

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

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

CAPÍTULO 12

CONTRIBUIÇÃO A ANÁLISE DE PÓRTICOS METÁLICOS 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>

Ana Caroline Braga Aquino

Universidade Estadual do Maranhão
São Luís – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0790054805879794>

Ricardo Alberto Barros Aguado

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

Gabriel Meneses Souza

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

Silas Pacheco Rodrigues Junior

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

Yuri Leandro Abas Frazão

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

RESUMO: Este trabalho analisa estruturas metálicas aporticadas de um edifício considerando painéis de alvenaria como parte integrante da

estrutura, não somente como vedação. Esta análise se baseia ao fato de que a alvenaria já é amplamente utilizada no Brasil como vedação e não haveria grandes investimentos ao considerá-la no cálculo de estabilidade da estrutura. Sua análise quanto a estabilidade será feita em forma de comparações entre o método já usual, aquele que não considera a alvenaria como parte integrante da estrutura, e o método incluindo a alvenaria após a inserção de uma força horizontal do vento. Essa comparação também foi realizada, para ambos os métodos, levando em conta o tipo de ligação entre as peças (rígida e flexível). Assim, houve uma visão de qual delas tem-se uma maior influência da alvenaria. Utilizou-se para essas análises os softwares Ftool, que entrega de forma ágil os deslocamentos de uma estrutura aporticada, e Ciclone, utilizado para verificação no cálculo do vento. Os pórticos escolhidos foram retirados de um projeto de edifício de cinco andares feito por Luccas Lacerda Heluy, acadêmico de Engenharia Civil da UEMA, em que não foram consideradas aberturas, logo traz uma análise completa do potencial do painel de alvenaria para a estabilidade da estrutura.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria. Análise. Estabilidade. Estrutura metálica. Ligação. Pórtico.

CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF METAL GANTRIES FILLED IN WITH BRICKLAYING

ABSTRACT: This study analyse steel structure portico of a building considering a brickwall being a part of the structure, not just for sealing. This

analysis it's founded in the fact that the brickwork it's already used in Brazil as sealing and it's not necessary a huge investment at considering in the count of the structure's stability. Her analysis as stability was done in a comparison way between the usual method, which one that not consider the brickwork as a part of the structure, and the method that include the brickwall in the structure after add a horizontal force of the wind. This comparison also was done, to both methods, considering the type of contact between the parts of the structure (stiff and flexible). So, there was a vision of which one have more influence by the brickwall. It was used for this analysis the software Ftool that brings, in a fast way, the displacements of a portico structure and it was also used the Ciclone, as a verification in the wind calculus. The porticos chosen was removed of a five floors building project made by Luccas Lacerda Heluy, academic of Civil Engineering at UEMA, wherein didn't consider wall openings, ergo, brings the complete potencial of the brickwall to the structure stability.

KEYWORDS: Brickwall. Analysis. Stability. Steel structure. Contact. Portico.

1 | INTRODUÇÃO

A evolução da construção civil é um reflexo do desenvolvimento das técnicas alinhadas aos novos conhecimentos científicos. Essa evolução permitiu a economia de materiais, controle tecnológico e dos custos com mão-de-obra.

É importante frisar que no Brasil utiliza-se diversos sistemas estruturais, porém o concreto armado moldado *in loco* é o mais utilizado. Em decorrência desse fato é pertinente comparar as estruturas metálicas com as estruturas de concreto armado moldado *in loco*. Conforme Reis (2018), enquanto a primeira exige qualificação técnica de nível profissionalizante ou técnico, no mínimo, a segunda não apresenta exigências de escolaridade. fato que a torna mais econômica, porém com nível de qualidade menor. Outra característica da estrutura metálica é que as suas peças são fabricadas, a construção se torna mais rápida por se tratar apenas de uma “montagem”, do que as estruturas de concreto armado moldado *in loco*. Além disso, também podemos citar que a estrutura metálica possui vantagens em relação ao seu peso que é mais leve do que as estruturas de concreto armado.

As estruturas metálicas são objetos deste estudo. Assim como a alvenaria que é o material de preenchimento do pórtico analisado neste trabalho. Tal material foi escolhido justamente por ser uma alternativa economicamente viável, ela provê conforto termo-acústico satisfatório e isolamento contra penetração de umidade, além de ser muito utilizado no Brasil e ter grande oferta no mercado nacional tanto de material quanto da mão-de-obra para aplicação.

Como já ressaltava Alvarenga (2002), os painéis de alvenaria podem ter grande influência no comportamento global da estrutura, já que elas possuem resistência mesmo que em menor capacidade em comparação a estrutura, ou seja, ela possibilita o aumento da rigidez da estrutura a partir da sua capacidade portante residual dos elementos que a

formam.

É válido salientar que a rigidez do pórtico não depende somente da presença ou ausência de um material de preenchimento. A rigidez das ligações interfere bastante na estabilidade da estrutura, podendo reduzir seus deslocamentos verticais e horizontais expressivamente. Além disso, a ligação escolhida para uma edificação influencia diretamente no aparecimento de fissuras por tração, esmagamento por compressão e nos vãos de portas e janelas.

Esse projeto apresenta as variáveis que envolvem a obtenção do valor de rigidez, as características da alvenaria juntamente com sua interação com a argamassa a fim de possibilitar esse aproveitamento de capacidade de incremento da rigidez ao pórtico, além de mostrar a influência dos diferentes tipos de ligações de uma estrutura, o método de análise aplicado e os resultados obtidos através dele.

2 | ESTABILIDADE GLOBAL

2.1 Cargas de vento

Segundo Gonçalves (2004, p.1), pode-se definir o vento, de forma simplificada, como o movimento de massas de ar decorrente das diferenças de pressões na atmosfera. Essa massa de ar, ao colidir com a superfície de uma estrutura, gera uma pressão na mesma, por isso deve-se considerar seus esforços. A própria NBR 6118 (ABNT, 2014) recomenda a incorporação dos esforços decorrentes da ação do vento e devem ser determinados de acordo com a NBR 6123 (ABNT, 1988).

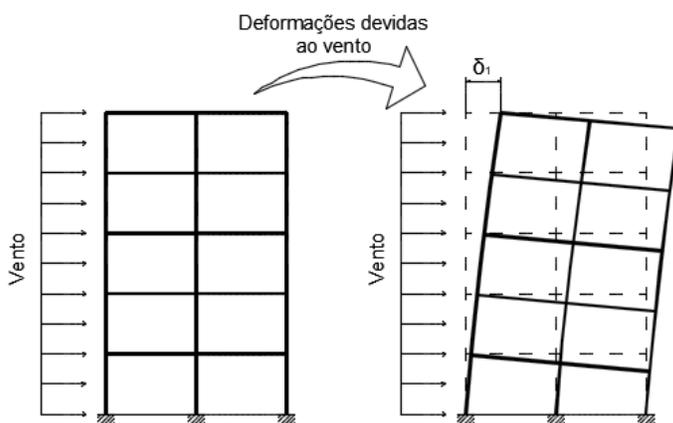


Figura 1 - Pórtico sobre ação do vento

Fonte: Autora (2018)

Carvalho (2009, p.180) aponta que as estruturas, mesmo as mais simples, estão sempre sujeitas, além das ações gravitacionais, às ações laterais decorrentes, principalmente, por efeito de ventos.

É importante salientar que o vento tem caráter aleatório quando se trata da sua intensidade, duração, direção e sentido; por isso, deve ser levado em conta as situações mais desfavoráveis para a estrutura, assim como, deverão ser usados valores medidos experimentalmente e tratados estatisticamente.

2.2 Método do pilar equivalente

Segundo Carvalho (2009, p.182), um arranjo interessante para absorver as ações de ventos são os pórticos compostos de vigas e pilares, como apresentado na figura 1 e 2. Conforme De Faria (2013, p.38), o pilar equivalente é um artifício utilizado para determinar a rigidez à flexão de uma determinada estrutura. Assim sendo, é interessante usar o Método do Pilar Equivalente afim de definir um pilar com mesma rigidez do pórtico e consequentemente encontrar a rigidez a flexão da estrutura.

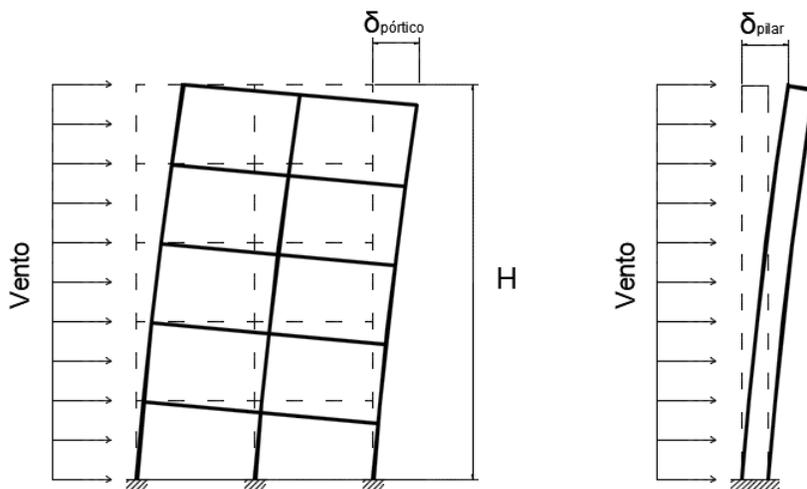


Figura 2 - Pilar Equivalente

Fonte: Autora (2018)

Esse pilar é definido ao se calcular o deslocamento no topo do pórtico a partir de uma força horizontal (vento). Após isso, admite-se um pilar engastado na base e com a outra extremidade livre, com mesma altura, submetido à mesma força horizontal do pórtico (vento) e tendo um deslocamento idêntico ($\delta_{\text{pórtico}} = \delta_{\text{pilar}}$). Dessa forma, segundo Carvalho (2009, p.186), temos a expressão 1 para o deslocamento horizontal do pilar no topo:

$$\delta_{pilar} = \frac{F \cdot H^3}{3 \cdot (E \cdot I)_{pilar}} \quad (1)$$

Igualando as deformações do pórtico e do pilar, temos:

$$(E \cdot I)_{pilar} = \frac{F \cdot H^3}{3 \cdot \delta_{pórtico}} \quad (2)$$

2.3 Parâmetros de avaliação da Estabilidade Global

Para avaliar a estabilidade global das edificações, foram propostos diversos parâmetros e seus limites. O parâmetro α , coeficiente Y_z e o efeito P- δ foram desenvolvidos como forma de indicar meios para análise das estruturas multi-pavimentos. Neste trabalho foi avaliada a deformação a partir de aproximação do comportamento não-linear através do efeito P- δ .

Segundo Carvalho (2009, p.180), quando se considera a deformação da estrutura manifesta-se momentos fletores chamados de segunda ordem, também chamado de efeito P- δ .

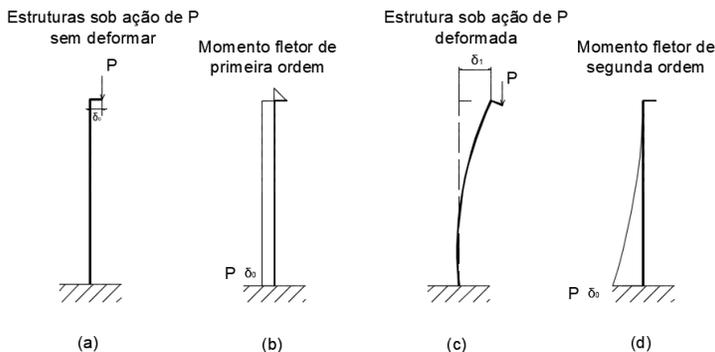


Figura 3 - Efeito P- δ

Fonte: CARVALHO (2009)

É possível notar isso na figura 3; nela, uma haste está sendo, primeiramente, sujeita a uma carga vertical P, gerando um momento fletor denominado de primeira ordem que leva a uma deformação. Em seguida, essa mesma haste, também, é sujeita à ação do vento (carga horizontal) gerando um momento fletor de segunda ordem. Esses efeitos, segundo Carvalho (2009, p.181), são, em geral, maiores quando existem ações laterais significativas atuando em uma estrutura.

De acordo com Meireles (2012, p.45), o efeito P-delta não é linear, uma vez que a atuação da força P gera um momento de 2° ordem que tende a aumentar o valor de Δ o que por sua vez aumenta o momento de 2° ordem. Portanto, o deslocamento Δ é maior que o deslocamento devido a atuação apenas da força horizontal H. Assim, pode-se resumir que o efeito P-delta é uma forma de utilizar a análise linear a fim de obter os esforços de 2° ordem.

3 | ESTRUTURAS METÁLICAS

3.1 Vantagens

De acordo com Bellei (2008, p.23) podemos pontuar algumas vantagens das estruturas de aço.

O aço possui uma alta resistência, é um material homogêneo de produção controlada, possui menores custos e prazos por conta da produção em escala em fábricas, seus elementos podem ser montados e substituídos com facilidade, além de permitir reforço quando necessário e menor prazo de execução.

Temos como outras vantagens também apresentadas pelo BELLEI (2008, p.23):

- Menor custo de administração, por reduzir o número de operários, ter um menor prazo de obra e diminuir os gastos com limpeza da obra;
- Economia nas fundações, devido a maior resistência do aço, que permite um projeto mais leve e alivia, conseqüentemente, as fundações;
- Menor custo de revestimento, por conta da maior precisão de fabricação das estruturas metálicas onde há uma redução nas espessuras dos revestimentos;
- Rapidez de execução pela possibilidade de serem feitas diversas tarefas ao mesmo tempo;
- Maior lucratividade do investimento: maior velocidade de giro do capital investido e maior área útil com elementos estruturais de menores dimensões.

Outro ponto frisado por Bellei (2008, p.22) como vantagem das estruturas metálicas é ela ser usada em quase todos os tipos de construção civil, industrial e viária. Porém, nesse trabalho me restringi somente as vantagens com relação a edifícios de múltiplos andares.

4 | ALVENARIA ESTRUTURAL

4.1 Fatores importantes da alvenaria estrutural

Segundo Corrêa (2003 apud Machado e Antunes, 2015), o principal conceito da alvenaria estrutural é a transmissão de ações através de tensões de compressão. Essa

característica, conforme Gomes (2011 apud Machado e Antunes, 2015), depende de fatores como as dimensões e formato dos blocos, arranjos, verticais e horizontais das juntas, anisotropia das unidades, qualidade da execução, condições de cura e propriedades mecânicas dos materiais constituintes.

4.1.1 Resistência dos blocos

Segundo Garcia (2000, p. 8), dentre os fatores que exercem influência na resistência a compressão, a resistência dos blocos tem caráter predominante. Desde a sua composição até sua geometria influencia na resistência final do conjunto.

No Brasil, de acordo com a norma NBR 8215 (ABNT, 1983), a resistência a compressão da parede é feita a partir de ensaios com prismas de dois blocos. Nesse ensaio, os prismas são blocos unidos por argamassa submetidos a uma força de compressão.

4.1.2 Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento é importante, pois é ela que possui a função de unir os blocos de forma a atender, segundo Oliveira (2001 apud Mota, 2012), para que a junta da argamassa de assentamento horizontal esteja com uma espessura adequada para que os blocos não se toquem, assim como, haja o estado de confinamento necessário para que a argamassa não se rompa.

4.1.3 Diagonal comprimida

Segundo Araújo (2014, p.266), a consideração do efeito favorável da alvenaria de enchimento dos pórticos pode ser feita através dos modelos de bielas. Nesse caso, de acordo com Araújo (2014, p.266) a alvenaria é substituída por uma barra equivalente que funciona como uma biela de compressão inclinada bi rotulada.

De forma resumida, conforme Alvarenga (2002, p.16), Holmes (1961) considerou uma diagonal com espessura e módulo de deformação iguais ao do painel e comprimento de contato igual a um terço do comprimento da diagonal, assim, concluiu que o painel diminuiu os deslocamentos horizontais dos pórticos quando comparados com o mesmo pórtico sem preenchimento. Já, Stafford-Smith (1962) estudou a rigidez lateral de pórticos preenchidos assumindo uma carga total aplicada próxima aos cantos comprimidos do painel, a largura efetiva da diagonal equivalente varia de $d/4$ até $d/11$.

5 | CARACTERIZAÇÃO DO MODELO UTILIZADO

O modelo de pórtico utilizado nesse trabalho é baseado em um projeto de uma edificação de 5 andares retirado do trabalho de conclusão de Heluy (2018) que simula uma edificação comum. Como o objetivo do trabalho é analisar a eficiência quanto a estabilidade do pórtico a partir da inserção de painéis completamente preenchidos com

alvenaria estrutural, não será analisado paredes com aberturas. Logo, não foi considerado esquadrias ou quaisquer aberturas nas paredes do projeto.

Dentre os vários pórticos do projeto, foram escolhidos os pórticos assinalados na figura 4. O pórtico 1 foi escolhido por possuir os menores vãos da estrutura e o pórtico 2 por possuir os maiores; assim, será possível analisar a alvenaria em duas situações: em vãos pequenos e em vãos grandes.

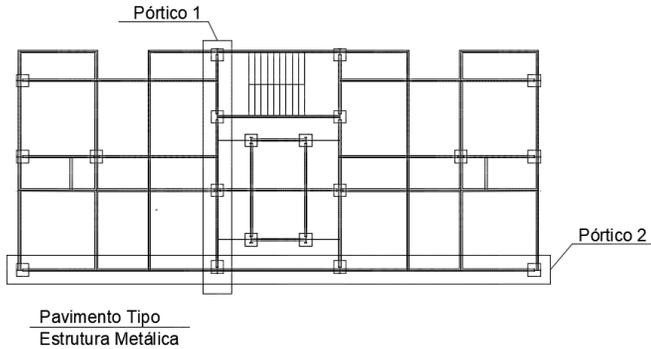


Figura 4 - Pórticos

Fonte: Heluy (2018)

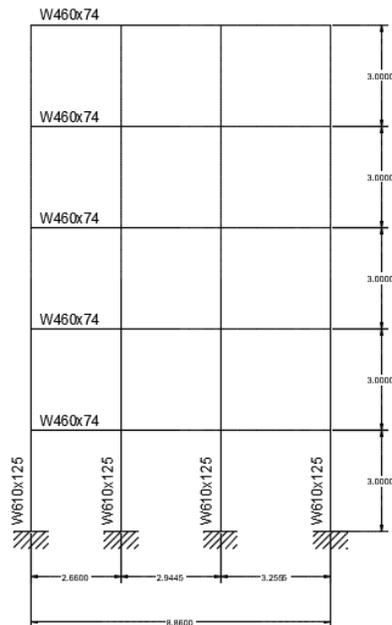


Figura 4 - Pórtico 1

Fonte: Heluy (2018)

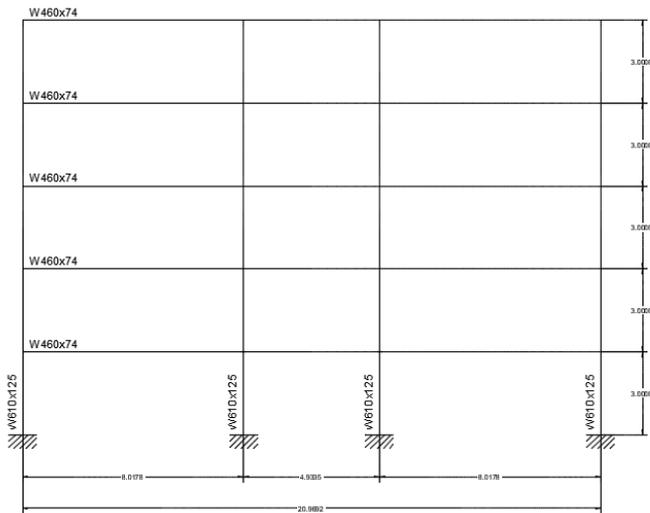


Figura 5 - Pórtico 2

Fonte: Heluy (2018)

Perfis, ligações e cargas foram lançadas exatamente conforme Alvarenga (2002, p.52-57). Todas as análises e dimensionamentos em ELU e ELS-D foram estudadas e aprovadas em todos os critérios, apenas restando a avaliação dos deslocamentos horizontais e comparados com o deslocamento horizontal limite de norma.

6 | RESULTADOS

Após a caracterização do modelo foi lançado os pórticos no software SAP 2000 e dessa vez foi retirado os resultados dos deslocamentos com uso da alvenaria de forma estrutural (diagonal comprimida equivalente) e sem ela. As propriedades utilizadas para as diagonais comprimidas estão resumidas na Figura 6.

Dados			
Ea	Módulo de Elasticidade da Alvenaria	2080	MPa
Ec	Módulo de Elasticidade do Pórtico	200000	MPa
t	Espessura da parede	0,15	m
Ip	Momento de Inércia dos Pilares	3,93E-05	m ⁴
Iv	Momento de Inércia das Vigas	3,34E-04	m ⁴
fpk	Resistência característica do prisma	2,6	Mpa

Figura 6 - Dados para o cálculo da diagonal equivalente

Fonte: Autora (2018)

Os Pórtico 1 e 2 foram subdivididos em pórticos modulares menores a fim de identificar fatores de interferência como vão e tipo de ligação nas cargas absorvidas pelas diagonais. O Pórtico 1 foi subdividido nos pórticos A, B e C mostrados na Figura 7 e os resultados de carga absorvida para ligações flexíveis e rígidas são mostrados na Figura 8 e o Pórtico 2 foi subdividido nos pórticos D e E mostrados na figura Figura 9 com resultados mostrados na Figura 10

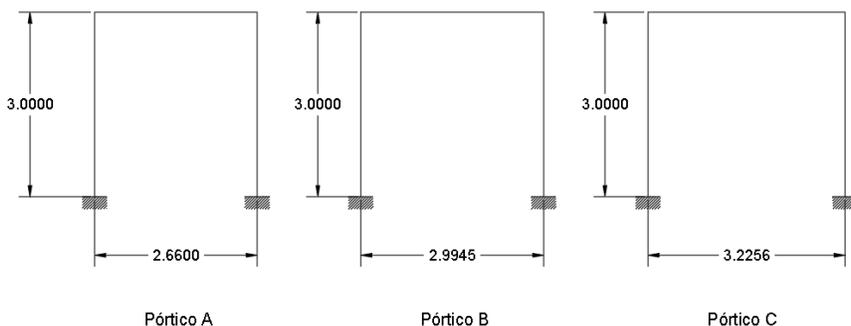


Figura 7 – Pórticos internos ao pórtico 1

Fonte: Autora (2018)

Rc do Pórtico 1		
	Flexível (kN)	Rígido (kN)
Pórtico A	4,65	0,31
Pórtico B	5,01	0,38
Pórtico C	5,14	0,38

Figura 8 - Força de compressão nas diagonais dos pórticos internos ao pórtico 1 (Rc)

Fonte: Autora (2018)

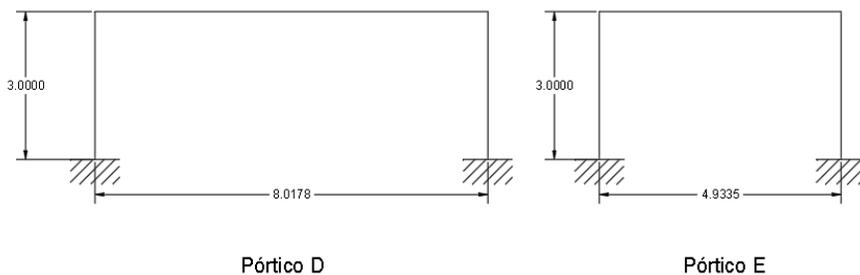


Figura 9 - Pórticos internos ao pórtico 2

Fonte: Autora (2018)

Rc do Pórtico 2		
	Flexível (kN)	Rígido (kN)
Pórtico D	4,88	0,67
Pórtico E	4,31	0,58

Figura 10 - Força de compressão nas diagonais dos pórticos internos ao pórtico 1 (Rc)

Fonte: Autora (2018)

Analisado, então o edifício completo, foram obtidos os deslocamentos verticais máximos mostrados na Figura 11.

	Deslocamentos			
	Ligações Flexíveis/Rotuladas		Ligações Rígidas	
	Sem Alvenaria	Com Alvenaria	Sem Alvenaria	Com Alvenaria
Pórtico 1	7,078 cm	5,772 cm	0,3967	0,3937 cm
Pórtico 2	5,779 cm	4,193 cm	0,5239	0,5105 cm

Figura 11 – Deslocamentos verticais máximos no topo da edificação

Fonte: Autora (2018)

71 CONCLUSÃO

Todos os modelos estudados tiveram uma diminuição de deslocamento ao ser inserido a alvenaria como parte integrante da estabilidade da estrutura, sendo no pórtico com ligações rotuladas a maior influência dos blocos de alvenaria nessa diminuição, já que no pórtico 1 houve uma diminuição de 18,45% e no pórtico 2 houve uma diminuição de 27,44% ao ser utilizado a alvenaria estrutural. É válido frisar que nos pórticos de ligações rígidas a diminuição não foi tão expressiva (0,76% de diminuição no pórtico 1 e 2,56% no pórtico 2), porém, ainda assim a alvenaria contribuiu para a estabilidade da estrutura.

O presente trabalho demonstrou a eficiência quanto a estabilidade no uso da alvenaria estrutural em pórticos metálicos apresentando a carga do vento como força horizontal que proporciona esse deslocamento.

Percebeu-se que a alvenaria como elemento estrutural possui uma maior influência no pórtico com ligações rotuladas a partir do momento em que ela auxilia no travamento horizontal da estrutura, dificultando o seu deslocamento ao ser aplicado uma força. Entretanto, nos pórticos rígidos, esse travamento já ocorre pela própria característica da ligação. Logo, a alvenaria estrutural é apenas uma adição, gerando menos impacto no seu deslocamento, mas ainda assim contribuindo para sua diminuição.

É válido frisar que tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho, a melhor opção são os pórticos rígidos não-preenchidos com alvenaria, já que se pode preenchê-los com alvenaria de vedação (não-estrutural) sem grandes perdas de estabilidade. Porém, a estrutura apertada rotulada possui uma montagem mais rápida e uma estrutura mais leve. Desta forma, a inserção da alvenaria em tal estrutura imprime estabilidade adicional reforçando sua estabilidade tornando a edificação mais estável, quando comparada as estruturas de ligações rígidas, favorecendo sua escolha na construção de uma edificação.

Ao longo do trabalho foram feitas simplificações nos cálculos para a melhor apresentação do conteúdo, sendo utilizados valores máximos da força de compressão para os cálculos, representando a pior situação, além da utilização da menor inércia do pilar independente de sua posição nos pórticos, também pelo mesmo motivo.

REFERÊNCIAS

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

ARAÚJO, J. M. de. **Projeto estrutural de edifícios de concreto armado**. Dunas, Rio Grande, 2014, 3.ed.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8215**: Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão. Rio de Janeiro, 1983.

BELLEI, I H.; PINHO, F. O.; PINHO, M. O. **Edifícios de múltiplos andares em aço**. Editora PINI, São Paulo, 2008.

CARVALHO, R. C. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: volume 2**. Editora Pini, São Paulo, 2009.

GARCIA, P. **Contribuições ao estudo da resistência à compressão de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

REIS, L. C. et al. **Estabilidade global de pórticos preenchidos com alvenaria**. 60º Congresso Brasileiro do Concreto. Setembro 2018, Paraná, Brasil.

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](https://www.instagram.com/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