

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 4



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª 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. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 4

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-981-3

DOI 10.22533/at.ed.813210904

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

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

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

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Desejo que esta obra proporcione uma agradável leitura e 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 Sarmento
Lucas Tavares de Freitas
Daniel Cosmo Oliveira
David dos Santos Dias
Francisco Edmilson dos Passos Junior

DOI 10.22533/at.ed.8132109048

CAPÍTULO 9..... 98

CONFORTO TÉRMICO EM REFORMAS COM FINALIDADE SOCIAL

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

DOI 10.22533/at.ed.8132109049

CAPÍTULO 10..... 110

ABRIGOS TEMPORÁRIOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

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

DOI 10.22533/at.ed.81321090410

CAPÍTULO 11..... 124

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

Vinicius Borges de Lacerda Stecanella
Beatriz de Souza Correia

Hugo Sefrian Peinado

DOI 10.22533/at.ed.81321090411

CAPÍTULO 12..... 135

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

Alberto Naddeo Neto

Julia Vinha Cirqueira Santos

Juliana Novaes Frutuoso Faria

Mateus Vicente da Costa

Nayara Cavichioli Monteiro

Wallace Fornos

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090412

CAPÍTULO 13..... 148

COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO

Bruna Pedrosa Miguel Silva

Bryam Isac Cardoso

Camila de Paula Silva

Erik Ricardo Monteiro Moura

Fernando Pereira da Silva Melo

Geovanna Santos Fernandes

Layse de Ataíde Araújo

Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.81321090413

CAPÍTULO 14..... 163

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

Enrique Santana dos Santos

Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.81321090414

CAPÍTULO 15..... 169

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

Guilherme Gonzaga Pereira

Camilla Diniz Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.81321090415

CAPÍTULO 16..... 186

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

Ana Beatriz Laluze Vaz

Gustavo Cabrelli Nirschl

DOI 10.22533/at.ed.81321090416

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

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

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 13/11/2020

Guilherme Gonzaga Pereira

Brasília-DF

<http://lattes.cnpq.br/7682551934780232>

Camilla Diniz Ribeiro

Brasília-DF

RESUMO: Os problemas de fachadas evidenciam-se pouco tempo após sua confecção, porém com a realização de manutenções periódicas e projeto adequado, pode ser evitado. Erros de projetos, execução e falhas de manutenções são frequentes quando o assunto é: fachadas de edificações. O estudo realizou-se em um condomínio residencial, onde apresentou manifestações patológicas relacionadas à deslocamentos do revestimento argamassado e cerâmico e de corrosão das armaduras do concreto armado. Este trabalho tem como objetivo identificar as manifestações patológicas e a prescrição de um método de reparo para sanar o problema identificado. Para obter o resultado da análise, foram realizadas inspeções visuais com registros fotográficos, testes in loco e coletas de testemunhos para provação laboratorial e visitas periódicas. Através dos resultados obtidos, concluiu-se que a principal causa das manifestações patológicas apresentadas no local está relacionado aos problemas de projeto, execução e contaminação de cloretos no traço do revestimento argamassado.

PALAVRAS-CHAVE: Manifestações Patológicas. Fachada. Corrosão. Revestimento. Cloretos.

ABSTRACT: The facades need periodic maintenance after they are made, but during their project phase, when they are made, the problems begin to become evident. Project errors, execution and maintenance failures are frequent when the subject is: building facades. The study was carried out in a residential condominium, where it showed pathological manifestations related to the displacement of mortar and ceramic coating and corrosion of reinforced concrete reinforcement. This work aims to identify the pathological manifestations and the prescription of a repair method to remedy the problem identified. To obtain the result of the analysis, visual inspections were performed with photographic records, on-site tests and collection of testimonies for laboratory trials and periodic visits. Through the results obtained, it was concluded that the main cause of the pathological manifestations presented at the site is related to the problems of design, execution and contamination of chlorides in the trace of the mortared coating.

KEYWORDS: Pathological Manifestations. Façade. Corrosion. Coating. Chlorides.

1 | INTRODUÇÃO

Possan e Demoliner [1] afirmam que a degradação precoce das edificações e consequente redução de desempenho são problemas frequentes. Esta degradação ocorre pelo envelhecimento precoce das mesmas,

que é desencadeado pela qualidade inferior dos materiais de construção utilizados, por problemas de projeto, execução e falta de manutenção.

Os fatores de degradação, segundo Bauer e Silva [2], resultantes do clima, como incidência de chuva, variações de umidade relativa e temperatura, interferem nas condições específicas de exposição das edificações pois afetam também a degradação dos materiais.

Ressaltam Araújo e Panossian [3], em função da alta agressividade existe uma constante preocupação quanto a durabilidade das estruturas de concreto no ambiente marinho. Considerando que a deterioração da estrutura pode ocorrer em curto intervalo de tempo, a estratégia mais apropriada para este ambiente seria adotar um concreto/ revestimento de qualidade.

É cultural o uso do revestimento cerâmico em fachadas. Devido à falta de cuidados nas regiões marinhas os casos de manifestações patológicas referentes ao deslocamento de revestimento, corrosão das armaduras e massas metálicas são frequentes. Segundo Lima e Lencioni [4], o ambiente marinho é reconhecidamente agressivo, influencia na durabilidade das construções, depende do micro-clima podendo cada um deles atuar de forma específica.

Os objetivos deste trabalho são: analisar as causas dos problemas relacionados à fachada da edificação; as causas dos deslocamentos dos revestimentos e da corrosão das armaduras; identificar as principais anomalias para o diagnóstico da edificação, considerando o ambiente agressivo.

Para alcançar estes objetivos, procedeu-se a análise visual com registros fotográficos da edificação, seguindo o ensaio de Teste de Percussão, Teste de Resistência de Aderência à Tração e remoção de amostras laboratoriais do Ensaio de Teor de Cloretos (Cl-).

2 | METODOLOGIA

2.1 Descrição e Localização da Edificação

A edificação analisada fica em Guarujá-SP, a 80m da praia; possui 15 pavimentos, estrutura de concreto armado e revestimento cerâmico nas fachadas laterais, frontal e posterior, revestimento argamassado e pintura. A edificação possui cerca de 50 anos de construção. A figura 1 demonstra a localização da edificação.

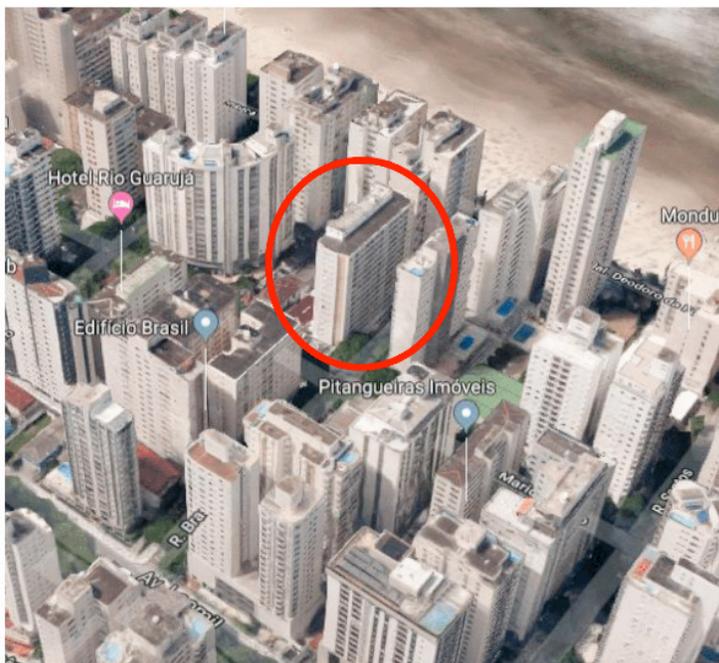


Figura 1 – Localização do Condomínio Residencial Brasil 70.



Figura 2 – Vista geral do Condomínio Residencial Brasil 70 (fachada posterior).

2.2 Metodologia de Inspeção

Para constatações das manifestações patológicas e posteriormente o método recomendado para solução das anomalias na edificação, foram utilizados cinco métodos de verificação: inspeção por imagens fotográficas, identificação de juntas de dilatação, teste de percussão em todas as faces de fachada, ensaios de resistência de aderência à tração seguindo os conceitos da NBR 13528:2010 [5] e NBR 12655:2006 [6] e ensaio de Teor de

Cloretos (Cl-) [6].

2.3 Ensaio de Percussão

Realizou-se o ensaio desde a cobertura da edificação até o térreo e por toda a superfície de revestimentos. O som cavo indicou a falta de aderência do revestimento argamassado e de expansão das armaduras provenientes da corrosão; a cor azul para deslocamentos de reboco e vermelho para deslocamentos de expansão do aço (corrosão), como mostram as figuras 3 a 6.

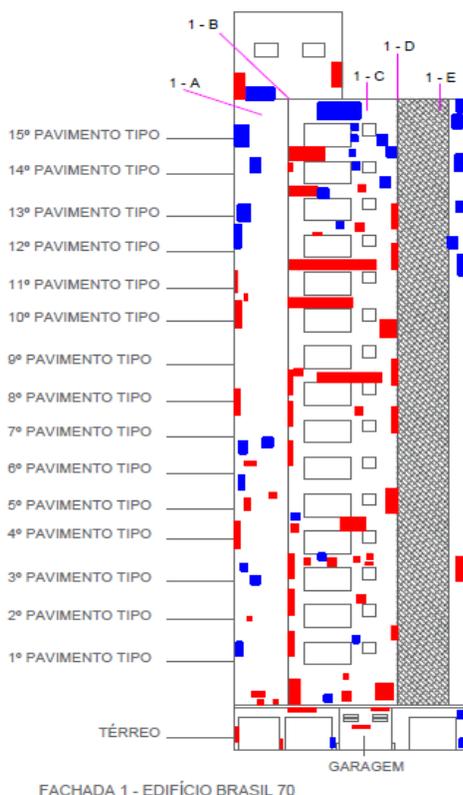


Figura 3 – Mapeamento da lateral esquerda.

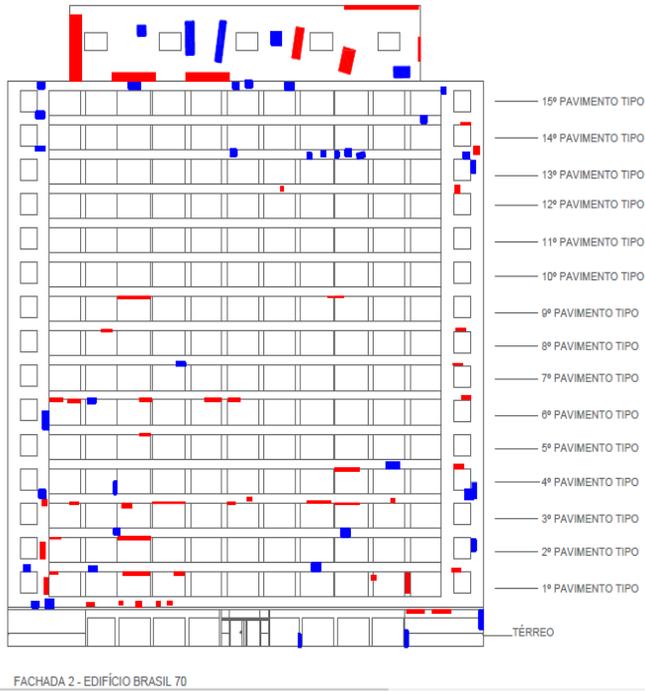


Figura 4 – Mapeamento da fachada frontal.

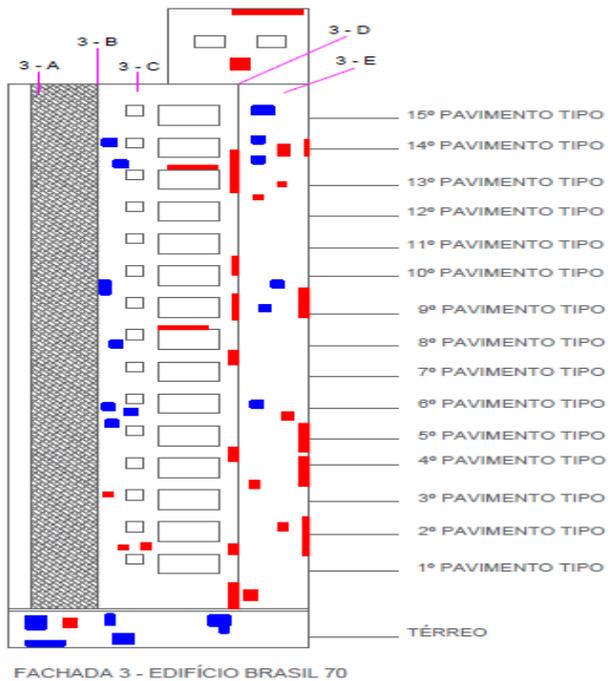
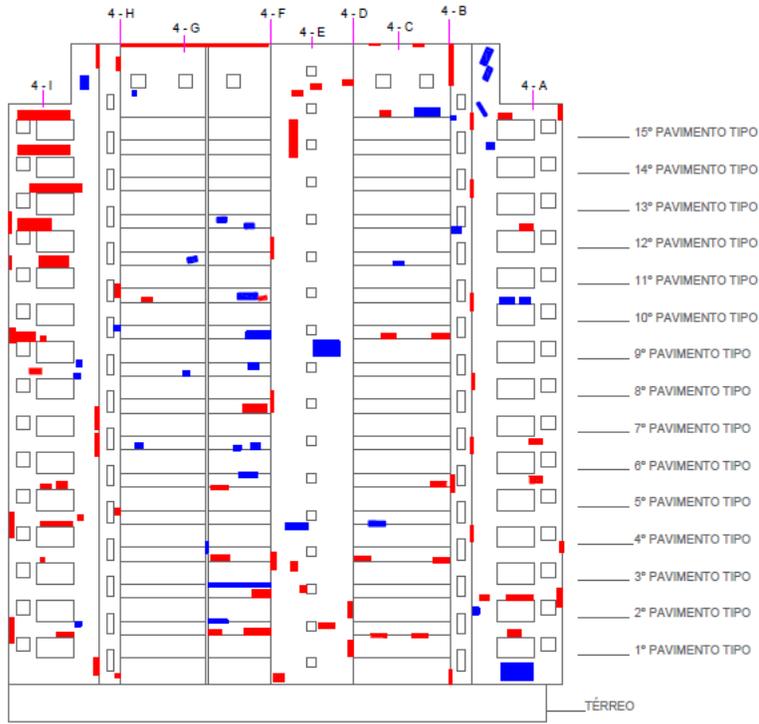


Figura 5 – Mapeamento da lateral direita.



FACHADA 4 - EDIFÍCIO BRASIL 70

Figura 6 – Mapeamento da fachada posterior

2.4 Ensaios de Resistência de Aderência à Tração

O ensaio foi elaborado em todas as fachadas da edificação na altura do primeiro pavimento, usado como padrão de execução a NBR 13528:2010 [5], para identificar as falhas de aderência referentes ao revestimento argamassado ao substrato e revestimento cerâmico ao revestimento argamassado. Utilizou-se o equipamento Proseq dy-225 com 12 corpos-de-prova metálicos em formato circular com diâmetro de 5cm e serra copo de 50mm de diâmetro e coletados resultados de 12 corpos-de-prova por amostragem, com corte executado até ao substrato.

3 | RESULTADOS

3.1 Análise Visual

Identificou que nas fachadas não existem juntas de movimentação e dessolidarização, nos sentidos verticais e horizontais. No projeto, a localização das juntas de movimentação horizontais e verticais têm como ponto favorável a interface base da viga/alvenaria e pilar/alvenaria e em locais de mudanças direcionais de planos do revestimento. Ressalta

Paladini [7], a junta de movimentação é definida como separação entre duas partes da estrutura que possam deformar-se, permitindo as movimentações da edificação. As figuras 7 a 10 ilustram os relatos citados.



Figura 7 e 8 – Deslocamento do sistema argamassado, ausência de junta de movimentação.



Figura 9 e 10 – Ausência de juntas de movimentação e deslocamento do revestimento.

No revestimento da fachada, observou-se a presença de trincas e fissuras onde se localiza a estrutura da edificação. Esta anomalia ocorre devido à falta de preparo da base e corrosão, pela penetração de agentes agressivos após a formação da ferrugem ocasionando a expansão do aço e surgimento de fissuras, posteriormente fragmentação do concreto e redução da seção do aço, deixando a armadura exposta ao meio ambiente. As figuras 11 a 15 ilustram os relatos citados.



Figura 11 e 12 – Deslocamento, corrosão da armadura e fissuras causadas pela expansão do aço.



Figura 13 e 14 – Fissuras de expansão do aço, deslocamento e corrosão do aço.



Figura 15 – Deslocamento e perda da seção do aço.

3.2 Revestimento Argamassado

O Teste de Resistência de Adrência à Tração (item 2.4) indicou que antes da pintura havia sido realizada a aplicação de massa PVC para regularização na fachada posterior, com espessura de aproximadamente 1mm e atrapalhava a realização completa do ensaio, por isso optou-se pela remoção dessa camada regularizadora para a conclusão do ensaio.

Como isso, todas as fachadas foram reprovadas perante o valor referido na NBR 13528:2010 [5], que afirma que para fachadas externas o valor mínimo obtido teria que ser igual ou superior a 0,3MPa.

Através dos corpos-de-prova extraídos no ensaio mencionado, identificou-se que o reboco das fachadas tem espessura média de 4,3cm, superior ao preconizado na NBR 13749:1996 [8], que é entre 2 e 3cm. E não foi utilizado chapisco para melhorar a aderência do revestimento argamassado ao substrato. As figuras 16 a 20 mostram os resultados obtidos pelo ensaio e as figuras 21 a 23 ilustram a execução do procedimento e espessura do revestimento argamassado.

LOCAL DE ENSAIO												
1º PAVIMENTO, FACHADA POSTERIOR (SEM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA)												
RESULTADOS												
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	FORMAS DE RUPTURA (%)									
			Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola/Pastilha	OBSERVAÇÃO	
1	50	0							100			CAPA
2	50	0							100			CAPA
3	50	0						100				
4	50	0							100			CAPA
5	50	0						100				
6	50	0						100				
7	50	0							100			CAPA
8	50	0							100			CAPA
9	50	0							100			
10	50	0							100			
11	50	0							100			CAPA
12	50	0							100			CAPA

Resistência Média (MPa)	0
Desvio Padrão (DP)	0
Mediana (MPa)	0

Tabela 16 – Resultado dos ensaios de Resistência de aderência à Tração.

LOCAL DE ENSAIO												
1º PAVIMENTO, FACHADA POSTERIOR (COM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA)												
RESULTADOS												
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	FORMAS DE RUPTURA (%)									
			Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Cola	Cola/Pastilha	OBSERVAÇÃO	
1	50	0,15						100				
2	50	0,21						100				
3	50	0,12						100				
4	50	0,25						100				
5	50	0						100				
6	50	0,3						100				
7	50	0,2						100				
8	50	0,29	100					100				
9	50	0,13	100									
10	50	0,43	100									
11	50	0,15	100									
12	50	0,32	100									

Resistência Média (MPa)	0,21
Desvio Padrão (DP)	0,11
Mediana (MPa)	0,21

Tabela 17 – Resultado dos ensaios de Resistência de aderência à Tração.

LOCAL DE ENSAIO											
1º PAVIMENTO, FACHADA LATERAL DIREITA - FRENTE AO MAR (SEM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA)											
RESULTADOS											
FORMAS DE RUPTURA (%)											
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Revestimento Cerâmico	Cola/Pastilha ou argamassa	OBSERVAÇÃO
1	50	0					100				
2	50	0					100				
3	50	0,26							100		CAPA
4	50	0,19					100				
5	50	0,15					100				
6	50	0					100				
7	50	0					100				
8	50	0					100				
9	50	0					100				
10	50	0					100				
11	50	0					100				
12	50	0					100				

Resistência Média (MPa)	0,05
Desvio Padrão (DP)	0,09
Mediana (MPa)	0,00

Tabela 18 – Resultado dos ensaios de Resistência de aderência à Tração.

LOCAL DE ENSAIO											
1º PAVIMENTO, FACHADA FRONTAL (SEM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA - SUBSTRATO DE CONCRETO)											
RESULTADOS											
FORMAS DE RUPTURA (%)											
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Revestimento Cerâmico	Cola/Pastilha ou argamassa	OBSERVAÇÃO
1	50	0,31						100			
2	50	0							100		CAPA
3	50	0,25						100			
4	50	0						100			
5	50	0,23						100			
6	50	0,17						100			
7	50	0,19							100		CAPA
8	50	0,37						100			
9	50	0,14					100				
10	50	0						100			
11	50	0						100			
12	50	0,36						100			

Resistência Média (MPa)	0,17
Desvio Padrão (DP)	0,14
Mediana (MPa)	0,18

Tabela 19 – Resultado dos ensaios de Resistência de aderência à Tração.

LOCAL DE ENSAIO												
1º PAVIMENTO, FACHADA LATERAL ESQUERDA - FRENTE A AVENIDA MARIO RIBEIRO (COM RETIRADA DA CAMADA REGULARIZADORA E REVESTIMENTO CERÂMICO)												
RESULTADOS												
CP	Ø Médio (mm)	Resistência de aderência à ruptura (MPa)	FORMAS DE RUPTURA (%)								Cola/Pastilha ou argamassa	OBSERVAÇÃO
			Substrato	Substrato/Chapisco	Chapisco	Chapisco/argamassa	Substrato/argamassa	Argamassa	Argamassa/Revestimento Cerâmico			
1	50	0,34								100		
2	50	0,46								100		
3	50	0,3								100		
4	50	0								100		
5	50	0,36								100		
6	50	0,17								100		
7	50	0,3								100		
8	50	0,13								100		
9	50	0,23								100		
10	50	0,23								100		
11	50	0,36						100				
12	50	0,49								100		

Resistência Média (MPa)	0,28
Desvio Padrão (DP)	0,14
Mediana (MPa)	0,30

Referência Normativa
A NBR 13749/1996, coloca que o revestimento será aceito se de cada 6 (seis) corpos-de-prova, pelo menos 4 (quatro) valores forem iguais ou maiores que 0,30 MPa para revestimentos externos e internos com acabamento em cerâmica ou laminado ou 0,20 MPa para revestimentos internos com acabamento em pintura.

Tabela 20 – Resultado dos ensaios de Resistência de aderência à Tração.



Figura 21 e 22 – Colagens das pastilhas para ensaio e espessura do reboco.

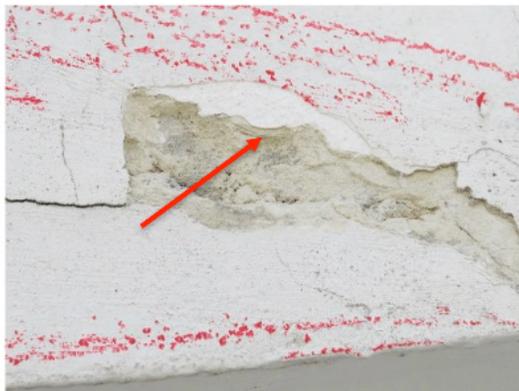


Figura 23 – amostra da massa de regularização no reboco.

3.3 Ensaio Laboratorial de Teor de Cloretos (Cl-)

O síndico da edificação informou que, devido à proximidade com a praia, havia suspeita de que a empresa construtora fez o uso de areia contaminada com sal no traço do reboco para o revestimento de fachada. Diante disso e dos resultados do teste de resistência de aderência à tração ter sido inferior ao recomendado, foram retirados testemunhos da argamassa usada no revestimento e levado ao laboratório para o ensaio.

Para execução, retiraram-se duas amostras, sendo uma da fachada lateral esquerda (frente ao mar) e uma da fachada posterior (fachada com os piores resultados de resistência de aderência à tração). As amostras constituíram-se em fragmentos do primeiro, segundo e terceiro centímetro de profundidade do revestimento argamassado, para então saber se a contaminação foi devido à maresia ou se usou o traço de reboco com areia contaminada de cloretos.

Na NBR 6118:2014 [9] não foi encontrada especificação do teor máximo de cloretos, então foi considerado os valores presentes na NBR 12655:2006 [6], que permite o teor máximo de cloreto no concreto de 0,15% sobre a massa de cimento.

Após a análise laboratorial, os resultados obtidos foram calculados através do consumo de cimento. Como não há informações do traço utilizado pela construtora, considerou o consumo médio de cimento por m³ de 330kg, devido à falta de tecnologia e informações limitadas da época de construção. A figura 24 mostra os resultados dos teores de cloreto em partes por milhão (ppm)

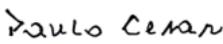
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		SOLO
DETERMINAÇÕES ESPECIAIS (ppm)		CLORETO
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		
POSTERIOR 1cm		7,48
POSTERIOR 2cm		17,30
POSTERIOR 3cm		8,91
LATERAL 1cm		13,10
LATERAL 2cm		28,00
LATERAL 3cm		20,00
ABERTURA: METODO MAPA, CAPITULO I, METODO 21. PESO: 1 g para 50 mL. ANALISE: CROMATOGRAFO DE IONS, METODO SMEWW, 22ª EDIÇÃO, APHA 2012, 4110 B.		
 PAULO CESAR V. FURTADO CRQ 12ª REGIÃO 12100079		

Figura 24 – Resultados obtidos da fachada posterior e lateral direita, em partes por milhão.

Para a fachada posterior com profundidade de 1cm, o valor foi de 0,0059%, para a profundidade de 2cm, o valor foi de 0,014% e para a profundidade de 3cm, o valor foi de 0,0068%. Para a fachada lateral direita (frente ao mar), o valor com profundidade de 1 cm foi de 0,10%, para a profundidade de 2cm, o valor foi de 0,022% e para a profundidade de 3cm, o valor foi de 0,015%. Assim, as fachadas estão dentro do limite de cloreto por m³ de concreto.

4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Metodologia de Reparo da Edificação

De acordo com os resultados obtidos pelos ensaios anteriores, identificou-se que edificação necessita da troca total do revestimento argamassado e cerâmico juntamente com o tratamento para os pontos de corrosão das armaduras.

O primeiro passo para a tomada de ações, será a remoção dos resíduos do revestimento argamassado antigo com o auxílio de escova de aço acoplada em furadeira e posteriormente a limpeza com hidrojateamento de alta pressão, deixando a alvenaria e peças estruturais aparentes.

A recuperação das peças estruturais corroídas inicia-se pelo apicoamento do concreto nos locais delimitados pelo Teste de Percussão. Considerando Souza e Ripper [10], o corte pode ser definido como sendo a remoção profunda de concreto degradado. O objetivo é a remoção integral de todo o concreto danificado, deixando à vista os locais afetados pela corrosão do aço. A profundidade do corte deverá ir além da armadura por aproximadamente 2cm ou o diâmetro das barras, facilitando o manuseio no processo de recuperação. As barras de aço devem ser limpas até que atinja a parte de aço não

corroída, para que toda a parte afetada por corrosão seja recuperada. Portanto, em caso de degradação intensa, a peça afetada poderá ser escorada, respeitando os critérios de segurança.

Após a limpeza instaura-se o processo de recuperação estrutural verificando o estado final das armaduras. As barras de aço que perderam até 10% de sua massa, não precisam de reparos; as que perderam de 10 a 20%, faz-se complementação, ou seja, considera-se que a armadura existente ainda é atuante; e, para as que perderam massa superior a 20%, ignora-se a existente e faz a ancoragem de nova barra com a seção original de projeto. Onde são necessárias as reposições das barras de estribos corroídas, de acordo com a NBR 6118 [9], a ancoragem dos estribos deve necessariamente ser garantida por meio de ganchos ou barras longitudinais soldadas. A ancoragem de novas barras segue os parâmetros da norma citada.

Nos pontos de complementação do aço (traspasse), de acordo com a NBR 6118 [9] e Chrust [11], existem limitações à utilização das emendas por traspasse: não são permitidas para barras de bitola superior a 32mm. Do mesmo modo, caso seja necessária a realização de emendas, há limitação no número de emendas de uma mesma seção. A norma NBR 6118 [9] diz que as emendas devem estar afastadas pelo menos 20% do comprimento do maior trecho de traspasse, e se houver barras com o diâmetro diferente, o cálculo de traspasse deve ser realizado através da barra de maior diâmetro.

Após os reforços estruturais, para retardar o aparecimento de corrosão nos locais reparados, aplica-se inibidores de corrosão. Por se tratar de um local marinho, é indicado o uso de inibidores de corrosão catódicas à base de cimento, resina ou nitrito de sódio. É recomendado que o produto seja aplicado nas barras existentes e nas novas instaladas.

O processo de tamponamento dos locais de recuperação inicia-se com o uso de ponte de aderência, utilizando produtos à base de epóxi, para melhorar a ancoragem do concreto “novo” com o “velho”. Após a superfície do concreto e as barras de aço serem recuperadas, os pontos de aberturas são selados com o uso de Graute fluido Tixotrópico. Onde a profundidade da cavidade para tratamento do concreto/aço for superior a 6cm, recomenda-se adicionar até 30% de brita 0 lavada na mistura.

O novo revestimento argamassado é iniciado pela preparação da base com disco de desbaste e após, a aplicação de chapisco convencional lançado nas áreas das alvenarias e nas peças estruturais recomenda-se o uso de chapisco desempenado colante. Com pinos, parafusos ou grampos, são fixadas telas de aço galvanizado com função de transmitir os esforços recebidos pelo revestimento argamassado. Tais telas, devem ser utilizadas em interfaces alvenaria/estrutura, balanços e platibandas, onde também irá reforçar a aderência com o novo revestimento recebido, pois mesmo com a limpeza completa, sobram resquícios do antigo revestimento argamassado, prejudicando a aderência. As telas devem respeitar o traspasse de no mínimo 25cm para ambos os lados, garantindo o padrão de execução.

Nos cantos inferiores das janelas deve instalar telas do tipo peneira de malha quadrada para evitar trincas diagonais, devido aos esforços solicitantes das quinas das janelas. Caso o reboco ultrapasse a espessura de 4 cm, indica-se a aplicação dessa tela no ponto médio do reboco, afim de tornar o reboco armado.

Devido à sua Classe de Agressividade Ambiental de grau III, o traço de argamassa para o revestimento da edificação deve conter materiais resistentes à região marinha e menor porosidade, dificultando novos ataques de cloretos (Cl⁻). Recomenda-se o uso de cimento de baixo calor de hidratação, baixo teor de (aluminato trícálcio) e alto teor de (Ferro Aluminato Tetracálcico). Cimento com essas características, como o cimento CP-IV e CP-IV-RS (Resistente aos sulfatos) possuem liberação de calor menor, cerca 15 a 30% em relação aos cimentos comuns (CP-I e II) e do tipo III. Como o revestimento cerâmico/pintura é executado a partir do 14º dia de execução, normalmente não respeitando os 28 dias de cura, opta-se pelo uso do cimento CP-II-Z ou CP-II-F, facilitando a execução do serviço, dando agilidade à execução afim de que no 14º dia tenha resistência suficiente (revestimento argamassado possuem resistência máxima entorno de 4 a 5 MPa em 28 dias). Destaca-se que todo material cimentício necessita de cura por 28 dias, para atingir a resistência mínima de 0,3 MPa e com espessuras de reboco variando de 20 a 30mm, como preconizam a NBR 13755:2017 [12] e NBR 13749:2013 [8].

Com o processo de cura do reboco ainda em andamento e para facilitar a execução do serviço, faz-se os cortes no reboco para a confecção das juntas de movimentação, horizontais e verticais. Tais juntas em revestimentos aderidos de fachadas têm como objetivo, de acordo com Ribeiro e Barros [13], minimizar a propagação de esforços neles atuantes que provêm, usualmente, dos elementos com os quais se conectam (estrutura, vedação, revestimento). Em seu dimensionamento, considera-se o movimento térmico.

As juntas de movimentação horizontais seguem o critério de espaçamento máximo entre elas de 3m ou a altura do pé direito, sendo seu corte na região do encunhamento (local que separa a alvenaria da peça estrutural), obedecendo a proporção de 1:2. As juntas de movimentação verticais, devem ser espaçadas em no máximo 6m entre elas, sendo situada no local de interface da alvenaria com a peça estrutural. Após a confecção dos cortes e instalação do tarugo, todas as juntas devem ser complementadas com selante de poliuretano para a total vedação.

De acordo com Ribeiro e Barros [13], as juntas de dessolidarização permitem dissipar tensões pela subdivisão de áreas extensas de revestimentos, subdividindo-as em encontros de painéis de revestimentos perpendiculares, posicionadas nas mudanças de direção do revestimento, em quinas internas ou externas.

Nos revestimentos cerâmicos, recomenda-se o uso de argamassa colante tipo AC-III, devido sua resistência a altas tensões de cisalhamento. Deve realizar a dupla colagem, aplicando a argamassa na peça cerâmica e no revestimento argamassado, no sentido perpendicular. Após a aplicação, o executor do serviço deve pressionar as placas

de revestimento cerâmico, afim de “quebrar” os cordões de argamassa, para uma melhor aderência. O pano de abertura de argamassa não pode ultrapassar 20 minutos, como preconiza a NBR 14083:2004 [14].

Nos locais em que receberá pintura, de acordo com Almeida [15], as tintas são aplicadas, em geral, como agentes de proteção dos materiais ou com fins decorativos e podem ser definidas como uma “composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida”. Neste caso, a tinta ganha papel fundamental no bloqueio contra agentes agressivos e à água, sendo indicado o uso de tintas vinílicas que possuem resistência à ácidos, água, álcalis e abrasão. Como alternativa pode usar tintas acrílicas que tem boa resistência a intempéries, durabilidade e adesão ao substrato em condições úmidas.

5 | CONCLUSÃO

Em relação ao Ataque de cloretos (Cl⁻), o resultado obtido por laboratório não atingiu os valores mínimos preconizados por normas. Porém, estes resultados podem sofrer interferências devido ao local de extração, proximidade ao mar e fachada escolhida. Ainda, é notório que a edificação sofre ataques de cloretos (Cl⁻) e que há grandes chances do traço usado na argamassa de revestimento esteja contaminado com estes sais, mostrando resultados com variações de acordo com a profundidade de extração da amostra para análise.

As falhas de projeto com ausência de juntas de movimentação e dessolidarização nas fachadas, provocando tensões no revestimento cerâmico e argamassado, tendo como consequência o deslocamento.

O cobrimento das estruturas de concreto, sendo inferior aos 40mm para o grau de Agressividade III, como preconiza a ABNT NBR 6118 [6], onde torna o concreto vulnerável aos ataques de cloreto (Cl⁻), possibilitando o contato rápido destes agentes às armaduras da estrutura, gerando a corrosão.

Espessura do revestimento argamassado superior aos 30mm como especificado por norma, gerando cargas extras nas fachadas e facilitando o aparecimento de manifestações patológicas.

Assim, as anomalias prescritas geram desconforto e riscos aos moradores e à edificação, podendo gerar o colapso, caso a corrosão continue atuante se nenhuma medida for realizada.

Desta forma, o presente objeto de estudo, demonstra a necessidade da recuperação total das peças estruturais que apresentam problemas relacionados à corrosão, recuperação, revitalização das fachadas e, para maior vida útil da edificação e de todos os seus sistemas, necessitando que as manutenções periódicas estejam sempre em dia.

REFERÊNCIAS

- [1] POSSAN, E; DEMOLINER, C.A., **Desempenho, Durabilidade e vida útil das edificações: Abordagem geral** - Revista Técnico-Científica do CREA-PR – CREA, Paraná, Brasil, 2013.
- [2] SILVA, F. G. S.; BAUER, E. **Avaliação da fissuração em argamassas**. VIII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas - Curitiba, Brasil.
- [3] ARAUJO, A.; PANOSSIAN, Z.; **Durabilidade de estruturas de concreto em ambiente marinho: estudo de caso** - INTERCORR ABRACO 2010 – INTERCORR 2010, Fortaleza, Brasil, 2010.
- [4] LIMA, M. G.; LENCIONI, J. W., **A problemática da corrosão e da durabilidade das construções em ambientes agressivos – o caso do ambiente marinho urbano e das estruturas de concreto** – Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP Campus Guarujá – São Paulo, Brasil, 2015.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13528 – **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**, Rio de Janeiro 2010.
- [6] Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT- NBR 12655/2006. **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento**, Rio de Janeiro, 2006.
- [7] PALADINI, N. B., **Juntas de dilatação em revestimentos de fachada – Estudo de caso: Prédio da Escola de Minas/UFOP** – Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, Brasil, 2015.
- [8] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13749/2013. **Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas - Especificação**, Rio de Janeiro, 2013.
- [9] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2014. **Projetos de Estruturas de Concreto – Procedimentos**, Rio de Janeiro, 2014.
- [10] RIPPER, T.; DE SOUZA, V. C. M., **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. PINI - São Paulo, Brasil.
- [11] CHRUST, R. C; FILHO, J. R. F., **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. Segundo a NBR 6118:2014, vol I – EDUSCar, Brasil.
- [12] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR13755/2017. **Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**, Rio de Janeiro, 2017.
- [13] RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B., **Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachada** – Câmara Brasileira do Livro, PINI, São Paulo, Brasil 2010.
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14083/2004. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação do tempo em aberto**, Rio de Janeiro, 2004.
- [15] DE ALMEIDA, M. L, **Critérios para Realização de Pintura de Alvenaria em Ambientes não Agressivos**. Curso de Especialização em Construção Civil – UFMG, Minas Gerais, Brasil.

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