

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. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

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

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

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

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 19

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

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 16/11/2020

Alisson Rodrigues de Oliveira Dias

Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/7625882727010720>

Felipe Alves Amancio

Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/2162641032819159>

Sarah Oliveira Lucas

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/0080409966528829>

Isa Lauren Ximenes de Sousa

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4181021580132655>

Douglas Alexandre Lima

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/9110008689134466>

Helano Wilson Pimentel

Universidade Federal do Ceará, Laboratório de Materiais de Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8235987752257947>

Antônio Eduardo Bezerra Cabral

Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil
Fortaleza, Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6399451844691825>

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da adição de *filler* da escória de aciaria *Baosteel Slag Short flow* (BSSF), nas porcentagens de 0%, 3%, 6% e 12% sobre a massa de cimento, nas propriedades físicas e mecânicas em concretos de cimento Portland. No estado plástico foram analisados a consistência, o consumo de aditivo, massa específica e teor de ar incorporado. No estado endurecido foi investigado a resistência a compressão aos 7, 28 e 63 dias, módulo de elasticidade, absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica. Os resultados obtidos demonstraram que no estado fresco, à medida que se aumenta a adição de *filler* de escória de aciaria BSSF, tem-se uma maior demanda de aditivo superplastificante para manter a trabalhabilidade do concreto na mesma faixa do concreto de referência. No estado endurecido, pode-se constatar melhoras significativas na resistência mecânica em todas as idades, além do aumento do módulo de elasticidade e redução da absorção de água e do índice de vazios com o aumento do teor de

adição de filler de escória de aciaria BSSF.

PALAVRAS-CHAVE: Escória de aciaria, Baosteel slag short flow, Concreto, Propriedades mecânicas, Durabilidade.

POTENTIAL EVALUATION OF BSSF STEEL SLAG FILLER USE AS ADDITION ON CONCRETE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the influence of the addition of Baosteel slag short flow (BSSF) steel slag, in the percentages of 0%, 3%, 6% and 12% on the cement mass, in the physical and mechanical properties of concrete Portland cement. In the plastic state were analyzed the consistency, additive consumption, specific mass and air content. In the hardened state, were investigated the compressive strength at 7, 28 and 63 days, modulus of elasticity, immersion water absorption, void index and specific mass. The results showed that in the fresh state, as the addition of BSSF steel slag filler increases, there is a greater demand for superplasticizer additive to maintain the workability of the concrete in the same range of the reference. In the hardened state, it is possible to observe a significant improvement in mechanical strength at all ages, as well as an increase in modulus of elasticity and reduction of water absorption and voids index with the increase of the addition content of BSSF steel slag filler.

KEYWORDS: Steel slag, Baosteel slag short flow, Concrete, Mechanical properties, Durability.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por transformar o ambiente natural e construído, que precisa ser constantemente atualizado e mantido. Por estar associada à produção e extração de matérias-primas para a execução de seus projetos, tem havido um crescente interesse por pesquisas voltadas para a investigação de novos materiais que possam substituir a aplicação de agregados naturais na construção. Algumas dessas pesquisas visam utilizar materiais alternativos de subprodutos em processos industriais para encontrar soluções que sejam capazes de aliar crescimento econômico e preservação ambiental (GAJDA *et al.*, 2017; XIE *et al.*, 2016) e promover durabilidade e melhorias nas propriedades do produto final (LOHANI *et al.*, 2012).

A maior parte dos resíduos gerados pela atividade industrial pode ser transformada para produzir novos materiais de construção. Dentre os setores industriais responsáveis pela grande geração de subprodutos e resíduos, destaca-se a siderurgia. Em 2017 a produção mundial de aço atingiu 1,689 bilhão de toneladas (WORDSTEEL ASSOCIATION, 2018). Em nível internacional, o Brasil ocupava a 9ª posição, com cerca de 2,1% da produção mundial e era o maior produtor da América Latina, obtendo 52,2% dessa produção (IAB, 2018).

Porém, com o processo de produção do aço, as indústrias siderúrgicas geram grandes quantidades de escória como resíduo (QASRAWI, 2014). De acordo com o mais recente Relatório de Sustentabilidade publicado pelo Instituto Aço Brasil (2018), cada

tonelada de aço produzida gera 607 quilos de coprodutos (escória de aciaria e escória de alto forno) e resíduos (pós e lamas).

Com isso, em 2017, a indústria siderúrgica brasileira gerou um total de 20,9 milhões de toneladas de coprodutos e resíduos. Atualmente, a escória de alto-forno representa cerca de 42% do total de geração de resíduos no Brasil, equivalente a cerca de 8,8 milhões de toneladas/ano, enquanto a escória de aciaria é responsável por 27% dessa geração, ou seja, cerca de 5,6 milhões de toneladas/ano (IAB, 2018).

A escória de alto-forno, devido às suas propriedades aglutinantes, é aplicada na fabricação de cimento Portland (ROJAS, ROJAS, 2004; ILYUSHECHKIN *et al.*, 2012; NEVILLE, BROOKS, 2013), conseqüentemente mais de 90% da escória de alto-forno produzida na indústria do aço é vendida para a indústria cimenteira (IAB, 2018). Em contrapartida, a escória de aciaria contém baixo percentual de sílica amorfa e alto teor de óxidos de ferro, portanto, apresenta baixa ou nenhuma atividade pozolânica e não é adequada para a produção de cimentos (METWALLY; FARIED; TAWFIK, 2017). Como resultado, cerca de 36% do total de escória de aciaria produzida é vendido principalmente para uso em bases e sub-bases de estradas e terraplanagem/aterros (IAB, 2018).

Atualmente, o principal obstáculo à aplicação de escória de aciaria em compósitos cimentícios deve-se à possibilidade de expansão, causada principalmente pelo alto teor de óxidos de cálcio e magnésio livres (CaO e MgO) (WANG, WANG, GAO, 2010; WANG, 2011; BRAND, ROESLER, 2015). Os produtos formadores de hidratação de CaO e MgO são responsáveis pela geração de tensões internas e trincas que podem resultar na desintegração do material. (TAVARES, 2012).

Nesse sentido, a *Baosteel*, empresa siderúrgica chinesa, desenvolveu um novo tratamento para escória de aciaria, onde a escória ainda líquida é basculada em um recipiente rotativo, sendo resfriada rapidamente com jatos de água (LIU; WANG, 2011), combinada com forças mecânicas para trituração, formando um material em fase vítrea, granulada e com baixos teores de óxidos livres (LI, GUO, 2014). Esse tratamento da escória de aciaria confere-lhe a característica de ser livre de expansão (LI, GUO, 2014; LIU, WANG, 2011). Como resultado desse processo, é obtida a escória de aciaria *Baosteel Slag Short Flow* (BSSF). Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da incorporação do filler da escória de aciaria BSSF como adição nas propriedades mecânicas e de durabilidade do concreto de cimento Portland.

2 | MATERIAIS E PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Para a investigação experimental foi utilizado o cimento Portland CP V, por ser o tipo de cimento comercializado que possui menor quantidade de adições. O aditivo químico utilizado foi do tipo superplastificante, composto por policarboxilatos, possui pH

de 7, densidade de 1,15 g/cm³ e solubilidade em água de 100 g/L. A água utilizada na mistura do concreto atendeu aos requisitos da norma brasileira ABNT NBR 15900 (ABNT, 2009). Os agregados utilizados foram areia natural e brita como agregado miúdo e graúdo, respectivamente. Ambos os agregados atenderam aos requisitos da ABNT NBR 7211 (ABNT, 2009). A Tabela 1 apresenta as propriedades físicas desses agregados.

Ensaio	Norma	Agregado miúdo (areia natural)	Agregado graúdo	
			Brita tipo 0	Brita tipo 1
Dimensão máxima característica (DMC)	ABNT NM 248/03	2,36 mm	12,5 mm	19 mm
Módulo de finura	ABNT NM 248/03	2,52	5,99	6,84
Massa unitária	ABNT NM 45/06	1,50 g/cm ³	1,41 g/cm ³	1,37 g/cm ³
Absorção	ABNT NM 52/09	0,2 %	0,89 %	0,94 %
Massa específica	ABNT NM 52/09	2,64 g/cm ³	2,61 g/cm ³	2,61 g/cm ³
Material pulverulento	ABNT NM 46/03	1,7 %	0,29 %	0,9 %

Tabela 1 – Características físicas dos agregados miúdo e graúdo utilizados na pesquisa.

A escória de aciaria BSSF utilizada foi fornecida pela siderúrgica Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP), localizada no estado do Ceará. O material foi seco em estufa à temperatura de 105±5 °C, até a constância de massa. Em seguida, foi submetida a um processo de peneiramento para coleta do material passante na peneira de 75 µm, posteriormente, o material foi caracterizado.

A massa específica da escória de aciaria BSSF é de 3,72 g/cm³, determinada conforme ABNT NBR 16605 (ABNT, 2017). A caracterização química foi realizada por Fluorescência de Raios X (FRX), utilizando um espectrômetro de raios X Rigaku ZSX mini II. Este ensaio mostrou que a escória de aciaria BSSF é basicamente composta por Fe₂O₃, CaO e SiO₂ (± 92%).

A composição mineralógica da escória de aciaria BSSF foi analisada por meio do ensaio de Difração de Raios X (DRX). O equipamento utilizado foi o difratômetro para amostras policristalinas modelo *Xpert Pro MPD Panalytical*. Neste experimento, não foi possível identificar todas as fases cristalinas, pois a escória de aciaria BSSF não possui uma estrutura cristalina definida, em decorrência do processo de resfriamento rápido que não proporciona tempo e condições adequadas para a formação dessas fases. As que melhor caracterizaram os picos também foram as de maior quantidade, que são as fases cristalinas de wustita (FeO) e magnetita (Fe₃O₄), conforme mostra o difratograma da Figura 1. Segundo Murphy *et al.* (1997 apud MASUERO, 2001), a presença de wustita é

responsável pela natureza não cimentícia da escória de aciaria BSSF, enquanto a magnetita é um material fortemente magnético que possui forma cristalina isométrica e forma cúbica.

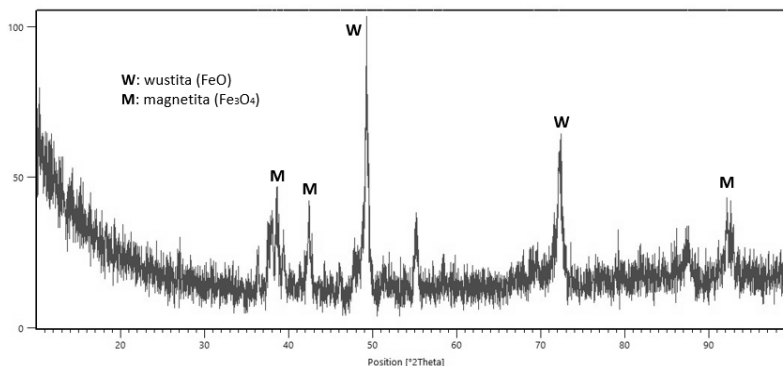


Figura 1 – Difratograma da escória de aciaria BSSF.

Também foi investigado o fenômeno de expansão da escória de aciaria BSSF, seguindo como parâmetro a especificação da ABNT NBR 16697 (ABNT, 2018). O ensaio foi realizado com base no método *Le Chatelier* (ABNT NBR 11582: 2016). Para este método foi adotada a substituição do cimento por escória de aciaria BSSF no teor de 50%, em volume. Pesquisas anteriores mostraram que esse conteúdo é suficiente para que o fenômeno ocorra se o material tiver características expansivas (Mehta (1999) apud Masuero 2001). Como resultado, a escória de aciaria BSSF não apresentou expansão a frio e em relação à expansão a quente, todos os resultados obtidos ficaram dentro do limite máximo especificado na norma brasileira.

Para a obtenção da granulometria da escória de aciaria BSSF, foi realizado um ensaio por difração a laser em um analisador de partículas *Mastersize 2000E*, com o apoio de uma unidade de dispersão *Scirocco 2000M*. A distribuição do tamanho das partículas é mostrada na Figura 2.

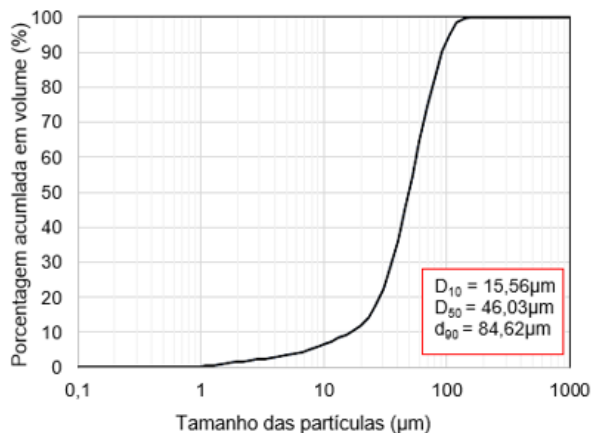


Figura 2 – Granulometria a laser da escória de aciaria BSSF.

Além disso, foi determinado o índice de atividade pozolânica da escória de aciaria BSSF com o cimento Portland, de acordo com a norma ABNT NBR 5752 (ABNT, 2014). Foi determinado um índice de atividade pozolânica de 71%. Este valor não caracteriza a escória de aciaria BSSF como material pozolânico, pois conforme especificações da ABNT NBR 12653 (ABNT, 2014) o índice de pozolanicidade com o cimento Portland deve ser igual ou superior a 90%, para caracterizar o material como pozolânico.

2.2 Programa Experimental

Com o objetivo de analisar o comportamento do concreto quanto às suas propriedades mecânicas e de durabilidade com adição de escória de aciaria BSSF, foram estudadas misturas produzidas com teores de adição de 0%, 3%, 6% e 12% em relação à massa de cimento, em concretos de classe de resistência de 30 MPa. A consistência da mistura foi fixada em 100 ± 10 milímetros obtida pelo ensaio de abatimento do tronco de cone, realizado conforme ABNT NBR NM 67 (ABNT, 1998). A Tabela 2 apresenta o consumo de materiais por metro cúbico dessas misturas.

Traço	Teor de adição	Cimento	Escória de aciaria BSSF	Areia natural	Brita tipo 0	Brita tipo 1	Água
T0	0 %	360,0	-	794,0	264,0	703,0	180,0
T3	3 %	358,9	10,8	791,6	263,2	700,9	179,5
T6	6 %	357,9	21,6	789,3	262,4	698,8	178,9
T12	12 %	355,7	43,2	784,5	260,9	694,6	177,9

Tabela 2 – Consumo de materiais (em kg/m^3) dos traços estudados.

No estado fresco foram determinados o consumo de aditivo, teor de ar incorporado (ABNT NBR NM 47/02) e massa específica (ABNT NBR 9833/08) de cada mistura. Para o estado endurecido foram moldados corpos de prova cilíndricos com dimensões de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Após a moldagem, os corpos de prova foram submetidos à cura úmida por imersão e os testes de caracterização realizados com 7, 28 e/ou 63 dias de idade. Os ensaios realizados foram resistência à compressão (ABNT NBR 5739, 2018), módulo de elasticidade (ABNT NBR 8522, 2017), absorção de água, índice de vazios e massa específica (ABNT NBR 9778, 2005).

Após a coleta de dados, foi realizada a análise estatística dos resultados por meio da Análise de Variância (ANOVA), com nível de confiança de 95%, por meio do software *Statistica 7.0* e realizado o teste de comparação de médias múltiplas pelo teste de Tukey.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na caracterização dos traços de concreto no estado fresco, com adição de escória de aciaria BSSF.

Traço	Teor de adição	Teor de aditivo	Teor de ar incorporado	Massa específica
T0	0 %	0,28 %	2,0 %	2,17 g/cm ³
T3	3 %	0,32 %	3,0 %	2,34 g/cm ³
T6	6 %	0,45 %	3,0 %	2,38 g/cm ³
T12	12 %	0,77 %	5,0 %	2,39 g/cm ³

Tabela 3 – Caracterização das misturas de concreto no estado fresco.

Pode-se observar a partir dos dados da Tabela 3 que a adição de escória de aciaria BSSF causa um aumento no consumo de aditivo para manter a trabalhabilidade necessária. Esse efeito pode estar associado ao aumento da área superficial a ser molhada, devido à adição de partículas finas da escória de aciaria BSSF. No mesmo sentido, o estudo de Westerholm e Lagerblad (2012) explica que o uso de fillers no concreto demanda uma quantidade maior de aditivo superplastificante para manter a trabalhabilidade.

A literatura (NEVILLE, BROOKS, 2013; MEHTA, MONTEIRO, 2013) estabelece que no caso de concretos produzidos com uso de aditivos, o percentual de teor de ar incorporado atinge em média 5%. Assim, os valores apresentados na Tabela 3 podem ser considerados aceitáveis. Em relação à massa específica, ocorre um ganho com o aumento do teor de adição de escória de aciaria BSSF, devido ao maior peso específico da escória de aciaria BSSF (3,72 g / cm³).

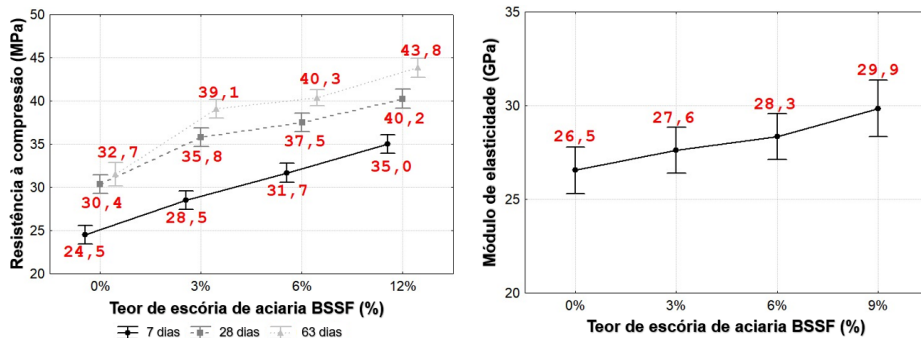


Figura 3 – a) Comportamento da resistência à compressão com a adição da escória de aciaria BSSF por idade e; b) Módulo de elasticidade dos traços investigados aos 28 dias.

Em relação às propriedades mecânicas, a Figura 3 revela que houve um aumento gradativo da resistência à compressão (Figura 3a) e do módulo de elasticidade (Figura 3b) à medida que aumentou o teor de adição de escória de aciaria BSSF, em todas as idades investigadas.

Verifica-se que os maiores teores de adição geraram os maiores valores de resistência à compressão e módulo de elasticidade. Isto deve-se ao melhor empacotamento dos grãos, em virtude dos microfinos, gerando assim um melhor preenchimento dos vazios do concreto. Além disto, o incremento de módulo de elasticidade também pode ter ocorrido devido à elevada massa específica da escória de aciaria ($3,72 \text{ g/cm}^3$) bem como a dureza do mesmo, pois a dureza da escória de aciaria é similar ou superior aos agregados de origem quartzosa e granítica (MOTZ, GEISELER, 2001; LUXAN *et al.*, 2000).

Destaca-se ainda a influência na resistência à compressão nos traços com maiores teores de filler de escória de aciaria BSSF, em virtude do aumento do consumo de aditivo, ao passo que a adição de superplastificante no concreto melhora o empacotamento das partículas dispersando as partículas finas, aumentando assim a resistência (MOOSBERG *et al.*, 2004).

Com o aumento da resistência à compressão devido o aumento da adição de filler de escória de aciaria BSSF, esperava-se um incremento no módulo de elasticidade do concreto, ao passo que a resistência do concreto exerce influência no módulo de elasticidade (MEHTA, MONTEIRO, 2014; NEVILLE, BROOKS, 2013). Em relação ao módulo de elasticidade, ao calcular a Análise de Variância (ANOVA), foi possível determinar que a adição de escória de aciaria BSSF exerce influência significativa em tal propriedade, verificou-se que tanto a idade como o teor de adição são estatisticamente significativos. Entretanto, com o teste de comparações de médias de Tukey, verificou-se que as diferenças ocorrem entre o traço T0 e o traço T12. Isto implica dizer que a diferença não é significativa nos valores de módulo de elasticidade entre os traços T0, T3 e T6.

Em relação à massa específica dos concretos, nota-se que ocorre um aumento desta propriedade conforme aumenta-se o teor de adição de filler de escória de aciaria BSSF (Figura 4). Isto pode ser justificado pela elevada massa específica da escória de aciaria BSSF ($3,72 \text{ g/cm}^3$) em relação aos demais materiais constituintes do concreto.

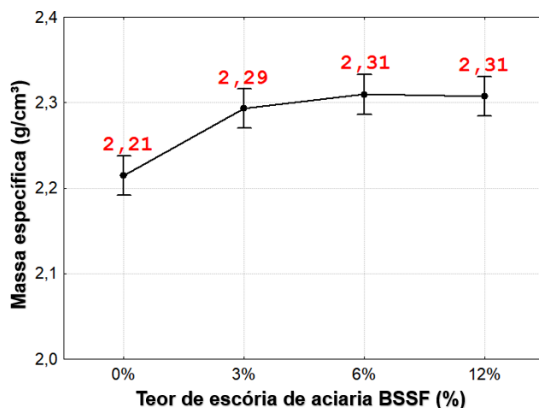


Figura 4 – Massa específica dos concretos conforme o teor de adição de filler de escória de aciaria BSSF.

Em relação ao ensaio de absorção de água por imersão e índice de vazios, os valores são apresentados na Figura 5a e 5b, respectivamente. Verifica-se que o aumento do teor de adição de filler de escória de aciaria BSSF ocasiona uma redução da absorção de água e do índice de vazios em até 35% e 33%, respectivamente. Estudos similares com a adição de materiais inertes em concretos constataram fatos semelhantes. Gonçalves (2000) verificou uma redução significativa na absorção de água (10,2% em comparação com o de referência) e no índice de vazios.

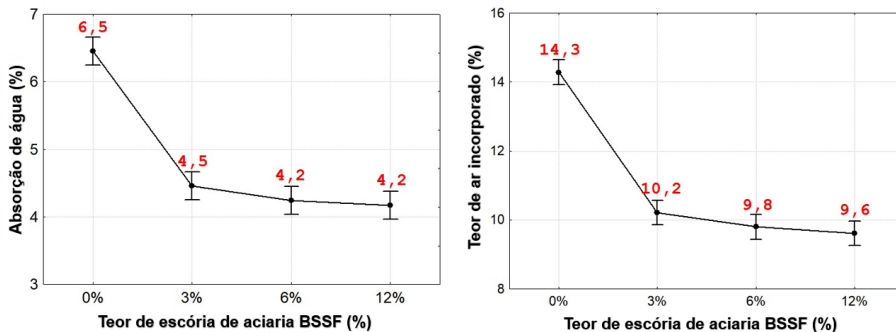


Figura 5 – a) Absorção de água por imersão conforme o teor de adição e; b) Índice de vazios dos concretos conforme o teor de adição de filler de escória de aciaria BSSF.

Conforme a realização da ANOVA, pode-se constatar que a redução da absorção de água e do índice de vazios é significativa. Campos (2015) explica que os finos inertes atuam com material de enchimento, reduzindo a quantidade de vazios no concreto. Com isto, justifica-se os resultados obtidos quanto a redução da absorção de água e índice de vazios e melhoria nas propriedades mecânicas. No mesmo sentido, Mehta e Monteiro (2014), afirmam que a propriedade de índice de vazios tende a diminuir à medida que se aumenta a classe de resistência do concreto, devido ao aumento da densificação da matriz.

4 | CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, para os materiais e metodologias adotadas, pode-se comprovar a viabilidade da utilização do filler da escória de aciaria BSSF como adição em concreto de cimento Portland. Quanto às propriedades no estado fresco, constatou-se um aumento da massa específica, em função da elevada massa específica do resíduo, bem como um aumento considerável do consumo de aditivo. Isto se deve ao aumento da área superficial a ser molhada, com o aumento da adição de filler.

Em relação as propriedades mecânicas, com o aumento do teor de adição, houve um incremento na resistência à compressão de até 42,8%, 32,2% e 39%, respectivamente para as idades de 7 dias, 28 dias e 63 dias, enquanto no módulo de elasticidade, o aumento máximo foi de 12,8%. As propriedades de absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica foram influenciadas significativamente com a adição do filler conforme constatado pela ANOVA. Verificou-se uma redução de até 35% e 33%, respectivamente para a absorção de água e o índice de vazios.

Por fim, recomenda-se a realização de novos ensaios com concretos de diferentes relações a/c para investigar o comportamento em concretos com outras características. Sugere-se ainda a realização de outros ensaios como resistência à abrasão e penetração de íons cloretos, no intuito de obter uma melhor caracterização dos concretos com adição de filler de escória de aciaria BSSF.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregado para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522: Concreto - determinação do módulo estático de elasticidade à compressão**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778: Argamassa e concretos endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9833: Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 47: Concreto – Determinação do teor de ar incorporado em concreto fresco – Método pressométrico**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11582: Cimento Portland - Determinação da expansibilidade Le Chatelier**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653: Materiais pozolânicos - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5752: Materiais pozolânicos - Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias**. Rio de Janeiro, 2014.

BRAND, A. S. ROESLER, J. R. **Steel furnace slag aggregate expansion and hardened concrete properties**. Cement & Concrete Composites. Volume 60, 2015, p. 1-9.

CAMPOS, H. F. **Concreto de alta resistência utilizando pó de pedra como substituição parcial do cimento Portland: Estudo experimental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015, 148p.

GAJDA, K. BAUNE, M. THOMING, J. **Recycling Options for Steel Working Slag and Upcycling Perspectives**. Procedia Manufacturing, v. 8, 2017, p. 643-648.

GONÇALVES, J. P. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para a produção de concretos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000, 135p.

IAB, Instituto Aço Brasil. **Relatório de Sustentabilidade**. Fonte: Instituto Aço Brasil: Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/sustentabilidade/>, 2018.

ILYUSHECHKIN, A. Y. ROBERTS, D. G. FRENCH, D. HARIIS, D. J. **IGCC Solids Disposal and Utilisation**, Relatório Final para ANLEC Project 5-0710-0065. CSIRO, Austrália, 2012.

LI, G. GUO, M. **Current Development of Slag Valorisation in China**. Waste Biomass Valor, v. 5, 2014, p. 317-325.

LIU, Y. WANG, X. **Application of the BSSF molten steel slag processing technology in POSCO**. Baosteel Technical Research, v. 5, ed. 2, 2011, p. 20-23.

LOHANI, T. K. PADHI, M. DASH, K. P. JENA, S. **Optimum utilization of quarry dust as partial replacement of sand in concrete**. International Journal of Applied Sciences and Engineering Research, v. 1, n. 2, 2012, p. 391-404.

LUXAN, M. P. SOTOLONGO, R. DORREGO, F. HERRERO, E. **Characteristics of the slag produced in the fusion of scrap steel by electric arc furnace**. Cement and Concrete Research, volume 30, 2000, p. 517-519.

MASUERO, A. B. **Estabilização das escórias de aciaria elétrica com vistas a sua utilização como substituição ao cimento**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

MEHTA, P. K. MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. PINI, São Paulo, 2014.

METWALLY, K. A. FARIED, A. S. TAWFIK, T.A. **Significance of blast furnace as coarse aggregate in concrete**. Life Science Journal, v. 14, 2017, p.1-6.

MOOSBERG-BUSTNES, H. LAGERBLAD, B. FORSSBERG, E. **The function of fillers in concrete**. Materials and Structures, v. 37, 2004, p. 74-81.

MOTZ, H. GEISELER, J. **Products of steel slag an opportunity to save natural resources**. Waste management, v. 21, 2001, p. 285-293.

NEVILLE, A. M, BROOKS, J. J. **Propriedades do concreto**. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2013, 888 p.

QASRAWI, H. **The use of steel slag aggregate to enhance the mechanical properties of recycled aggregate concrete and retain the environment**. Construction and Building Materials, v. 54, 2014, p. 298-304.

ROJAS, M. F. ROJAS, M. I. S. **Chemical assessment of the electric arc furnace slag as construction material: expansive compounds**. Cement and Concrete Research, v. 34, 2004, p. 1881-1888.

WANG, G. **Determination of the expansion force of coarse steel slag aggregate**. Construction and Building Materials, v. 24, 2010, p. 1961-1966.

WANG, G. WANG, Y. GAO, Z. **Use of steel slag as a granular material: Volume expansion prediction and usability criteria.** Journal of Hazardous Materials, v. 184, 2010, p. 555-560.

WESTERHOLM, M. LAGERBLAD, B. **Filler and filler quality of crushed rocks in concrete production.** Internationale Baustofftagung (ibaasil). Bauhaus-Universidade Weimar, Bundesrepublik Deutschland, v. 2, 2012, p. 12–15.

WORDSTEEL ASSOCIATION. **World steel in figures 2018.** Belgium. ISBN: 978-2-930069-89-0. Disponível em : <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f9359dff-9546-4d6b-bed0-996201185b12/World+Steel+in+Figures+2018.pdf/>, 2018.

XIE, J. WU, S. ZHANG, L. XIAO, Y. DING, W. **Evaluation the deleterious potential and heating characteristics of basic oxygen furnace slag based on laboratory and in-place investigation during large-scale reutilization.** Journal of Cleaner Production, v. 133, 2016, p. 78–87.

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