

# 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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 Cremona  
**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](http://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 METACAU LIM 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 ORGANIZADORES .....329**

## **ÍNDICE REMISSIVO.....330**

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

*Data de aceite:* 01/02/2021

*Data de submissão:* 16/11/2020

### **André Valmir Saugo Ribeiro**

Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/SC  
<http://lattes.cnpq.br/0637952084591333>

### **Jéssyca Mendes da Silva**

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/SC  
<http://lattes.cnpq.br/7605522261336752>

### **Alex Taira de Vasconcelos**

Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/SC  
<http://lattes.cnpq.br/3237918321196322>

### **Philippe Jean Paul Gleize**

Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis/SC  
<http://lattes.cnpq.br/1885352323857497>

**RESUMO:** A utilização de materiais cimentícios suplementares têm sido objeto de estudo entre os pesquisadores cujo intuito consiste em reduzir o consumo de clínquer, e por conseguinte, a emissão de CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera durante sua produção sem que haja perda das

características mecânicas e de durabilidade das matrizes cimentícias. Dentro desse contexto, um material muito utilizado e estudado é o metacaulim, devido sua característica pozolânica que, em presença de hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) produz o silicato de cálcio hidratado (C-S-H), conferindo resistência mecânica no material cimentício e propriedades de durabilidade. O programa experimental consistiu em avaliar propriedades no estado fresco e endurecido de pastas de cimento Portland utilizando três tipos de metacaulins. Para tal, foram realizados ensaios de caracterização com difratometria e fluorescência de raio X (DRX e FRX) e granulometria à laser. Já nas pastas, no estado fresco, mini abatimento e massa específica, e resistência à compressão em 3 idades no estado endurecido. Os resultados obtidos nessa pesquisa, permitiram concluir que, a incorporação do metacaulim resulta em pastas mais viscosas quando comparada com a referência e que substituições de até 20% em massa do cimento não prejudicaram as propriedades mecânicas da pasta.

**PALAVRA-CHAVE:** Metacaulim; Cimento Portland; Pastas cimentícias; Propriedades mecânicas.

### INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF METAKAOLIN APPLIED IN PARTIAL REPLACEMENT TO PORTLAND CEMENT IN CEMENT PASTE

**ABSTRACT:** The use of additional cementitious materials has been the object of study among researchers. The aim is to reduce the consumption of clinker, and therefore the

emission of  $\text{CO}_2$  released into the atmosphere, without losing the mechanical characteristics and durability of the cementitious matrices. In this context, a very used and studied material is metakaolin, due to its pozzolanic characteristic that, in the presence of calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) produces hydrated calcium silicate (C-S-H) imparting mechanical resistance in the cementitious material and properties. The experimental program consisted of evaluating fresh and hardened properties of Portland cement pastes using three types of metacaolins. For that, characterization tests with diffraction and X-ray fluorescence (XRD and XRF) and laser granulometry were performed. In the past, in the fresh state, mini abatement and specific mass, and compressive strength at 3 ages in the hardened state. The results obtained in this research allowed us to conclude that the incorporation of metakaolin results in more viscous pastes when compared to the reference and that substitutions up to 20% by mass of the cement did not affect the mechanical properties of the paste.

**KEYWORDS:** Metakaolin, Portland cement; Cement pastes; Mechanical properties.

## 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação crescente com as questões ambientais e de sustentabilidade vem transformando a indústria da construção civil, fazendo com que, cada vez mais, os materiais cimentícios suplementares sejam utilizados e, conseqüentemente, mais pesquisados. Um dos principais objetivos da aplicação dos materiais cimentícios suplementares (MCS) é promover a redução da quantidade de clínquer utilizada no cimento (EL-DIADANONY et al, 2016).

Os MCS's possuem a capacidade de melhorar as propriedades da matriz cimentícia, como resistência, durabilidade e impermeabilidade por meio da sua atividade pozolânica. Normalmente, têm como principal componente químico a sílica amorfa ( $\text{SiO}_2$ ) e, segundo Ambroise, Maximilien e Pera (1994), a substituição parcial de cimento Portland por materiais pozolânicos se faz vantajosa devida redução do custo total energético e da emissão de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Dentro desse contexto está o metacaulim, material normalmente encontrado em depósitos de argilas caulínicas ou como resíduo industrial de celuloses que fazem o branqueamento de papel (TEODORO, 2016). Por possuírem características pozolânica, ou seja, quando em contato com a portlandita ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ou CH), resultante da hidratação das partículas do cimento, juntamente com a água produz silicato de cálcio hidratado (C-S-H) (COLEMAN;MCWHINNIE, 2000), promovendo à matriz cimentícia maior durabilidade e resistência.

Diferentes tipos de metacaolins estão disponíveis para uso como material cimentício suplementar. Entretanto, o que os distingue essencialmente refere-se a suas composições químicas e físicas, podendo resultar em diferentes comportamentos dentro de uma mesma matriz cimentícia, promovendo modificações em seu comportamento.

Passos et al. (2018), ao caracterizarem diferentes tipos de metacaolins, verificaram

sua potencial contribuição nas propriedades de concretos e argamassas, evidenciando que diferentes características químicas produzem distintas contribuições ao compósito. Curcio, DeAngelis e Pagliolico (1998) constataram que, principalmente nas idades iniciais, quanto maior a área superficial, menor reatividade do material.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar diferentes tipos de metacaulins e verificar como as propriedades físicas e químicas desses materiais, em substituição parcial ao cimento Portland, influenciam nas propriedades do estado fresco e resistência à compressão de pastas cimentícias em idades iniciais e aos 28 dias.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para produção das pastas contendo metacaolin, foi utilizado, como aglomerante de referência, cimento CP V – ARI da marca Itambé, por ser um dos cimentos produzidos no mercado nacional com menor teor de substituições. Como material cimentício suplementar, foram utilizados três diferentes tipos de metacaulins - MK1, MK2 e MK3 com teores de substituição ao cimento Portland de 0%, 10%, 15% e 20%, em relação à massa de cimento. A Figura 1 apresenta um fluxograma representando as etapas do programa experimental desta pesquisa. Cabe ressaltar que a relação água/aglomerante foi de 0,50.

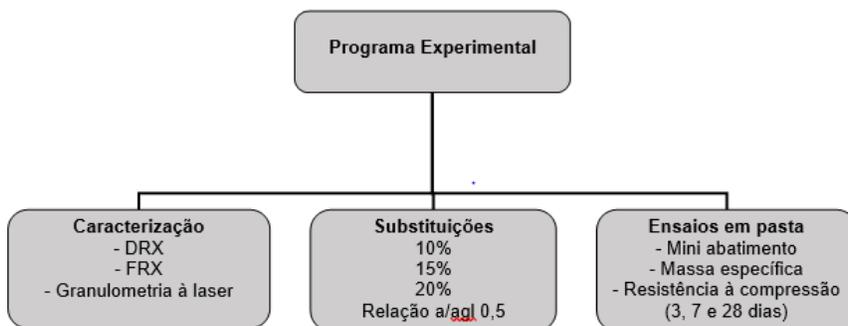


Figura 1 - Fluxograma do programa experimental

Figura 1 - Fluxograma do programa experimental

A caracterização destes materiais foi realizada através de ensaios de difratometria de raios-X (DRX), granulometria à laser, fluorescência de raios-X (FRX) e massa específica pelo Método do Picnômetro. Seguem os resultados dos ensaios realizados no cimento CP V – ARI (FRX e Granulometria à laser) mostrados na Tabela 1.

CP V – ARI	
Granulometria a laser D50 ( $\mu\text{m}$ )	
15,56	
Análise Química (%)	
SiO <sub>2</sub>	18,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,26
CaO	71,56
K <sub>2</sub> O	1,09

Tabela 1 - Caracterização física e química do cimento

Após a etapa de caracterização dos materiais, avaliou-se a influência dos três metacaulins com diferentes teores de substituição ao cimento Portland (CP V – ARI) no estado fresco em pastas cimentícias por meio do ensaio de consistência (mini abatimento) e massa específica. Já no estado endurecido, a resistência à compressão das pastas foi determinada conforme em conformidade com ABNT NBR 7215:1996. As resistências à compressão das pastas produzidas foram analisadas aos 3, 7 e 28 dias.

As pastas de cimento foram produzidas no laboratório de nanotecnologia (Nanotec), localizado na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, com temperatura controlada de 23°C. O aglomerante (cimento + metacaulin) foi homogeneizado durante 30 segundos, manualmente, e depois, adicionou-se água. Durante 2 minutos, os materiais foram misturados por um agitador mecânico da marca Tedemix Ind. e Com. LTDA, modelo ML-03, rotação de 1760 rpm, potência de 0,75 HP e haste tipo *cawles* de fluxo axial e 6 cm de diâmetro.

Com a mistura pronta, fez-se o ensaio do mini abatimento e massa específica para cada pasta. Após a realização dos ensaios no estado fresco, foram produzidos corpos de prova cilíndricos de 2,0 e 4,0 cm de diâmetro e altura, respectivamente, para determinação da resistência à compressão. Para cada idade ensaiada, moldou-se 4 cp's, que, após 24 horas, foram desmoldados e imersos em um tanque com água e cal até as respectivas idades de ensaio.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse tópico serão explanados e discutidos os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais, estado fresco e endurecido das pastas cimentícias.

### 3.1 Caracterização dos metacaulins

Os resultados da caracterização dos metacaulins utilizados no estudo podem ser observados na Tabela 2.

Material	D50 ( $\mu\text{m}$ )	Massa específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
MK1	9,25	2,53
MK2	14,18	2,44
MK3	8,69	2,54

Tabela 2 - Características físicas dos metacaulins.

Pode ser verificado que o MK3 mostrou ser mais fino do que o MK2, isso porque seu D50 é menor do que os demais metacaulins estudados. Assim, pode ser esperado que matrizes cimentícias produzidas com este material cimentício suplementar demandem maior quantidade de água para uma mesma trabalhabilidade. Como o estudo de Dinakar, Sahoo e Sriram (2013), verificou-se que, para os resultados no estado fresco do concreto, quanto maior a substituição de metacaulim ao cimento Portland maior foi a demanda de superplastificante para um mesmo abatimento.

Porém, não é somente o grau de finura do material que influencia em uma maior demanda de água. Deve-se levar em consideração o fator de empacotamento dos materiais, a superfície das partículas, podendo apresentar uma maior ou menor rugosidade, e seu formato, mais ou menos esférica.

Outro fator ilustrado na Tabela 2 é que a massa específica do MK2 é menor do que os demais. Isso pode contribuir para que, com uma mesma substituição em massa, o volume de partículas será maior ao incorporar MK2 do que os demais. Cabe ressaltar que, para uma mesma massa, quanto menor a massa específica de um material, maior será o volume utilizado. Sendo assim, uma maior quantidade volumétrica de sólidos foi encontrada nas pastas produzidas com o MK2 do que as demais (MK1, MK3 e Referência).

Não somente as características físicas podem influenciar nas propriedades de matrizes cimentícias produzidas com diferentes tipos desses materiais cimentícios suplementares. As características químicas desses materiais indicam suas reatividades, bem como, a possível maior ou menor produção de C-S-H. Na Tabela 3 podem ser verificados as características químicas dos materiais em questão pelo ensaio de FRX.

Material	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	Outros (%)
MK1	53,98	43,97	0,33	0,01	1,71
MK2	52,53	42,41	2,02	0,23	2,81
MK3	53,69	45,47	0,31	0,01	0,52
Requisitos ABNT NBR 15894:2010	≥ 44,0 e ≤ 65,0	≥ 32,0 e ≤ 46,0	-	-	-

Tabela 3 – Características químicas dos metacaulins.

Primeiramente, pode ser verificado que todos os materiais estão de acordo com as especificações da quantidade de alumina e sílica descritos na norma ABNT NBR 15894:2010. Os teores de sílica e alumina representam 94,94%, 97,95% e 99,16% da composição de MK2, MK1 e MK3, respectivamente. De acordo com Rocha (2005), somatório dos compostos SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> acima de 90%, correspondem a materiais com alta capacidade reativa.

Dentre os metacaulins estudados o que representa maior reatividade no quesito característica química é o MK3, seguido pelo MK1 e MK2. Porém, pode-se verificar que a quantidade de sílica presente no MK3 é muito semelhante, se não igual, ao MK1. Isso pode inferir que, por mais que o MK3 tenha uma reatividade maior que o MK1 o potencial de produção de C-S-H dos dois deve ser análogo.

Em complemento ao ensaio de FRX, foi realizado o ensaio de DRX para caracterização mineralógica dos metacaulins. Os resultados do ensaio de DRX são apresentados na Figura 2.

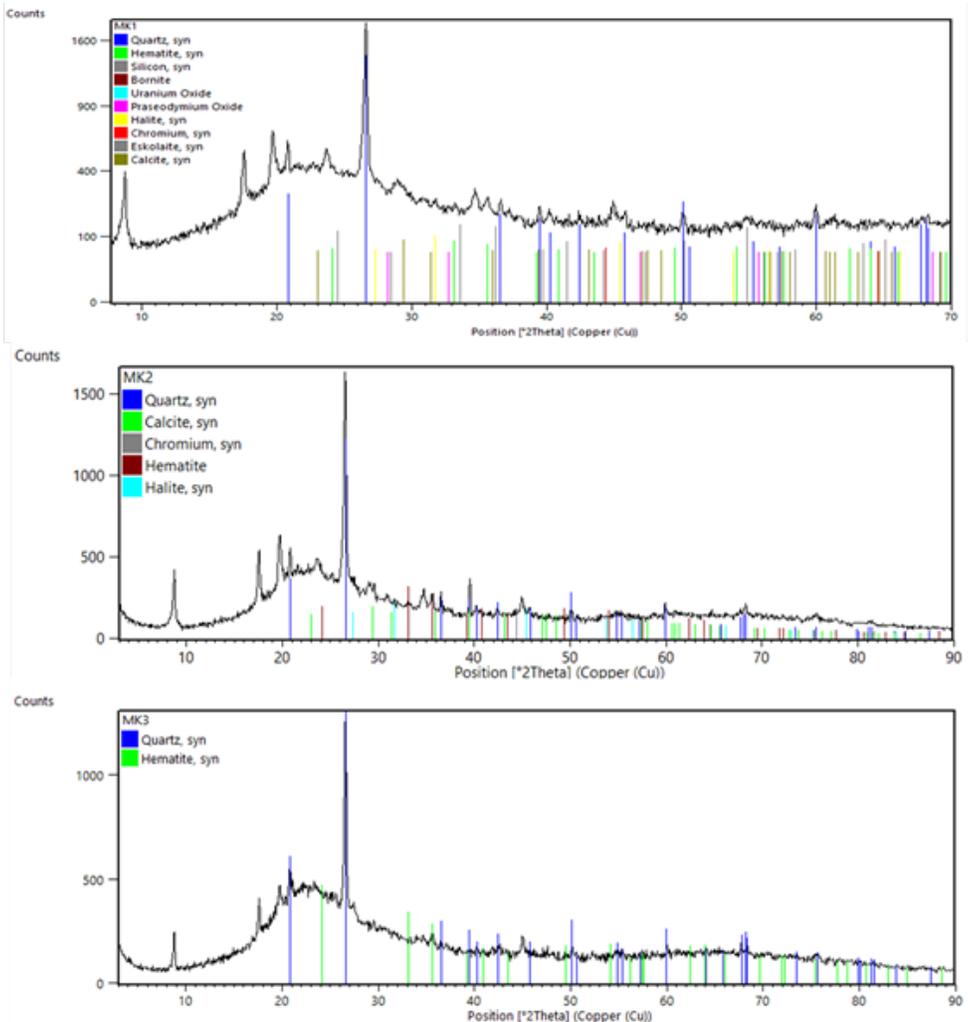


Figura 2 - Resultados do ensaio de DRX dos metacaulins: MK1, MK2, e MK3, respectivamente.

Com os resultados do ensaio de DRX, verifica-se que há presença de segmentos amorfos, tendo o quartzo como principal impureza mineral, e ainda a hematita. Há ainda resquícios de caulinita, que é a matéria prima do metacaulim, no MK1 e ainda outros minerais. Portanto, há uma tendência de um maior grau de pureza apresentado pelo MK3, já que sua composição mineralógica é mais pura do que os demais. Bem como, o MK1 apresentar um menor grau de pureza, isso porque apresenta maior resquícios de minerais do que os outros materiais.

### 3.2 Estado Fresco da pasta cimentícia

Na Figura 3 estão dispostos espalhamentos das pastas produzidas com os

diferentes tipos de metacaulim e a pasta de Referência. Assim, são apresentados os resultados do ensaio de mini abatimento das pastas em questão na Figura 3.

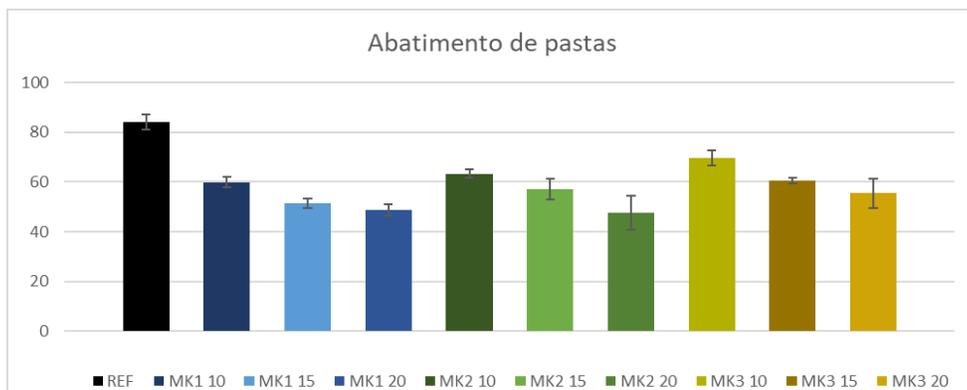


Figura 3 - Abatimento das pastas produzidas

A partir do gráfico pode-se inferir que, independente da substituição e do tipo de metacaulim utilizado em substituição parcial em relação a massa ao cimento Portland o abatimento da pasta diminui. Isso pode ser explicado devido ao maior grau de finura das partículas de metacaulim em relação as partículas do cimento CP V – ARI (SUBASI e EMIROGLU, 2015; EL-DIADANONY et al, 2016; KADRI et al, 2011). Além disso, verifica-se que o abatimento das pastas produzidas com MK1 e MK2 são semelhantes, diferenciando-se das pastas produzidas com MK3.

É interessante visualizar que a pasta de referência teve um abatimento maior do que a com MK2, sendo que os D50 dos materiais são semelhantes, porém a massa específica do metacaulim é menor do que a do cimento. Assim, foi adicionado um maior volume de partículas sólidas de metacaulim em relação as partículas de cimento, além de que a pasta referência apresentou uma maior incorporação de ar. Esses dois fatores apresentados podem explicar a diferença dos abatimentos das suas respectivas pastas.

A diferença de abatimento entre as pastas produzidas com MK1 e MK3 podem ser atribuídas pela diferença entre suas massas específicas e pela diferença entre o diâmetro médio das partículas de cada material. Como a massa específica do MK1 é menor do que a do MK3 o volume de partículas sólidas na mistura com MK1 é maior do que com MK3, isso pode explicar o menor abatimento pasta produzida com MK1 em relação a MK3. Porém, o diâmetro médio das partículas de MK1 é maior do que MK3, isso poderia significar que as pastas produzidas com MK3 teriam menor abatimento. Pode-se então inferir que o fator que teve maior influência no abatimento foi o maior volume de sólidos presente na mistura.

Outro resultado que pode ser ressaltado é que, quanto maior a substituição parcial

de cimento Portland por metacaulim menor foi o abatimento da pasta. Isso pode ser justificado pelo maior grau de finura e menor massa específica do metacaulim em relação ao cimento Portland.

Após o ensaio do mini abatimento foi mensurado a massa específica das pastas produzidas, para o cálculo do teor de ar incorporado de cada pasta. Os resultados do teor de ar incorporado das pastas são ilustrados na Figura 4.

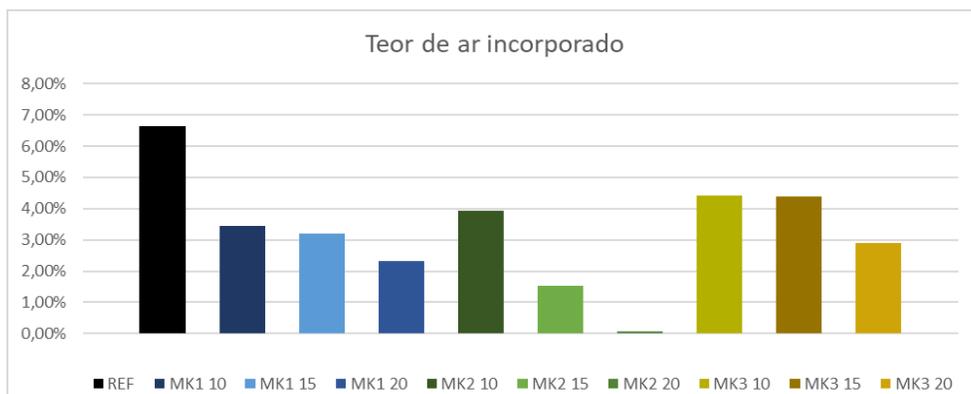


Figura 4 - Teor de ar incorporado nas pastas produzidas

Verifica-se que, independentemente do tipo de metacaulim ou de seu teor utilizado como substituição parcial em relação ao cimento Portland, houve a diminuição do teor de ar incorporado pelas pastas com metacaulim. Isso pode ser justificado pelo elevado teor de finura do metacaulim em relação as partículas de cimento, podendo promover um melhor empacotamento das partículas na mistura. Também pela menor massa específica dos metacaulins em relação ao cimento, assim as pastas produzidas com metacaulim promovem um maior volume de sólidos na mistura.

Pastas com maiores incorporações de ar incidem em resistências à compressão menores, assim verifica-se que devida alta incorporação de ar pela pasta referência há uma tendência de ela apresentar uma resistência à compressão baixa quando comparada com as demais pastas produzidas. Diferente desta, a pasta MK2 com teor de substituição de 20% tem a tendência de resultar em uma maior resistência devida baixa incorporação de ar.

Ainda, nota-se que quanto maior o valor da substituição parcial do metacaulim ao cimento Portland menor foi o teor de ar incorporado. Isso se deve, como já supracitado, ao maior grau de finura e menor massa específica do material cimentício suplementar em relação ao cimento Portland.

### 3.3 Estado Endurecido da pasta cimentícia

Após a moldagem das pastas cimentícias, estas foram submetidas ao ensaio

de resistência à compressão para as idades de 3, 7 e 28 dias. Primeiramente serão apresentados os resultados do ensaio de resistência à compressão para a idade de 3 dias, estes resultados são ilustrados na Figura 5.

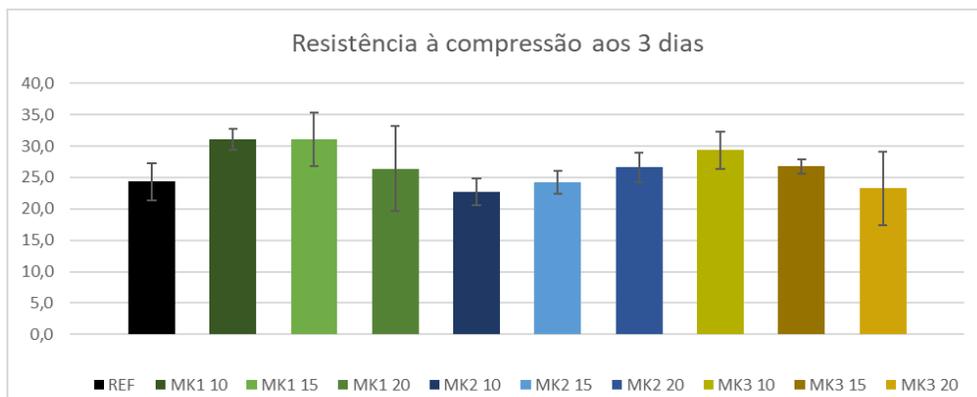


Figura 5 - Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 3 dias

Com os resultados dispostos na Figura 5 verifica-se que as pastas produzidas com MK2 e MK3 e a pasta de Referência apresentaram valores de resistência à compressão semelhantes. Infere-se que as pastas produzidas com MK1 mostraram um ligeiro aumento do valor de resistência à compressão em relação as demais pastas. Isso demonstra que para a idade de 3 dias o fator que influenciou na resistência à compressão das pastas foi o volume de sólidos presentes na mistura. Já que, as pastas produzidas com MK1 tem maior volume de sólidos na mistura devida menor massa específica do material MK1 em relação aos demais. Com um maior volume de partículas sólidas presentes na mistura, essas podem colaborar com a criação de novos pontos de nucleação melhorando assim a resistência em idades iniciais (EL-DIADANONY et al, 2016). Além de que, as partículas de metacaulin podem atuar como efeito filler na matriz cimentícia, bem como, promover uma melhor compactação da matriz cimentícia e um refinamento dos poros (FRÍAS e CABRERA, 2000; SHATAT, 2014).

Pode-se notar que, nas pastas produzidas com MK1 e MK3, quanto maior o teor de substituição menor foi o resultado de resistência à compressão. Isso porque em idades iniciais o efeito pronunciado é o efeito físico do metacaulin. Indicando assim, que para esses materiais o teor ótimo de substituição para a idade de 3 dias na resistência à compressão é o teor de 10% substituição de metacaulin.

Em geral a substituição de cimento Portland por metacaulin para todos os teores mostrou ser viável para a resistência à compressão aos 3 dias, já que com o desvio padrão, todas as resistências das pastas com metacaulins foram semelhantes ou maiores em

relação a pasta de referência. Porém ressalta-se que, como a pasta de referência mostrou a maior incorporação de ar pode ter influenciado em sua resistência.

Após a verificação dos resultados de resistência à compressão aos 3 dias, foram ensaiados à compressão os corpos-de-prova das misturas para a idade de 7 dias. Esses resultados para a idade de 7 dias são mostrados na Figura 6.

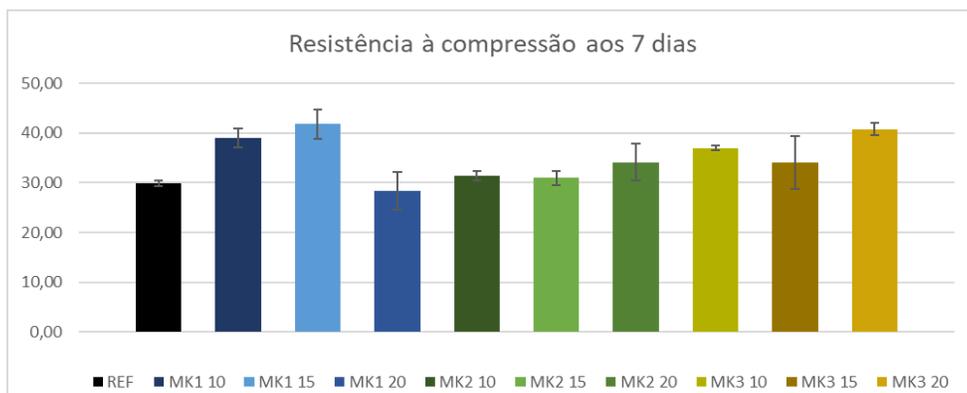


Figura 6 - Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 7 dias

A partir dos resultados na Figura 6 verifica-se que, como na resistência à compressão aos 3 dias, as pastas produzidas com metacaulins mostraram ser viáveis em relação a resistência à compressão aos 7 dias isso porque resultaram em resistências semelhantes ou maiores do que a pasta referência. Os resultados encontrados por Zhang; Malhotra (1995), onde encontraram resistências maiores ou semelhantes para o concreto produzido com uma substituição parcial de 10% de metacaulim em relação ao concreto referência, independente da idade ensaiada entre 1 e 180 dias. Ressalta-se novamente que o alto teor de ar incorporado para a pasta referência pode ter influenciado no resultado do presente estudo.

Nota-se que, houve uma tendência nas pastas com metacaulins resultarem em resistências ligeiramente maiores conforme o aumento do teor de substituição de metacaulim. Como verificado no ensaio de FRX os metacaulins deste estudo mostraram alto grau de pureza, ou seja, alta reatividade. Indicando assim que podem acarretar em atividade pozolânica em idades iniciais. Além do efeito filler, criação de novos pontos de nucleação, auxiliando o processo de hidratação das partículas de cimento, e maior volume de sólidos presentes na mistura (AMBROISE, MAXIMILIEN e PERA, 1994).

Por fim são apresentados na Figura 7, os resultados do ensaio de resistência à compressão dos corpos-de-prova para a idade de 28 dias.

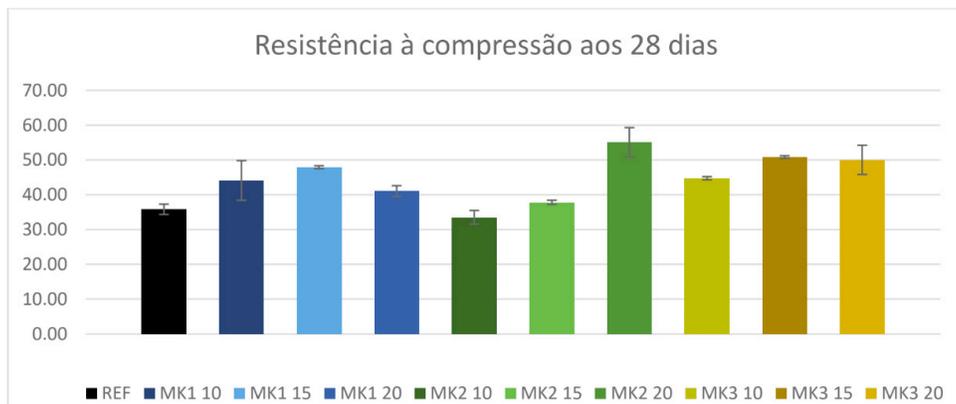


Figura 7 - Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias

Com os resultados de resistência à compressão aos 28 dias, infere-se que houve uma tendência de ganho de resistência à compressão das pastas produzidas com metacaulins ou da manutenção da resistência em relação a pasta de referência independentemente da idade de ensaio e do teor de substituição. Isso, como já supracitado, é devido aos efeitos físicos e químicos acarretados pelo material cimentício suplementar. Porém, a grande incorporação de ar pela pasta referência pode ter contribuído para essa diferença.

Além disso, verifica-se que como foi substituído cimento por material cimentício suplementar espera-se que possa haver perdas na resistência à compressão de matrizes cimentícias. Como não foram observadas diferenças significativas nas resistências à compressão das pastas produzidas com substituição de cimento por metacaulim independente da idade e do teor de substituição e do tipo de metacaulim, pode-se inferir que dentre os metacaulins estudados, qualquer um desses materiais pode ser utilizado em substituição ao cimento Portland sem haver perda da propriedade mecânica.

## 4 | CONCLUSÕES

Os ensaios de caracterização comprovaram características físicas e químicas distintas entre os metacaulins estudados. No estado fresco das pastas cimentícias, o fator mais relevante para a maior redução no abatimento foi a quantidade volumétrica de partículas sólidas presentes em uma mistura. Já que o menor abatimento das pastas foi apresentado pela pasta de metacaulim que teve maior substituição volumétrica.

Para o estado endurecido, observou-se que, independentemente do tipo de metacaulim utilizado e seu teor de substituição, a substituição parcial em massa de metacaulim ao cimento Portland promoveu resistências à compressão na mesma ordem de grandeza em relação a pasta de referência para todas as idades avaliadas. Sendo assim, foi possível a substituição, em até 20%, sem que ocorra redução na resistência

até os 28 dias.

Acredita-se que um estudo como esse produzido em argamassa e concreto apresente melhores resultados, isso porque no concreto e argamassa existem zonas interfaciais que não ocorre em pastas cimentícias evidenciando um melhor desempenho deste material cimentício suplementar.

Ressalta-se, por fim que os resultados deste estudo são válidos para os materiais e a metodologia empregada no trabalho, respeitando suas características físicas e químicas e os equipamentos utilizados.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Norma Brasileira **7215:1996** Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. Norma Brasileira **15894:2010** Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta. Rio de Janeiro, 2010.

AMBROISE, J. MAXIMILIEN S. PERA, J. Properties of metakaolin blended cements. **Advanced Cement Bases Materials**, pages 161-168, 1994.

COLEMAN N.J. MCWHINNIE W.R. The solid state chemistry of metakaolin-blended Ordinary Portland cement. **Journal of Materials Science**, páginas 2701–2710, 2000.

CURCIO, F.; DeANGELIS, B. A.; PAGLIOLICO, S. Metakaolin as a pozzolanic microfiller for high-performance mortars. **Cement and Concrete Research**, v. 28, 803-809, 1998.

EL-DIADAMONY, H. AMER, A. A. EL- HOSENY, S. SOKKARY, T. M. Hydration and characteristics of metakaolin pozzolanic cement pastes. **Housing and Building National Research Center Journal**, HBRC journal, 2016.

FRÍAS, M. CABRERA, J. Pore size distribution and degree of hydration of metakaolin-cement pastes. **Cement and Concrete Research**, vol. 30, pages 561-569, (2000).

KADRI E., KENAI, S. EZZIANE, K. SIDDIQUE, R. SCHUTTER, DE G. Influence of metakaolin and silica fume on the heat of hydration and compressive strength development of mortar. **Applied Clay Science**, vol 53, pages 704-708, 2011.

PASSOS, P.M., JUNGBLUT, M.E. CASCUDO, O. CARASEK, H. Caracterização de metacaulins e sua potencial contribuição em propriedades de concretos e argamassas. **Anais do 60° Congresso Brasileiro do Concreto**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Setembro, 2018.

ROCHA, G. G. **Caracterização microestrutural do Metacaulim de alta reatividade**. 2005. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SHATAT, R. M. Hydration behavior and mechanical properties of blended cement containing various amounts of rice husk ash in presence of metakaolin. **Arabian Journal of Chemistry**, 2014.

TEODORO, R. **Avaliação das características de diferentes metacaulins e sua influência na estrutura interna do concreto e em propriedades ligadas à durabilidade.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

ZHANG, H. M. MALHOTRA, M. V. Characteristics of a thermally activated alumino-silicate pozzolanic material and its use in concrete. **Cement and Concrete Research**, vol. 25, pages 1713-1725, 1995.

## 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 2



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2021