

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil
2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-789-5

DOI 10.22533/at.ed.895210802

1 Engenharia Civil. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. 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

No atual cenário mundial, realizar estudos nas mais diversas áreas do conhecimento é cada vez mais importante. Buscar aliar conceitos multidisciplinares é um dos grandes desafios aos profissionais, dentre os quais pode-se destacar os do nicho da engenharia civil. Estes profissionais necessitam correlacionar conhecimentos de projetos, à reutilização de resíduos e a prevenção e falhas.

Este livro traz artigos nas áreas de projetos, prevenção e melhoria de edificações; reciclagem e desenvolvimento de novos materiais e melhorias urbanas. Sendo esses temas de fundamental importância, pois englobam desde o planejamento ao ponto final de obras, a redução de custos e melhoria dos materiais empregados.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PATOLOGIAS EM INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

Vanuza Lorenzet Bonetti

Kéthlyn Scheguschewski

DOI 10.22533/at.ed.8952108021

CAPÍTULO 2..... 10

DEFORMAÇÃO LENTA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Talita de Souza Oliveira

Ana Carolina Saraiva Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8952108022

CAPÍTULO 3..... 23

ANÁLISE DOS ESFORÇOS SOLICITANTES EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AOS EFEITOS CONSTRUTIVOS

Meridiane Ferreira Barbosa

Hildo Augusto Santiago Filho

Fernando Artur Nogueira Silva

Renato Guilherme da Silva Pereira

Giane Maria Vieira de Lira

DOI 10.22533/at.ed.8952108023

CAPÍTULO 4..... 37

ANÁLISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO COM PRFC

Maicon de Freitas Arcine

Nara Villanova Menon

Luiz Fernando Colusso

DOI 10.22533/at.ed.8952108024

CAPÍTULO 5..... 52

APLICAÇÃO DE REFORÇO TRANSVERSAL CONTÍNUO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO: COMPARAÇÃO COM ESTRIBOS CONVENCIONAIS

Andrei Lucas Müller

Abrahão Bernardo Rohden

Lúcio Flávio da Silveira Matos

DOI 10.22533/at.ed.8952108025

CAPÍTULO 6..... 77

ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: COLABORAÇÃO DO CONCRETO ENTRE FISSURAS

Isabela Cristina Ferreira Faria

Valquíria Claret dos Santos

Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo

Valesca Donizeti de Oliveira

Paulo Cesar Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.8952108026

CAPÍTULO 7..... 94

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE OS CONCRETOS AUTO-ADENSÁVEL E CONVENCIONAL

Anderson Renato Vobornik Wolenski

João Paulo Boff Almeida

André Luís Christoforo

Wallace Cavalcante Ferrão

DOI 10.22533/at.ed.8952108027

CAPÍTULO 8..... 106

ESTUDO EXPERIMENTAL DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR CORDÃO DE FIBRAS DE CARBONO EM VIGAS REFORÇADAS À FLEXÃO COM PRFC

Adriano Vieira Risson

Nara Villanova Menon

Maicon de Freitas Arcine

Luiz Fernando Colusso

DOI 10.22533/at.ed.8952108028

CAPÍTULO 9..... 120

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE METACAULIM APLICADOS EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO CIMENTO PORTLAND EM PASTA CIMENTÍCIA

André Valmir Saugo Ribeiro

Jéssyca Mendes da Silva

Alex Taira de Vasconcellos

Philippe Jean Paul Gleize

DOI 10.22533/at.ed.8952108029

CAPÍTULO 10..... 134

THERMAL DIFFUSION OVER A PORTLAND CEMENT CONCRETE GRAVITY DAM

Gabriel de Bessa Spínola

Edmilson Lira Madureira

Eduardo Morais de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.89521080210

CAPÍTULO 11..... 145

ESTABILIDADE GLOBAL DE PÓRTICOS PREENCHIDOS COM ALVENARIA

Luciano Carneiro Reis

Yuri Leandro Abbas Frazão

Ricardo Alberto Barros Aguado

Silas Pacheco Rodrigues Junior

Gabriel Meneses Souza

DOI 10.22533/at.ed.89521080211

CAPÍTULO 12..... 161

CONTRIBUIÇÃO A ANÁLISE DE PÓRTICOS METÁLICOS PREENCHIDOS COM

ALVENARIA

Luciano Carneiro Reis
Ana Caroline Braga Aquino
Ricardo Alberto Barros Aguado
Gabriel Meneses Souza
Silas Pacheco Rodrigues Junior
Yuri Leandro Abas Frazão

DOI 10.22533/at.ed.89521080212

CAPÍTULO 13..... 173

ELIMINADORES E BLOQUEADORES DE AR NAS INSTALAÇÕES PREDIAIS

Elenilton Santos Rocha
Manoel Camilo Moleiro Cabrera

DOI 10.22533/at.ed.89521080213

CAPÍTULO 14..... 182

ESTUDO DE CASO DE UMA VISTORIA EM UM VIADUTO

Andresa Luzia Corona Ancajima
Bruna Ventura Botoni
Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.89521080214

CAPÍTULO 15..... 197

ANÁLISE DO FLUXO DE TRÁFEGO DA INTERSEÇÃO ENTRE A AVENIDA DAS TORRES E A RUA BARÃO DO RIO BRANCO NA CIDADE DE MANAUS – AMAZONAS

Luiz Mauro Duarte Brandolt
Irauna Maiconi Rodrigues de Carvalho
Cristhian Vasconcelos Costa
Juliana Christine da Silva Granja

DOI 10.22533/at.ed.89521080215

CAPÍTULO 16..... 214

ESTUDO DE CAPACIDADE DO CANAL DA GALHETA (PORTO DE PARANAGUÁ)

Samuel Sembalista Haurelhuk
Amir Mattar Valente

DOI 10.22533/at.ed.89521080216

CAPÍTULO 17..... 235

OS PROCESSOS ENVOLVIDOS NA CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE UM BARRACÃO PRÉ-MOLDADO DE CONCRETO ARMADO PARA ARMAZENAMENTO DE FERTILIZANTES

Vanessa da Silva das Flores Maltezo
Wallysson Machado Dias

DOI 10.22533/at.ed.89521080217

CAPÍTULO 18..... 247

AS TÉCNICAS DA SUSTENTABILIDADE AGINDO NO DESENVOLVIMENTO DE

PROJETO ARQUITETÔNICO

Ana Rita Kawauche Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.89521080218

CAPÍTULO 19.....271

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO FILLER DA ESCÓRIA DE ACIARIA BSSF COMO ADIÇÃO EM CONCRETOS

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

Felipe Alves Amancio

Sarah Oliveira Lucas

Isa Lauren Ximenes de Sousa

Douglas Alexandre Lima

Helano Wilson Pimentel

Antônio Eduardo Bezerra Cabral

DOI 10.22533/at.ed.89521080219

CAPÍTULO 20.....284

CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: ANÁLISE DE SUA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE ALVENARIA

Paula Fernanda Guedes

Leandro Vanalli

Frank Kiyoshi Hasse

Guilherme Perosso Alves

Talita Cristina Rezende

DOI 10.22533/at.ed.89521080220

CAPÍTULO 21.....309

AVALIAÇÃO DE IMPLICAÇÕES QUÍMICAS DO USO DE LODO DE ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA) EM OBRAS DE ENGENHARIA

Felipe Fernandes Santana

Kenia Parente Lopes Mendonça

Rafael Rocha da Silva

Pedro Ignácio Meneghetti Scheid

DOI 10.22533/at.ed.89521080221

CAPÍTULO 22.....317

ANÁLISE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO E SUA ADEQUAÇÃO AO MERCADO DE TRABALHO

Carolina Souza Orro Freitas

Chrystian Cleiderson Ventura

Gabriela Rosa Oliveira

Gustavo Augusto Froes Cardoso

Karina Marques Maciel Silva

DOI 10.22533/at.ed.89521080222

SOBRE OS ORGANIZADORES329

ÍNDICE REMISSIVO.....330

ESTABILIDADE GLOBAL DE PÓRTICOS PREENCHIDOS COM ALVENARIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Luciano Carneiro Reis

Instituto Federal do Maranhão
São Luís - Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/5924481323285668>

Yuri Leandro Abbas Frazão

Centro Universitário Dom Bosco
São Luís - Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/6217928110125744>

Ricardo Alberto Barros Aguado

Centro Universitário Dom Bosco
São Luís - Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/6638915024173267>

Silas Pacheco Rodrigues Junior

Centro Universitário Dom Bosco
São Luís - Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8931629014108846>

Gabriel Meneses Souza

Centro Universitário Dom Bosco
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4946785184792491>

RESUMO: As alvenarias são elementos modulares que formam painéis estruturais ou de vedação nas edificações. Por ser uma alternativa mais economicamente viável, que provê conforto termo-acústico satisfatório e isolamento contra penetração de umidade, além de ter grande oferta no mercado nacional tanto do material quanto da mão-de-obra para aplicação, seu uso

é largamente difundido no país. As estruturas pré-moldadas de concreto armado, atualmente tem sua aplicação limitada pela estabilidade global das edificações sob ações externas. Convém afirmar que a rigidez das ligações interfere em muito na estabilização da edificação reduzindo seus deslocamentos verticais e horizontais, possibilitando menor influência dos deslocamentos nos elementos de vedação, reduzindo o aparecimento de fissuras por tração, esmagamento por compressão e influência nos vãos de portas e janelas que impossibilitem o cumprimento de suas funções. As alvenarias de preenchimento dos pórticos, por sua vez, não são desprovidas de resistência. Mesmo que possuam menor capacidade portante em comparação a estrutura, conferem possibilidade de aumento da rigidez da estrutura através da capacidade portante residual dos seus elementos. Análogo à semi-rigidez rotacional das ligações, que são providas em forma de alteração do método construtivo convencional da estrutura, o aproveitamento da rigidez da alvenaria também necessita de cuidados específicos na execução e maior detalhamento na consideração do efeito. Esse artigo apresenta as variáveis que envolvem a obtenção do valor de rigidez, as características da alvenaria para possibilitar esse aproveitamento de capacidade de incremento da rigidez ao pórtico¹, o método de análise aplicado e resultados obtidos através dele.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenarias, Pórtico, Enrijecido, Estabilidade.

GLOBAL STABILITY OF MASONRY-FILLED PORCHES

ABSTRACT: Masonry is modular elements that forms structural or sealing panels in buildings. By been a more economically viable alternative, which provides satisfactory thermo-acoustic comfort and insulation against moisture penetration, besides having a great offer in the domestic market both of the material and of the workforce for application, its use is widely diffused in the country. Precast concrete structures are currently limited by the global stability of buildings under external actions. It should be stated that the stiffness of the connections interferes greatly in the stabilization of the building, reducing its vertical and horizontal displacements, allowing less influence of the displacements in the sealing elements, reducing the appearance of cracks by traction, compression crushing and influence in the window and door spans that make it impossible for them to perform their duties. The masonry of filling the porticos, in turn, are not devoid of resistance. Even if they have a lower bearing capacity compared to the structure, they give the possibility of increasing the rigidity of the structure through the residual bearing capacity of its elements. Similar to the rotational semi-rigidity of the connections, which are provided in the form of alteration of the conventional constructional method of the structure, the use of the rigidity of the masonry also requires specific care in the execution and greater detail in the consideration of the effect. This article presents the variables that involve obtaining the rigidity value, the characteristics of the masonry to enable this use of capacity to increase stiffness to the portal, the method of analysis applied and results obtained through it.

KEYWORDS: Mansory, Porches, sttifening, stability.

1 | INTRODUÇÃO

A industrialização pode ser uma ferramenta altamente eficiente para a indústria da construção civil no que concerne a tópicos de grande importância no contexto atual como economia de materiais, redução na geração de resíduos sólidos, controle tecnológico, redução dos custos com mão-de-obra e aprimoramento das técnicas. Uma comparação pertinente a ser considerada consiste em considerações quanto a qualificação da mão-de-obra para execução de estruturas metálicas e estruturas de concreto armado moldadas *in loco*. Enquanto a primeira exige qualificação técnica de nível profissionalizante ou técnico, no mínimo, a segunda não apresenta exigências de escolaridade. Esse fato se reflete nas unidades de medida utilizadas para projeto, qualidade da execução, ordem de grandeza dos erros admissíveis em execução e projeto, além do grau de qualidade de entrega do produto.

Ainda correspondendo a isso, devido ao sofisticado controle tecnológico aplicado às estruturas pré-fabricadas, é perceptível o aumento de esbeltez das peças, o que reduz sua inércia, conseqüentemente, a rigidez da estrutura, aumentando os deslocamentos sofridos. Por se tratar de pré-fabricação, as peças são moldadas em oficina/fábrica e transportadas para montagem na obra. Esse fato acentua a redução da rigidez das estruturas pré-fabricadas, pois as peças começam a trabalhar com nós mais flexíveis, ou

até mesmo sendo considerados rotulados, em projeto. Em conjunto, a redução das inércias das peças e redução da rigidez na vinculação entre as peças aumentam a instabilidade das edificações, que é resultado dos seus deslocamentos, aumento da aceleração no movimento do edifício e, como consequência disso, unido aos limites normativos, redução das alturas admissíveis, quantidades de pavimentos e possibilidades arquitetônicas, de engenharia e, – por consequência direta, afetando todo um setor, colocando em cheque a possibilidade de usufruto de todas as vantagens aqui citadas – inviabilização da pré-fabricação de edifícios altos.

As estruturas de concreto pré-moldado são as estruturas pré-fabricadas objeto deste artigo. Não pretendendo tornar mais robustas as peças, já que a característica de aumento da esbelteza é uma propriedade dos pré-moldados e apresenta-se como uma vantagem econômica do processo construtivo, buscou-se avaliar a representatividade da consideração dos efeitos causados pela consideração da rigidez das alvenarias dos pórticos preenchidos em estruturas multi-pavimentos pré-moldadas de concreto armado a partir de um estudo elaborado por NETO (2012), com base nos escritos por ARAÚJO (2006), FERREIRA (2005), GORGUN (1997), MARIN (2009), ELLIOT (1998) e SOARES (1998) sobre o comportamento de pórticos pré-moldados com ligações semi-rígidas aplicando seus conceitos às ligações viga-pilar como as estudadas por MIOTTO (2002) e FERREIRA *et al* (2003); não especificando as ligações, mas, sim, demonstrando os efeitos da semi-rigidez das ligações no comportamento do pórtico; analisando a estabilidade global considerando simultaneamente o preenchimento dos pórticos e a semi-rigidez das ligações.

1.1 Estabilidade global

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), em seu item 15.2, as estruturas de concreto armado, o estado-limite último de instabilidade é atingido sempre que, ao crescer a intensidade do carregamento e, portanto, das deformações, há elementos submetidos a flexo-compressão em que o aumento da capacidade resistente passa a ser inferior ao aumento da sollicitação.

No item 15.4.2, as estruturas são consideradas, para efeito de cálculo, de nós fixos, quando os deslocamentos horizontais dos nós são pequenos e, por decorrência, os efeitos globais de 2ª ordem são desprezíveis (inferiores a 10 % dos respectivos esforços de 1ª ordem). Nessas estruturas, basta considerar os efeitos locais e localizados de 2ª ordem.

Conforme a NBR 6118 (ABNT 2014), item 15.5.2, uma estrutura reticulada poderá ser considerada como sendo de nós fixos se seu parâmetro de instabilidade α , dado pela equação 1, for menor que descrito pela equação 2, de outra forma, deve ser considerada como sendo de nós móveis.

$$\alpha = H_{tot} \cdot \sqrt{\frac{N_k}{E_c \cdot I_c}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0.2 + 0.1 \cdot n & \text{se } n \leq 3 \\ 0.6 & \text{se } n \geq 4 \end{cases} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

1. n é o número de pavimentos acima da fundação ou subsolo.
2. H_{tot} corresponde a altura total da edificação, com essa cota englobando os pavimentos utilizados em n .
3. N_k é o total de cargas verticais solicitantes somadas apenas dos pavimentos englobados por n e H_{tot} .
4. $E_c I_c$ é a inércia do pilar equivalente (metodologia detalhada em CARVALHO E PINHEIRO (2009) e apresentada resumidamente na NBR 6118/2014 no referido item).

No item 15.5.3, a NBR 6118 (ABNT, 2014) coloca que coeficiente γ_z (Equação 3) de avaliação da importância dos esforços de segunda ordem globais é válido para estruturas reticuladas de no mínimo quatro andares. Ele pode ser determinado a partir dos resultados de uma análise linear de primeira ordem, para cada caso de carregamento, adotando-se os valores de rigidez com aproximação da não-linearidade física descritos no item 15.7.3 para estágio II.

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

1. $M_{1,tot,d}$, o momento de tombamento total somado de todas as forças horizontais em relação a base da estrutura, com seus valores de cálculo.
2. $\Delta M_{tot,d}$, a soma dos produtos das forças verticais pelos deslocamentos horizontais de seus pontos de aplicação obtidos da análise de 1ª ordem, com seus valores de cálculo.

A estrutura é considerada de nós fixos se $Y_z \leq 1.1$ e atendida a condição imposta, entram as equações 1 e 2 pelo item 15.4.2 da norma em questão, portanto podendo ser dispensada a consideração de esforços globais de 2ª ordem.

1.1.1 Deslocamentos horizontais

Ainda que atendidos os critérios Y_z e requisito comparativo do parâmetro α , a NBR 6118 (ABNT, 2014) posiciona-se quanto aos deslocamentos horizontais limites em sua tabela 13.3 – Limites para deslocamentos, para edifícios cuja vedação lateral seja a

aplicação de paredes não-estruturais. A referida tabela cita os valores $H/1700$ e $H_i/850$, onde H é a altura total da edificação e H_i corresponde ao pé-esquerdo dos pavimentos analisados.

Cabendo, aqui, então, uma colocação: Nesse ponto específico da norma, a primeira coluna da tabela, nomeada como “Tipo de efeito”, apresenta em palavras claras para os limites supracitados: Efeitos em elementos não-estruturais.

Segundo ARAÚJO (2014), deve ficar claro que, ao considerar a contribuição das alvenarias, elas passam a ter função estrutural, não se tratando mais de meras paredes divisórias. Nesse caso, devem ser respeitadas as exigências normativas referentes a alvenaria estrutural conforme estabelecido nas normas brasileiras NBR 15812 e NBR 15961.

1.1.2 Soluções para problemas de estabilidade

A partir de uma análise da equação 1, é possível obter indicadores para melhoria da estabilidade das edificações. A equação é formada uma parte por elementos pouco controláveis pelo projetista de estruturas (H_{tot} e N_k) e outra parte por aquilo que fica em função da concepção estrutural (E_{clc}). Assim, é necessário um aumento da rigidez do pilar equivalente a fim de prover para o parâmetro α valores menores, aproximando-o de α_1 , já que o parâmetro α é inversamente proporcional a rigidez do pilar equivalente.

Nisso, como a metodologia de obtenção da rigidez do pilar equivalente passa primeiro pela determinação do deslocamento do pórtico sob carregamentos horizontais para comparação com o cálculo de uma viga em iguais condições de deformação, é necessário que as soluções para os problemas de estabilidade das edificações conduzam para a redução dos deslocamentos de primeira ordem descritos pela metodologia do pilar equivalente no pórtico original.

Alguns parâmetros lógicos de aumento da rigidez dos pórticos reticulados são descritos pelo método da rigidez:

1. Aumento da rigidez das ligações;
2. Aumento da rigidez das barras;
3. Aumento da quantidade de barras componentes dos nós;
4. Aumento do coeficiente de elasticidade dos materiais;
5. Redução dos comprimentos das barras.

As soluções II, IV e V serão abandonadas, nesse artigo devido a necessidade de não interferir no processo de pré-fabricação, concepção estrutural original do modelo que será analisado: o mesmo estudado por NETO (2002), com mesmos materiais, inércias de barras e configuração do pórtico. No entanto, há de se pontuar que são soluções viáveis do ponto de vista estrutural, mas que devem ser analisadas em esfera econômica

e exequibilidade.

A solução I foi adotada no estudo de NETO (2002), portanto, será aplicada aqui sem qualquer alteração para efeitos de comparação do pórtico com ligações rotuladas x semi-rígidas.

A solução III é a solução restante, e a solução utilizada nesse artigo para melhoria da estabilidade da estrutura analisada. Nela, tomamos como necessário adicionar barras aos nós da estrutura aproximando-a a um comportamento de treliça, enrijecendo os nós a partir de barras inclinadas. Essas barras podem ser metálicas, de madeira, concreto armado, ou, como será demonstrado, de alvenaria.

1.2 Rigidez da alvenaria

Tendo em vista que a grande maioria das edificações de concreto pré-moldado possui vedações em alvenaria, buscou-se analisar a influência da utilização do próprio elemento de vedação para contraventar o pórtico. Assim, utilizando-nos de um elemento pré-existente, não haveria, então, além do aumento do critério de consideração das NBR's citadas por ARAÚJO (2014) no item 1.1.1 desse artigo, qualquer alteração nos carregamentos, tecnologias aplicadas ou aumento de atividades na obra. Ou seja, apenas buscou-se utilizar da resistência anteriormente desprezada de um elemento já presente no local para estabilização da edificação.

1.2.1 Mecanismo resistente

A alvenaria é um elemento construtivo modular composto por módulos normalmente retangulares, vazados para redução de peso próprio, com processo de produção conhecido e simplificado, passivo de mecanização (se estrutural, necessário), e com controle tecnológico simples. Esses módulos são assentados uns sobre os outros de forma ordenada projetada (quando estrutural ou de vedação racionalizada) unidos por cordões de argamassa.

A configuração de montagem dessa alvenaria necessita que tanto o bloco (módulo) quanto a argamassa suportem os carregamentos que serão impostos. Portanto, carregamentos de tração não são convenientes para a argamassa, que não comporta-se bem sob essas tensões. Com isso, apenas a parcela comprimida da alvenaria participa do mecanismo resistente. Para o estudo direcionado à estabilidade global de pórticos preenchidos com alvenaria, é necessário compreender, então, qual parcela da alvenaria é comprimida quando o pórtico deforma-se horizontalmente.

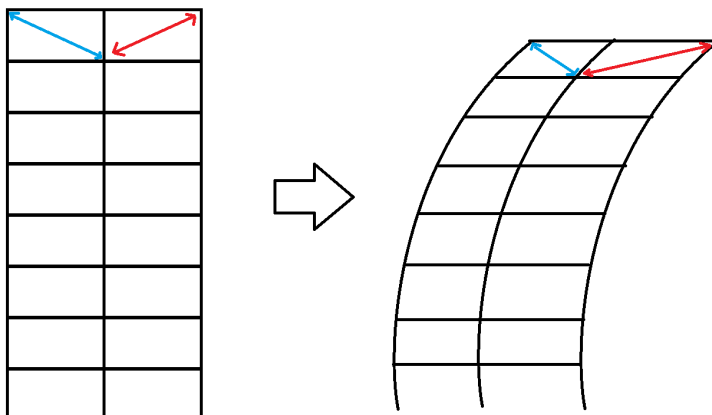


Figura 1 - Representação da configuração deformada de um pórtico sob carregamentos horizontais

Fonte: o Autor (2020)

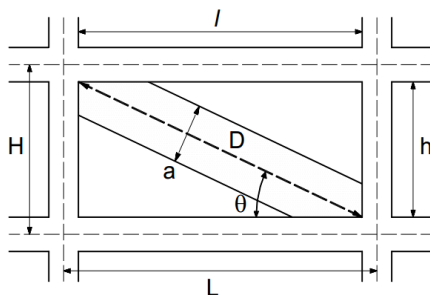
A Figura demonstra que, em pórticos submetidos a carregamentos horizontais, os quadros anteriormente retangulares tomam configurações próximas de losangos, onde uma das diagonais (azul) reduz seu tamanho, enquanto a outra (vermelha) aumenta o seu. Em estando preenchidos por alvenaria, nos pórticos as alvenarias desprenderiam-se nos cantos da diagonal tracionada tenderiam ao esmagamento na diagonal comprimida. Enquanto não acontece a ruptura por compressão excessiva dessas alvenarias, elas estariam contribuindo para a estabilização do pórtico fazendo-o aproximar-se de um comportamento treliçado, mas, configurando, ainda, um pórtico com bielas de compressão rotuladas na diagonal.

Com a necessidade de discretizar a alvenaria como barra, ao invés de placa, para análise do enrijecimento do pórtico, é necessário descrever sua área e Elasticidade para obtenção do coeficiente de rigidez da barra rotulada como citada por Martha (2010) colocada na Equação 4:

$$K = \frac{E \cdot A}{L} \quad \text{(Equação 4)}$$

1.2.2 Métodos de obtenção do coeficiente de rigidez da alvenaria

O problema da determinação do coeficiente de rigidez da barra de compressão equivalente da alvenaria parte do questionamento de qual parcela da alvenaria é realmente comprimida, já que uma das dimensões é fixada pela própria alvenaria (sua espessura) e a outra, pela diagonal do pórtico (comprimento), restando a obtenção de sua largura. (problema apresentado na Figura 2).



a = largura da diagonal equivalente
 t = espessura da parede
 D = comprimento da diagonal da parede
 h = altura da parede
 l = comprimento da parede
 θ = ângulo de inclinação da diagonal equivalente
 H = distância entre eixos de vigas
 L = distância entre eixos de pilares

Figura 2 - Modelo de diagonal equivalente em pórticos preenchidos com alvenaria.

Fonte: SILVA (2014)

Autores	Expressões
MAINSTONE e WEEKS (1970) e MAINSTONE (1974)	$a = 0,175 \cdot (\lambda_H)^{0,4} \cdot D$
LIAUW e KWAN (1984)	$a = \frac{0,95 \cdot \text{sen}(2\theta)}{2 \cdot \sqrt{\lambda_H}} \cdot D$
DECANINI e FANTIN (1987)	Para painéis não fissurados: $\lambda_H \leq 7,85$: $a = \left(0,085 + \frac{0,748}{\lambda_H} \right) D$ $\lambda_H > 7,85$: $a = \left(0,130 + \frac{0,393}{\lambda_H} \right) D$
PAULAY e PRIESTLEY (1992)	$a = \frac{D}{4}$
DURRANI e LUO (1994)	$a = \gamma \cdot \text{sen}(2\theta) \cdot D$ $\gamma = 0,32 \cdot \sqrt{\text{sen}(2\theta)} \cdot \left(\frac{H^4 \cdot E_t}{m \cdot E_p \cdot I_p \cdot h} \right)^{-0,1}$
CHRYSOSTOMOU e ASTERIS (2012)	$a = 0,270 \cdot (\lambda_H)^{0,4} \cdot D$

Tabela 1 - Expressões utilizadas para determinação da largura da barra diagonal equivalente

Fonte: SILVA (2014)

Onde o fator λ_H representa o produto da rigidez relativa pela altura entre os eixos H das vigas dos pavimentos.

A rigidez relativa é dada pela Equação 5 e o fator λ_H pela Equação 6.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{E \cdot t \cdot \sin(2 \cdot \theta)}{4 \cdot E_p \cdot I_p \cdot h}} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\lambda_H = \lambda \cdot H \quad (\text{Equação 6})$$

Tal que:

1. I_p é o momento de inércia do pilar na direção contraventada
2. E_p é o módulo de elasticidade do pilar
3. E representa o módulo de elasticidade da parede
4. t é a espessura da parede

De forma próxima, ARAÚJO (2014) apresenta a definição da diagonal comprimida como sendo determinado conforme Figura 3 e as Equações 7, 8, 9 e 10.

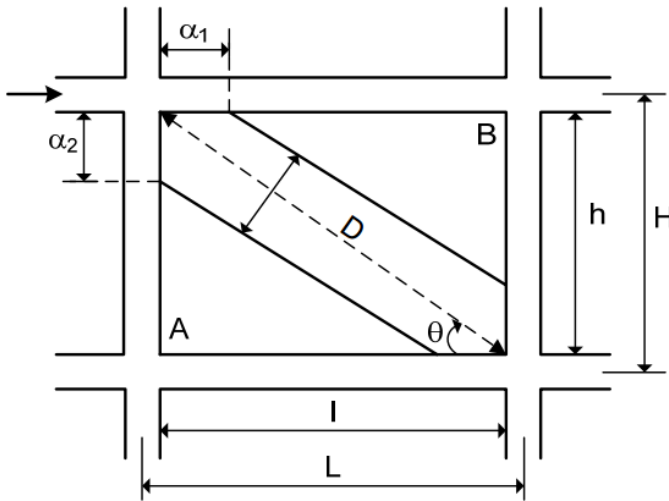


Figura 3 - Largura da diagonal Equivalente

Fonte: ARAÚJO (2014)

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{\lambda_1} \leq 1 \quad (\text{Equação 7})$$

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2 \cdot \lambda_2} \leq h \quad (\text{Equação 8})$$

$$\lambda_1 = \sqrt[4]{\frac{E \cdot t \cdot \sin(2 \cdot \theta)}{4 \cdot E_p \cdot I_v \cdot l}} \quad (\text{Equação 9})$$

$$\lambda_2 = \sqrt[4]{\frac{E \cdot t \cdot \sin(2 \cdot \theta)}{4 \cdot E_p \cdot I_p \cdot h}} \quad (\text{Equação 10})$$

Com as mesmas nomenclaturas de símbolos, mas com o acréscimo da Inércia da viga (I_p).

Sendo α a largura da diagonal equivalente, dada pela Equação 12. Ainda, as NBR's 15812 (ABNT 2010) e 15961 (ABNT, 2011) indicam como valores estimados para o módulo de elasticidade como indicado na Equação 11:

$$E = \begin{cases} 600 \cdot f_{pk} & \text{para alvenarias de blocos cerâmicos} \\ 800 \cdot f_{pk} & \text{para alvenarias de blocos de concreto} \end{cases} \quad (\text{Equação 11})$$

$$a = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2} \quad (\text{Equação 12})$$

ARAÚJO (2014) indica que a distribuição de tensões se dá de forma bi-triangularmente distribuída e devem ser calculadas utilizando a largura encontrada através da Equação 12, ou de forma equivalente e simplificada, uniformemente distribuída utilizando-se de uma largura reduzida para fins de simplificação, apenas, como na Equação 13. O autor ressalta que, de toda forma é conveniente e recomendável limitar a largura da diagonal comprimida como 15% do comprimento da mesma.

$$a_{red} = \frac{a}{2} \quad (\text{Equação 13})$$

Conhecida a espessura da parede e a largura da diagonal equivalente, resta equacionar a força atuante na biela. Da resistência dos materiais:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Equação 14})$$

$$F = \sigma \cdot A \quad (\text{Equação 15})$$

Colocando nos termos da alvenaria e com simbologia adequada, adotando como método de obtenção dessa reação, o método descrito por ARAÚJO (2014):

$$R_c = f_d \cdot t \cdot a_{red} \quad (\text{Equação 16})$$

2 | MODELO ANALÍTICO

2.1 Pórtico analisado

O Pórtico analisado foi o mesmo adotado por NETO (2002), que é o mesmo analisado por FERREIRA *et al* (2005) com considerações de simplificações por questões de efeito pretendido. Conforme citado, não pretende-se o desenvolvimento de análise

exata ou qualquer estudo de caso, aproximação, equivalência ou desenvolvimento projetual. O objetivo do artigo é pautar comparativamente o ganho de estabilidade global entre 8 pórticos: um com ligações viga-pilar rotulados, outro com ligações semi-rígidas com diversas rigidezes os demais com mesmas propriedades de vinculação interna das ligações e acréscimo de alvenaria colaborante. A Figura 4 apresenta o pórtico analisado.

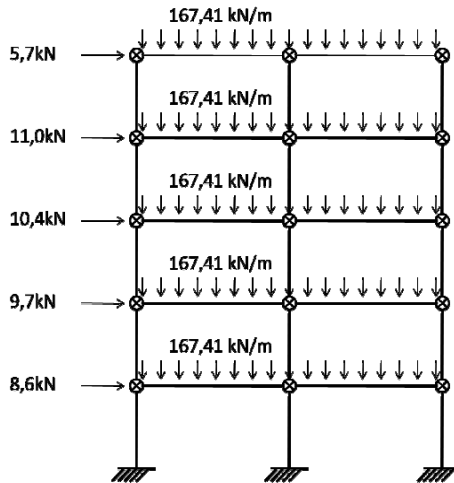


Figura 4 - Pórtico analisado
 Fonte: NETO (2002)

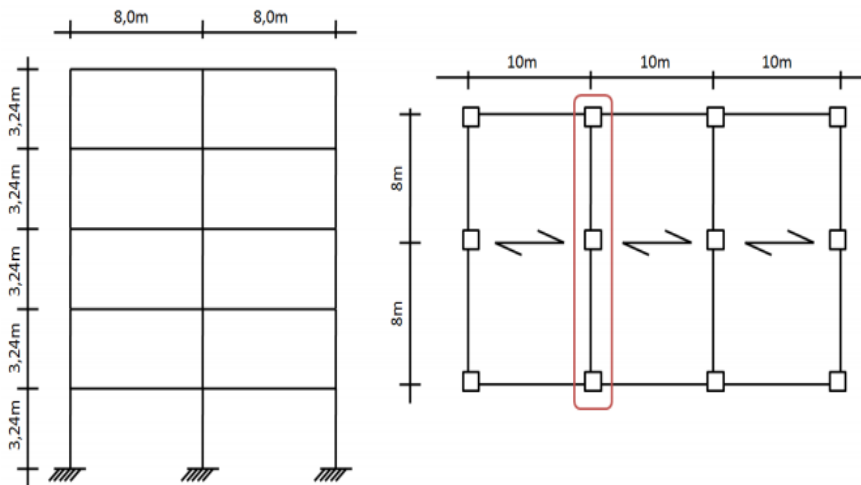


Figura 5 - Geometria do pórtico analisado
 Fonte: NETO (2002)

Propriedade	Base (m)	Altura (m)	As inf. (m)	C. inf (m)	As sup. (m)	C. sup (m)
1	0,5	0,5	5,00E-04	0,04	5,00E-04	0,04
2	0,5	0,5	5,40E-03	0,05	5,40E-03	0,05
3	0,81	0,48	5,63E-03	0,05	6,15E-04	0,04
4	0,81	0,48	5,63E-03	0,05	4,92E-04	0,04
5	0,81	0,48	5,63E-03	0,05	8,04E-03	0,05

Tabela 2 - Propriedades das barras

Fonte: o Autor (2020)

2.2 Alvenaria de Preenchimento

Com o acréscimo das bielas equivalentes de alvenaria, o edifício ganhou as seguintes configurações:

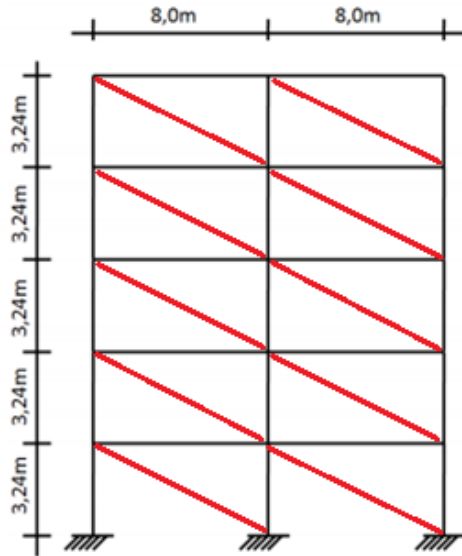


Figura 7 - Configuração do pórtico contraventado com alvenaria

Fonte: o Autor (2020)

Denominando a biela de alvenaria como BARRA 6 com as seguintes propriedades:

Propriedade	Valor	Unidade
Comprimento (D)	7.88	m
Módulo de Elasticidade (E)	800	MPa
Área comprimida ax _t (A)	0.2268	m ²
Tensão admissível (fk)	1	MPa

Tabela 3 – Características da biela de alvenaria

Fonte: o Autor (2020)

Demais dados seguiram indicações de NETO (2002).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados analisados basearam-se em utilizar-se do coeficiente Y_z apenas para efeitos de ponderação das ações a fim de seguir a metodologia descrita por NETO (2002). Utilizou-se apenas 3 coeficientes β de semi-rigidez de ligação viga-pilar como forma de exemplificar a relação entre o ganho de rigidez da ligação e o deslocamento no topo da edificação.

Pautou-se nos métodos apresentados para definição da colaboração da biela de alvenaria na redução dos deslocamentos do pórtico. A Tabela 4 e Gráfico 1 apresentam os resultados obtidos das análises.

Vinculação viga-pilar	Deslocamento no topo				U ₂ /U ₁
	Sem Alvenaria		Com Alvenaria		
	Deslocamento (m) U ₁	L/	Com Alvenaria (m) U ₂	L/	
Rotulado	0,012	1350	0,003485	4648	0,2904167
Ligação Semi-Rígida beta 0.3	0,0085	1906	0,004630588	3498	0,5447751
Ligação Semi-rígida beta 0.5	0,008	2025	0,003075	5268	0,384375
Ligação Semi-rígida beta 0.8	0,005	3240	0,002	8100	0,4

Tabela 4 - Deslocamentos no topo do edifício

Fonte: o Autor (2020)

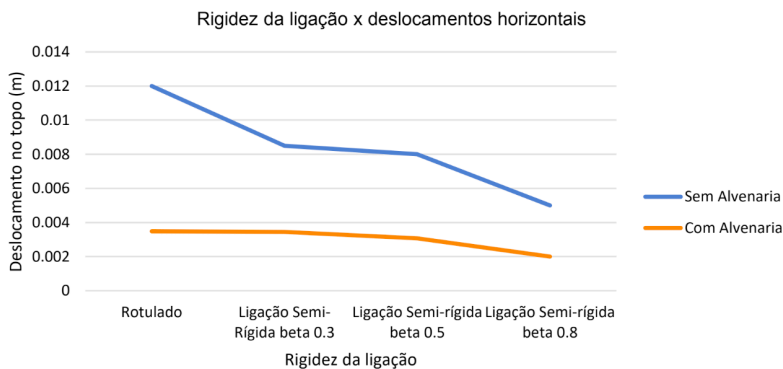


Gráfico 1 - Gráfico Comparativo Com e Sem alvenaria com o aumento da rigidez da ligação

Fonte: o Autor (2020)

Como resultado, conclui-se que o aumento da rigidez da ligação contribui em muito com a redução dos deslocamentos dos pórticos. Ressaltando que, para a ligação rotulada, sem alvenaria colaborante, o limite $H/1700$ não foi atendido. Conforme pode ser observado no Gráfico 1, o pórtico sem alvenaria colaborante depende unicamente da rigidez de suas ligações para estabilizar-se. Mas, com os painéis de alvenaria colaborando com a rigidez do pórtico, a rigidez da ligação não influenciou tanto na redução dos deslocamentos horizontais.

Tratando-se de um processo que aumenta a quantidade de trabalhos *in loco*, pois a semi-rigidez das ligações depende de tópicos de trabalhos especiais no local da obra como passagem de aço pelas colunas para prover continuidades das vigas, chumbamentos, pós-concretagens entre outros serviços que reduzem a velocidade da obra, em um caso de possibilidade de aproveitamento da rigidez dos painéis de alvenaria, poderia ser abandonados os trabalhos pós-montagem para melhoria da rigidez das ligações, mantendo-as com análise rotulada, responsabilizando as alvenarias pela estabilidade da edificação.

Ressalta-se que são necessários estudos mais direcionais e compassados para determinações mais profundas e assertivas. No entanto, a conclusão obtida é cercada de validações bibliográficas além de tratar-se de um quesito de análise lógica. Ainda restam análises a serem feitas com painéis de preenchimento intercalado, com aberturas, modelos tri-dimensionais e diversas outras situações a serem analisadas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C. S. S. **Análise Teórico-experimental de estruturas compostas por porticos de aço preenchidos com alvenaria de concreto cellar autoclavado**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2002.

ARAÚJO, J. M. **Projeto Estrutural de Edifícios de Concreto Armado – Um Exemplo completo**. Cap. 10. Pág. 267-276. Editora Dunas. Rio Grande do Sul, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento– 2014**. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado – Procedimento 2017**. – Rio de Janeiro.

FERREIRA, M. A. ARAÚJO, D. L. JEREMIAS JR, A. C. CATOIA, B. KATAOKA, M. N. **Estabilidade global de estruturas pré-moldadas: efeito das ligações semi-rígidas**, 1º encontro nacional de pesquisa-projeto-produção em concreto pré-moldado. Novembro 2005, São Carlos, Brasil.

FERREIRA, M. A. EL DEBS, M. K. ELLIOTT, K. S. **Modelo teórico para projeto de ligações semi-rígida sem estruturas de concreto pré-moldado**, 44º Congresso Brasileiro do Concreto. Agosto 2002, Belo Horizonte, Brasil.

MADIA, F. C. A. R. **Estudo de Pórticos Preenchidos com Alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2012.

MARIN, M. C. **Contribuição à análise da estabilidade global de estruturas em concreto pré-moldado de múltiplos pavimentos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MIOTTO A. M. **Ligações viga-pilar de estruturas de concreto pré-moldado: Análise com ênfase na deformabilidade ao momento fletor**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

NETO, M. M. **Estabilidade de Edifícios de Concreto Pré-Moldado com Ligações Semirrígidas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.

SIMULIA, D. S. **ABAQUS Software - Version 6.9.2009**. Providence, RI, USA.

SOARES, A. M. M. **Análise estrutural de pórticos planos de elementos pré-fabricados de concreto considerando a deformabilidade das ligações**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento 3, 6, 7, 8, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 221, 286, 306

Agroindustrial 284, 285, 286, 304, 305

Água 181

Alumínio 287, 309, 312, 314, 315

Alvenaria 2, 6, 7, 12, 13, 145, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 259, 260, 261, 284, 286, 291, 292, 298, 304, 305, 306, 307, 308

Análise estrutural 23, 160, 182, 187

Ancoragem 5, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 229

Armado 10, 11, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 35, 36, 37, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 76, 77, 80, 87, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 114, 118, 119, 145, 146, 147, 150, 160, 162, 172, 235, 236, 237, 239, 240, 242, 244, 245, 246, 291

C

Canal de acesso 214, 216, 219, 224, 225, 226, 228, 232, 233

Capacidade 12, 25, 38, 39, 47, 58, 63, 78, 95, 100, 106, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 145, 147, 162, 163, 201, 214, 216, 217, 219, 232, 247, 250, 251, 258, 284, 309, 314

Carbono 13, 37, 38, 39, 44, 48, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 114, 117, 118, 119, 121, 286, 289

Cimento 11, 14, 16, 17, 20, 21, 24, 28, 63, 79, 82, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 271, 273, 275, 276, 280, 281, 282, 284, 286, 287, 288, 289, 291, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 315

Cisalhamento 12, 13, 37, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 107, 108, 119, 259, 261

Concreto 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 66, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 117, 118, 119, 124, 130, 132, 133, 134, 144, 145, 146, 147, 150, 159, 160, 162, 172, 183, 184, 189, 190, 191, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 259, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291, 292, 293, 294, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 309, 311

Construção 1, 2, 6, 9, 11, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 38, 39, 51, 53, 62, 78, 94, 95, 96, 104, 121, 146, 160, 162, 166, 172, 183, 187, 196, 201, 236, 237, 240, 241, 244, 245, 246,

248, 249, 251, 252, 253, 255, 260, 261, 264, 265, 269, 270, 271, 272, 281, 284, 285, 286, 291, 307, 308, 310, 314, 315, 318, 326

Custos 94, 96, 103, 104, 105, 146, 162, 166, 176, 215, 251, 288

D

Deformação 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 24, 25, 30, 39, 40, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 84, 87, 106, 115, 116, 117, 118, 149, 165, 167, 239, 260

Discentes 317, 318, 319, 320, 324, 325, 327

Durabilidade 17, 22, 24, 77, 78, 79, 91, 96, 99, 120, 121, 133, 183, 184, 238, 239, 251, 270, 272, 273, 276, 307

E

Efeito construtivo 23

Egressos 317, 318, 319, 320, 322, 323, 324, 325, 326, 327

Elástica 10, 14, 15, 43, 156

Elementos finitos 23, 27, 37, 39, 50, 144

Engenharia civil 1, 9, 22, 23, 36, 37, 51, 52, 94, 106, 118, 119, 120, 133, 134, 160, 161, 181, 182, 235, 236, 237, 240, 245, 246, 271, 281, 309, 315, 317, 318, 320, 323, 324, 325, 326, 327, 328

Enrijecido 145

Ensino 269, 317, 318, 320, 321, 325, 328

Escória 96, 239, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Estabilidade 98, 145, 147, 149, 150, 155, 159, 160, 161, 163, 165, 167, 171, 172, 238, 260, 261, 314

Estabilização 145, 150, 151, 282, 309, 314, 315, 316

Estribo 52, 54, 60, 68

Estrutura 11, 12, 14, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 35, 38, 39, 43, 86, 87, 133, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 171, 172, 177, 183, 184, 195, 196, 213, 224, 237, 238, 239, 240, 244, 245, 248, 251, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 266, 269, 274, 282, 288, 291, 318, 319, 322, 323, 324, 327, 328

F

Fabricação 2, 98, 146, 147, 149, 166, 235, 237, 240, 243, 244, 245, 249, 261, 273, 286, 298, 299, 329

Fibras 37, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 106, 107, 108, 110, 113, 118, 119

Fissuras 12, 13, 20, 24, 25, 26, 38, 49, 55, 56, 58, 59, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 111, 112, 145, 163, 192, 193, 194, 303, 304

Flexão 50, 54, 55, 57, 66, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 87, 88, 89, 91, 92, 106, 108, 109, 111, 112,

113, 115, 118, 119, 156, 164, 258, 259

Fluência 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 77, 134

Fluxo 123, 175, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 206, 223, 254, 258

Fundeio 214, 216, 221, 225, 228, 229, 230, 232, 233

H

Hidrômetro 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181

L

Lenta 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21

Ligação 5, 7, 8, 107, 158, 159, 161, 163, 170, 171, 261

Lodo 309, 310, 311, 314, 315, 316

M

Manutenção 4, 94, 131, 174, 182, 183, 195, 196, 198, 251, 255, 287

Mercado de trabalho 317, 318, 319, 320, 322, 324, 325, 326, 327, 328

Metacaulim 94, 96, 97, 98, 104, 105, 120, 121, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 245

Metálica 161, 162, 194, 195

P

Pasta cimentícia 79, 120, 126, 128

Patologia 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 22, 51, 182

Patológica 20, 21

Perda de carga 173, 177, 179, 180

Pico 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 107, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 208

Pontes 95, 182, 183, 184, 187, 196

Pórtico 145, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 261

Portos 214, 216, 219, 220, 221, 231, 232, 233, 310

Projeto 1, 2, 3, 4, 9, 22, 24, 25, 26, 27, 35, 38, 39, 52, 58, 60, 76, 91, 92, 104, 118, 146, 147, 160, 161, 163, 166, 167, 168, 172, 180, 182, 187, 196, 199, 200, 201, 202, 212, 215, 216, 217, 218, 220, 224, 231, 232, 237, 244, 245, 247, 248, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 260, 263, 264, 266, 268, 269, 310, 315, 327

Propriedades mecânicas 120, 167, 272, 273, 276, 278, 280

Q

Qualidade 1, 2, 3, 9, 17, 35, 91, 96, 98, 100, 146, 162, 167, 175, 180, 198, 235, 238, 240, 243, 244, 245, 247, 250, 251, 252, 255, 256, 291, 317, 318, 320, 321, 322, 327, 328

R

Redução 13, 25, 38, 52, 79, 91, 94, 97, 98, 115, 116, 121, 131, 146, 147, 149, 150, 158, 159, 166, 174, 215, 237, 255, 261, 271, 279, 280, 284, 285, 288, 292, 310

Reforço 37, 38, 39, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 72, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 166, 183, 196

S

Sinal 22, 197, 198, 203, 204, 205, 207, 210, 211, 212

Sustentabilidade 79, 121, 236, 247, 248, 250, 251, 253, 269, 270, 272, 282, 284, 285

T

Transito 211, 212

V

Veículos 38, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 208, 209, 210, 211

Viadutos 182, 183, 184, 187, 191, 195, 196

Vigas 12, 13, 22, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 88, 91, 92, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 152, 156, 159, 164, 188, 189, 190, 238, 260, 261, 291

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

**Atena**
Editora

Ano 2021