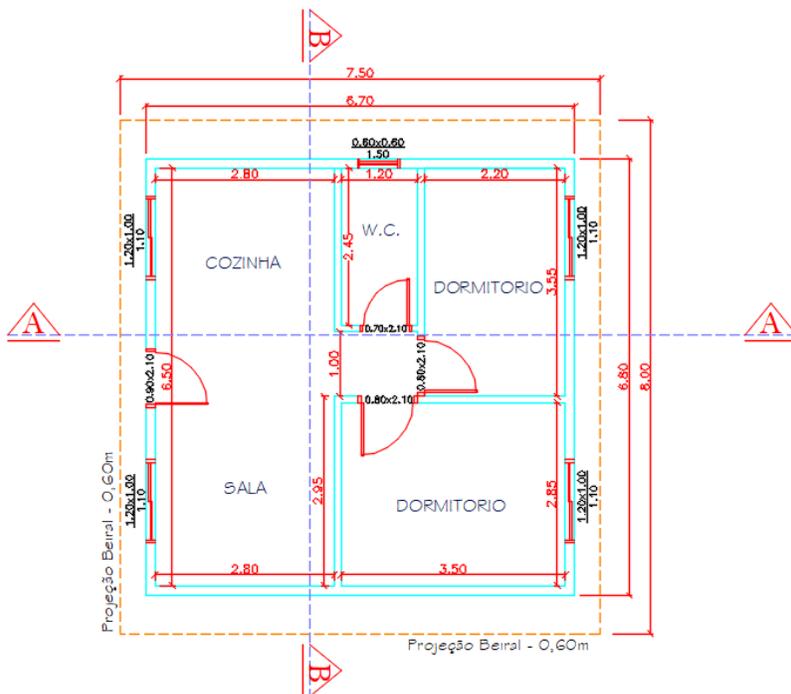


Figura 1 – Planta baixa desenvolvida no AutoCAD (Próprios autores, 2020)

4.1 Análise de Orçamento e Materiais

Com base na planta baixa ilustrada na figura 1, foi mensurada a quantidade de materiais que seriam utilizadas para a construção da habitação popular, considerando apenas os insumos necessários na estrutura da edificação. Os dispêndios com relação às instalações elétricas e hidráulicas foram desconsiderados, uma vez que, estaria presente em ambos os sistemas construtivos.

Os materiais orçados compreendem a fundação da edificação, a estrutura, seja ela de alvenaria, ou moldados *in loco*, a cobertura e as esquadrias. Os insumos que se sobrepõem no *Tilt-Up* com relação ao sistema de alvenaria de vedação, é a quantidade de concreto e armadura em aço CA-50. Há um acréscimo de cerca de 13% e 150%, respectivamente.

Assim, em uma análise orçamentária inicial, é evidente que o *Tilt-Up* possui um custo inicial superior. A estimativa de valores foi apoiada na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para ambos os métodos construtivos. Em uma visão pontual, para construção de uma casa de padrão popular, há um aumento nas despesas de estruturas de cerca de 28%. Em virtude dessa diferença considerável que o *Tilt-Up* apresenta, sua aplicação é recomendada apenas em construções

de grandes volumes, as quais possibilitariam um decréscimo da porcentagem. Esse fator é pontuado pela *Tilt-Up Concrete Association* que define que o empreendimento será economicamente viável se a quantidade de metros quadrados da edificação for superior a 1525 m² (TCA, 2007, apud Azevedo, 2015, p. 32)

4.2 Análise Cronológica

Para uma análise comparativa do tempo total de uma obra fictícia com metragem de 46,56 m², foi realizado um levantamento da duração de dias dos serviços que integram cada sistema construtivo. Para especificação dos serviços foram utilizados dados retirados de artigos e estudos de caso semelhantes, e as durações das atividades foram embasadas na Tabela de Composição de Preços e Orçamentos (TCPO 13ª Edição). Para simplificar os estudos e a confrontação de ambos os métodos, foi adotada a execução de uma única residência.

Assim, foi elaborado dois cronogramas fundamentados nas informações expostas no parágrafo acima, com o auxílio do *software Microsoft Project*.

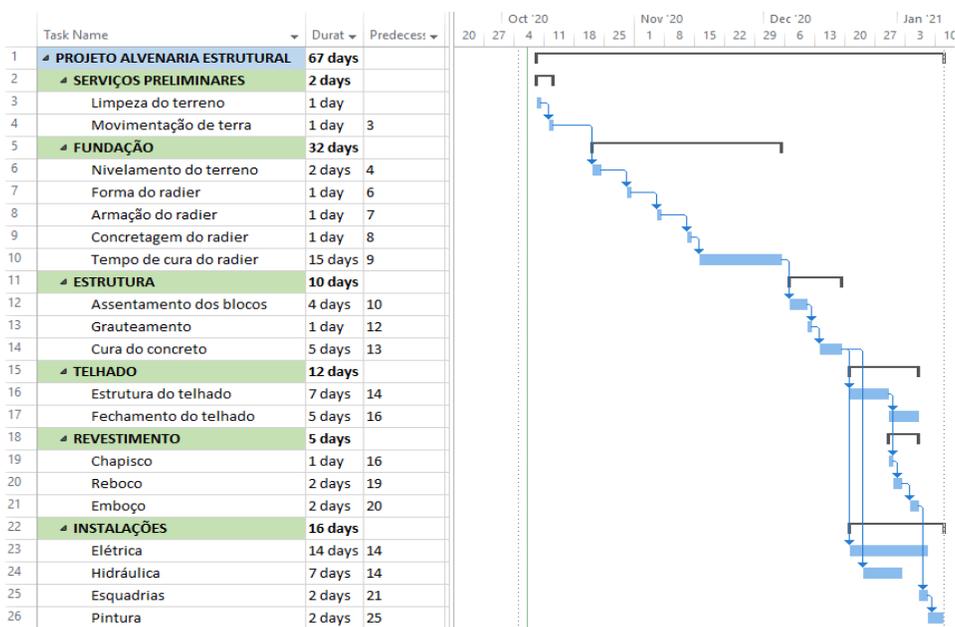


Figura 2 - Cronograma método de alvenaria estrutural (Próprios Autores, 2020)

Considerando a casa popular executada pelo método construtivo de alvenaria estrutural, o cronograma exhibe que as etapas de execução de todas as tarefas cruciais têm duração aproximada de 67 dias.

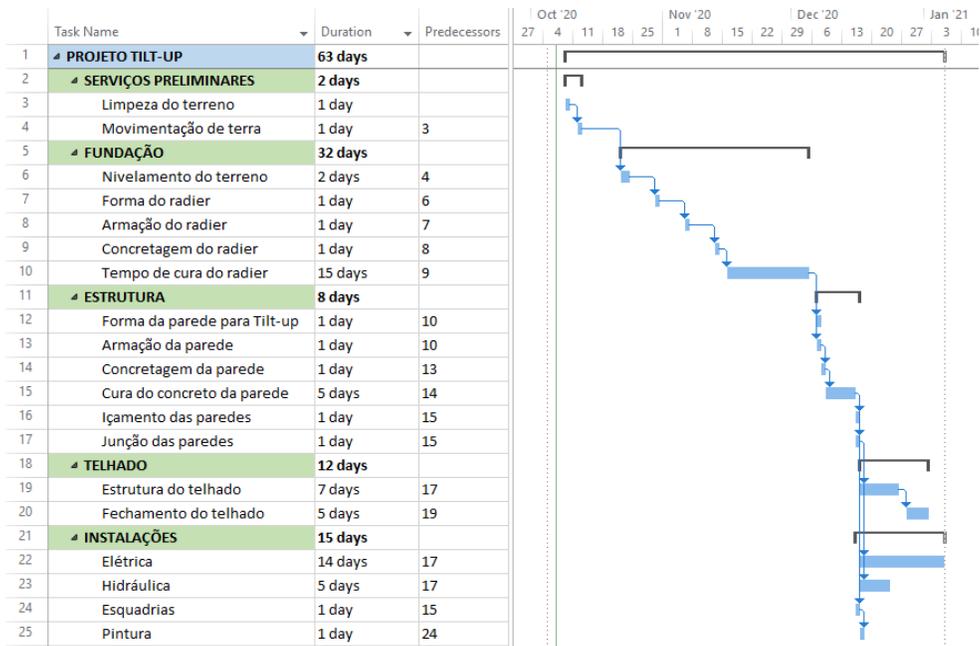


Figura 3 - Cronograma método *Tilt-Up* (Próprios Autores, 2020)

A execução da mesma edificação pelo método *Tilt-Up* tem duração aproximada de 63 dias.

Grande parte das etapas construtivas são semelhantes, e por isso o tempo de execução em ambos os métodos apresenta irrisória redução. Dessa maneira, a análise cronológica enfatiza as etapas que apontam divergência, ou ainda que estão presentes em um único processo, possibilitando, assim, salientar as vantagens e desvantagens da ferramenta *Tilt-Up* em relação ao método de alvenaria.

Os estádios dentro dos processos construtivos que revelam divergência são os serviços de estrutura, revestimento e instalações. As atividades que contemplam a estrutura obtiveram uma redução de 2 dias no método *Tilt-Up*, devido à técnica artesanal que o método estrutural utiliza, sendo necessário o detalhamento no assentamento de blocos de todas as fiadas e a atenção na modulação escolhida previamente.

Outra etapa que apresentou redução de tempo foi as instalações. Esse fator pode ser observado devido a necessidade de recortes na estrutura de alvenaria que demandam tempo, enquanto no processo do *Tilt-Up* os recortes das instalações já são previstos nas formas. Por fim, a etapa de revestimento está presente somente no método de alvenaria estrutural, por demandar um acabamento dos blocos que estão expostos para proteção da estrutura, e conferir um aspecto estético visual à edificação. Esse procedimento não se manifesta necessário na nova tecnologia abordada nesse artigo, pois todos os painéis

são feitos inteiramente em concreto com formas, que por si só, definem um acabamento às paredes.

A diferença de tempo entre os dois métodos, de forma geral, é sutil. Contudo, essa divergência se mostraria ativa com o aumento da quantidade de habitações construídas simultaneamente. As equipes de montagem de painéis de *Tilt-Up* içam, em média, de 20 a 30 placas, de acordo com a *Tilt-Up Concrete Association* (2007, apud Azevedo, 2011, p. 27). Além disso, o método utiliza formas reutilizáveis, as quais seriam montadas poucas vezes, devido à padronização dos painéis, reduzindo, também, na duração do tempo total de obra. Esse princípio de industrialização da construção civil não pode ser aplicado na metodologia de alvenaria estrutural. Para a redução de tempo seria necessário o aumento da mão de obra proporcional à quantidade de empreendimentos visados em um período determinado.

4.3 Pesquisa de experiência e análise de engenheiros

Para obtermos informações mais concretas do método, foram realizadas entrevistas, nas quais nossos questionamentos se baseavam na vivência dos engenheiros familiarizados com o *Tilt-Up*. Os questionados abordaram as vantagens e desvantagens, tempo de execução, vida útil, custo e por fim, se o método seria viável para obras sociais.

A primeira entrevistada, Vera Caputo, engenheira e professora da MAUA, trabalhou com o método na WTorre, empresa pioneira no Brasil, e foi contribuinte na construção do Centro de Distribuição Magazine Luiza na Rodovia Bandeirantes. Segundo ela, o sistema *Tilt-Up* comparado ao método tradicional de alvenaria é mais oneroso inicialmente, mas no custo total fica mais viável, pois o menor tempo de execução gera conseqüentemente a diminuição de custos indiretos. Citou como vantagem a facilidade dos fechamentos laterais serem realizados próximos ao local de implantação e por isso, os gastos com formas serem menores do que na estrutura de alvenaria; facilidade na limpeza da obra devido à diminuição de resíduos; e diminuição dos impostos como ICMS e IPI, pois o sistema é todo executado no canteiro de obra.

Com relação ao prazo, é de fato uma obra muito mais rápida e com maior vida útil, limitando os custos de manutenção. Como todos os métodos, também possui suas desvantagens, são elas: falta de mão de obra especializada e risco no içamento das paredes, mas que podem ser facilmente mitigados com treinamento.

Concluindo assim, que o método construtivo mencionado é viável para a maioria dos tipos de obra, principalmente no caso de obras sociais, como por exemplo “Minha Casa Minha Vida”, devido a padronização dos projetos e vantagens citadas anteriormente.

Outro entrevistado, Wagner Abreu, membro do comitê de Engenharia Civil da GERDAU Aços Brasil, responsável pela coordenação de obras em São Jose dos Campos, simplifica o método em questão como um sistema pré-moldado, onde seu primeiro contato foi na empresa Concid, antiga construtora em SP, em um projeto de diversos prédios para

Universidade do Vale do Paraíba. Destacou como benefício, serem obras racionalizadas, com uma maior qualidade e agilidade na edificação como um todo. Em sua visão, *Tilt-Up* se torna altamente competitivo, em função do cronograma, já que podem ser finalizados em curto prazo. Outros pontos a serem destacados, são: baixo custo e baixa manutenção, seja ela, preventiva ou corretiva, devido ao controle tecnológico na fabricação das peças ser mais rígido, ou seja, confere uma vida útil maior comparado ao método de alvenaria.

Como ponto negativo, cita a segurança em campo, pois o sistema *Tilt-Up* necessita de mão de obra especializada para o mesmo, contando com plano de risco devido içamento de peças.

Segundo Wagner, a aplicação do sistema estudado é extremamente interessante para obras populares, devido velocidade de execução impressionante, principalmente por serem projetos padronizados, sem contar o conforto térmico e acústico.”

Com isso, podemos observar mediante as respostas que obtivemos, que os benefícios são inúmeros comparados aos malefícios e a inovação no mercado se faz necessária. Afirmando assim, a veracidade nas informações encontradas por outros meios de pesquisa.

4.4 Desvantagens e recomendações de segurança

Com base no estudo e na pesquisa com engenheiros que já trabalharam com o método *Tilt-Up*, foram enumeradas algumas desvantagens em sua execução. Com a finalidade de apresentar uma alternativa para a construção de residências populares utilizando o método *Tilt-Up*, foi desenvolvido também um conjunto de recomendações para que a utilização desse modelo não traga risco aos profissionais envolvidos no projeto e execução, tendo em vista que a desvantagem do perigo do içamento dos painéis foi apontada não somente pelos profissionais entrevistados, mas também em diversos artigos analisados para a elaboração desse estudo.

Como medidas de segurança, é recomendado a verificação minuciosa de todos os equipamentos que serão utilizados, incluindo o maquinário, os encaixes, as escoras, o equipamento de proteção individual (EPI), etc. Outra recomendação importante, que foi avaliada por um dos entrevistados, é o treinamento dos profissionais qualificados para a execução e operação do maquinário.

A utilização de equipamentos de proteção coletiva é também uma recomendação crucial para a segurança dos profissionais da obra. Sinalização por meio de cones, telas de proteção e barreiras são itens que servem para orientar e manter a área de risco informada a todos que estão presentes.

5 | CONCLUSÃO

O presente trabalho expôs o método *Tilt-Up* como alternativa para execução de um projeto de um conjunto de casas populares que será utilizado para a acomodação de

pessoas com renda baixa em um ambiente agradável, ao passo que realiza um comparativo com outro método construtivo muito popular e barato na Engenharia Civil, a alvenaria estrutural.

Foi realizado uma análise cronológica e orçamentária de ambos os métodos, tendo como base uma planta baixa de 45,56 m². A partir dos resultados obtidos foi possível entender e estudar a viabilidade de cada um dos métodos para o projeto citado. Averiguou-se que o custo inicial do *Tilt-Up* se sobrepõe ao de alvenaria estrutural em cerca de 28%, tornando-o inviável para construções individuais de pequeno porte. Já em relação ao prazo, o *Tilt-Up* apresenta execução um pouco mais rápida, porém nada significativo, analisando a construção de uma residência individual. Contudo, o estudo de caso abordado neste artigo prevê a construção de um conjunto habitacional onde será construído diversas residências populares. Assim, considerando outros fatores expostos nesse artigo, como a redução de manutenção periódica e os benefícios atrelados as propriedades do concreto, como o isolamento térmico e acústico, tornam clara a vantagem do *Tilt-Up* sobre a alvenaria estrutural, e ainda, acrescentam qualidade na construção, melhorias no aspecto visual e vida útil à população de baixa renda.

Além disso, de acordo com os engenheiros entrevistados, o principal atrativo do *Tilt-Up* é sua agilidade de execução, o que acaba compensando o custo inicial. Como pontos negativos os engenheiros citam a dificuldade de encontrar mão de obra especializada e o risco durante içamento das peças, mas deixam claro que com treinamento apropriado estas possíveis adversidades podem ser facilmente mitigadas.

Por fim, conclui-se que o *Tilt-Up*, se utilizado em projetos de larga escala, é uma escolha vantajosa por conta de sua fácil e ágil execução e versatilidade. Para obras populares, também em larga escala, este método se sobressai ainda mais por ser um sistema de fácil padronização. Por consequência, o *Tilt-Up* é uma opção viável para o projeto proposto e, enfatizando as qualidades, é uma opção superior ao método de alvenaria estrutural.

REFERÊNCIAS

ANGELO, A; MARAZZI, G. A; PEREIRA, M. M.; WU, T. P. **Sistema *Tilt-Up* em habitações populares**. 2016. 27 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Autor desconhecido. **Ceará recebe o mais alto galpão industrial executado em sistema *Tilt-Up***. Instituto Brasileiro de Telas Soldadas, Ceará, ano 10, n. 28 de jun. de 2008. Disponível em: <http://www.ibts.org.br/noticias03.asp>. Acesso em: 27 mar. 2020.

FRANCO, A. P. **Habitação diversifica métodos de construção**. Gazeta do Povo, Curitiba – PR, 12 de jun. de 2014

FREITAS, C. A. C. **Sistemas construtivos para habitações populares**. 2010. 98 f. Monografia (Especialização em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

IGLESIA, T. B. **Sistemas Construtivos em Concreto Pré-moldado**. 2006. 49 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, P. K. **Estudo do sistema construtivo *Tilt-Up*: Projeto de um pavilhão industrial**. 2016. 168 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

REZENDE, H. L. **Comparativo de custos e tempo de execução dos métodos construtivos *Tilt-Up* e sistema de Pré-Moldados**. 2015. 90 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2015.

SILVA, V. A. **Análise comparativa de viabilidade técnico-econômica entre os métodos construtivos de alvenaria estrutural e *Tilt-Up*, para obras de porte industrial**. 2015. 67 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Sustainability of Tilt Up construction method. Science Direct, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891630227X>>. Acesso em: 24 de março de 2020.

TILT-UP CONCRETE ASSOCIATION – TCA. Informações e documentações: referência e elaboração – Mount Vernon, USA. Disponível em: <<https://tilt-up.org/association/>>. Acesso em: 11 outubro de 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