

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL



CARLOS AUGUSTO ZILLI
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL



CARLOS AUGUSTO ZILLI
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
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. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
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^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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 do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
Profª 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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 Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – 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/UFGA
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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª 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. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª 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
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª 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

Coleção desafios das engenharias: engenharia civil

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Augusto Zilli

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil /
Organizador Carlos Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-302-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.023211407>

1. Engenharia civil. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador).
II. Título.

CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.arenaeditora.com.br
contato@arenaeditora.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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Civil”, em seu primeiro volume, apresenta 18 capítulos que abordam pesquisas relevantes sobre os desafios enfrentados pela engenharia civil mundo afora, tais como: Otimização e Dimensionamento de Peças Estruturais, Concreto em Situações de Incêndio, Confiabilidade Estrutural, Prevenção de Danos em Estruturas, Estudos de Materiais Alternativos para Construção Civil, Concreto Ecológico e Descarte de Resíduos.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas à estruturas de concreto armado e materiais de construção civil.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE LAJES NERVURADAS, UTILIZANDO ALGORITMO GENÉTICO

Jessyca Priscylla de Almeida Nunes

Giuliana Furtado Franca Bono

Gustavo Bono


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114071>

CAPÍTULO 2..... 16

DIMENSIONAMENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO CONFORME MÉTODO TABULAR E PRINCÍPIO DE CÁLCULO DAS ZONAS

Diogo Raniere Ramos e Silva

Maria de Lourdes Teixeira Moreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114072>

CAPÍTULO 3..... 28

CONSIDERAÇÕES SOBRE PUNÇÃO EM LAJES PLANAS DE CONCRETO ARMADO

Ailton Queiroz Junior

Aurélio de Almeida Abdoral Neto

Eduardo Emilio Martins Pinheiro Câmara

Elsimar Souza Santos

Felipe Vieira Ladislau

Janiele Moreira Roland


Kevin de Matos Costa

Luiz Alfredo Franco Pinheiro

Paola de Kácia de Souza Pinto Silva

Pedro Ignácio Lima Gadêlha Jardim

Raíssa Coelho Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114073>


CAPÍTULO 4..... 43

CONFIABILIDADE ESTRUTURAL DE PÓRTICOS PLANOS DE AÇO

Danilo Luiz Santana Mapa

Marcílio Sousa da Rocha Freitas

Ricardo Azoubel da Mota Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114074>


CAPÍTULO 5..... 64

PROJETO ÓTIMO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO COM SEÇÃO T UTILIZANDO OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULAS

Rubens Silva Correia

Giuliana Furtado Franca Bono

Gustavo Bono


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114075>

CAPÍTULO 6..... 79

A SIMULAÇÃO NUMÉRICA NA RESOLUÇÃO DE DESAFIOS DA ENGENHARIA ESTRUTURAL

Tainá Mascarenhas Borghi


Ana Lucia Homce de Cresce El Debs

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114076>

CAPÍTULO 7..... 93

EXPERIÊNCIAS PARA A PREVENÇÃO DE DANOS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO PÓS-TENSIONADO

Sergio Gavilán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114077>

CAPÍTULO 8..... 108

EMPREGO DE ENSAIOS DE DURABILIDADE EM CONCRETOS COM SINTOMAS DE EXPANSÃO EM FUNDAÇÕES DE SUBESTAÇÕES E LINHAS DE TRANSMISSÃO EM MINAS GERAIS


Marina Munaretto Copetti

Cristiane Carine dos Santos

Ana Paula Maran

Silvane Santos da Silva

Régis Luís Wagner Mallmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114078>

CAPÍTULO 9..... 125

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E DE DURABILIDADE DO CONCRETO POLÍMERO DESENVOLVIDO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RESINA POLIURETANA VEGETAL


Alexandre Rodriguez Murari

Giovanna Jacomelli

Victor José dos Santos Baldan

Eduvaldo Paulo Sichieri

Javier Mazariegos Pablos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0232114079>

CAPÍTULO 10..... 138

AVALIAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR CINZAS DE OLARIAS NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO ESTRUTURAL

Larissa Barbosa de Lima

Jozilene de Souza

Júlio César Damasceno

José Edivandro de Sousa Júnior


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140710>

CAPÍTULO 11 151

ESTUDO DO USO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

CIVIL BRASILEIRA


Marcos David dos Santos
Marco Antônio Assis de Oliveira
Danylo de Andrade Lima
Marcelo Laédson Morato Ferreira
Hosana dos Santos Lima
Jaciera Isabelle Medeiros de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140711>

CAPÍTULO 12..... 162

ARTEFATOS DE CONCRETO LEVE E PERMEÁVEL COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E POLIESTIRENO EXPANSÍVEL


Mariana Venturini
Gabriel Salvador
Carlos Henrique Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140712>

CAPÍTULO 13..... 169

ANÁLISE COMPARATIVA DE MITIGAÇÃO UTILIZANDO OS CIMENTOS CPII – F 32, CPII E-40, CPIV E CPV COM METACAULIM EM AGREGADOS POTENCIALMENTE REATIVOS


Marina Munaretto Copetti
Cristiane Carine dos Santos
Ana Paula Maran
Silvane Santos da Silva
Régis Luís Wagner Mallmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140713>

CAPÍTULO 14..... 189

ANÁLISE PRELIMINAR DO COMPORTAMENTO DE PASTAS E ARGAMASSAS DE CIMENTO PORTLAND INCORPORADAS COM PÓ À BASE DE CACTO


Gabriella Cavalcante Souza
João Victor de Paiva Rodrigues
Yasmim Medeiros Rocha
Heber Sivini Ferreira




 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140714>

CAPÍTULO 15..... 201

UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS (POLÍMEROS REFORÇADOS POR FIBRAS) NAS PESQUISAS EXPERIMENTAIS EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO REFORÇADAS AO CISALHAMENTO

Maicon de Freitas Arcine
Nara Villanova Menon

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140715>

CAPÍTULO 16	223
CONCRETO ECOLÓGICO: SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA PELO PÓ DE VIDRO	
Rafael Dantas Ribeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140716	
CAPÍTULO 17	237
RESÍDUO DESCARTADO PELA SIDERÚRGICA DE CORUMBÁ-MS COMO POTENCIAL PARA REAPROVEITAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Manoela da Silva Carvalho	
Fábio Kroll de Lima	
Felipe Fernandes de Oliveira	
Robson Fleming Ribeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140717	
CAPÍTULO 18	253
REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICADAS NA MODELAGEM DA DIFUSÃO DE CO ₂ NO CONCRETO	
Emerson Felipe Felix	
Renan do Vale Leonel de Assis	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.02321140718	
SOBRE O ORGANIZADOR	272
ÍNDICE REMISSIVO	273

CAPÍTULO 12

ARTEFATOS DE CONCRETO LEVE E PERMEÁVEL COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E POLIESTIRENO EXPANSÍVEL

Data de aceite: 01/07/2021

Mariana Venturini

Graduanda em Engenharia Civil do Centro
Universitário Filadélfia

Gabriel Salvador

Graduando em Engenharia Civil do Centro
Universitário Filadélfia

Carlos Henrique Costa

Graduando em Engenharia Civil do Centro
Universitário Filadélfia

RESUMO: Através do grande impacto que a construção civil introduz ao meio ambiente, o estudo apresentado tem por meio auxiliar na sua diminuição mediante da confecção de artefatos de concreto com característica leve e permeável juntamente da utilização de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) de classe A na comparação de traço com o tipo Misto e tipo Cinza, e, Polistireno Expansível (EPS), cujo também ao introduzido no meio ambiente possui um papel prejudicial no mesmo. Para a obtenção de um traço na junção de RCC e EPS leve e permeável sem que resultasse em um traço debilitado e enfraquecido, se acrescentou Sílica Ativa e Aditivo Incorporador de Ar afim de obter uma melhor resistência em seu estado endurecido e melhor vida útil. Na comparação dos traços realizados de RCC misto e traço de RCC cinza, se deu que, o traço realizado com a utilização de RCC cinza possui uma melhor resistência a compressão, permeabilidade acima

do necessário e leveza dentro da expectativa

PALAVRAS-CHAVE: Concreto leve; Concreto Permeável; Resíduos Sólidos; Sustentabilidade; Polistireno Expansível.

INTRODUÇÃO

Com o descontrolado e extenso consumo de recursos naturais, juntamente com a falta de preocupação com as futuras gerações, o desgaste ambiental é aumentado a cada dia e todos nós corremos riscos, através da queima de combustíveis fósseis, descarte de lixos e esgoto, crescimento desordenado das cidades, queima e destruição de cidades onde trazem as consequências do aquecimento global, poluição de água e ar, entre outros.

No segmento da construção civil, levando em conta as fases das construções, o uso de recursos naturais para a fabricação e a má disposição deles no meio ambiente após o uso, é um dos maiores contribuintes de impactos no mundo, levando em consideração esta geração de resíduos. De acordo com o professor Vahan Agopyan da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 75% de matéria-prima produzida no Planeta [1] e, apenas no Brasil, é gerado cerca de meia tonelada de entulhos [2] cujo também geram custos para a sua coleta, seu transporte e deposição em local apropriado.

Esses resíduos são conhecidos como

RCC – Resíduos Sólidos da Construção Civil, em que são divididos em quatro classes, a classe A, referente aos resíduos reutilizáveis ou recicláveis como de demolição de peças pré-moldadas em concreto ou demolição de componentes cerâmicos; Classe B, recicláveis como papéis, plásticos, metais, vidros, madeiras e gesso; Classe C, resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias que permitam sua reciclagem, como isopor e a Classe D o qual são resíduos perigosos ou oriundos no processo da construção como tintas, solventes, óleos ou outros prejudiciais a saúde.

Apesar do EPS apresentar uma pequena parcela do lixo produzido de RCC, a sua maior ameaça é no momento em que o mesmo chega ao mar, pois de acordo com Douglas McCauley, professor de biologia marinha na Universidade da Califórnia em Santa Barbara [3], há dois tipos de problemas provocados pelo EPS para os animais marinhos, o químico, em que representa a propriedade absorvente do material, pois age como uma esponja em que absorve os compostos poluentes do oceano e o tipo mecânico, onde se encontra no intestino dos animais como uma espuma de isopor, onde pode ser fatal.

Através destas pesquisas realizadas pelos autores deste trabalho, juntamente com os professores orientadores, determinou-se o direcionamento dos estudos a respeito da confecção de concreto leve permeável com a utilização do RCC de classe A e EPS com o intuito de auxiliar na diminuição dos impactos ambientais. O principal desafio se trata de conciliar a sua leveza e permeabilidade, onde acaba prejudicando a resistência devido a quantidade de EPS a ser adicionado ao traço, tendo como objetivo então, a definição da proporção de EPS para o traço juntamente com o RCC.

MÉTODOS

Primeiramente para a utilização de RCC no estudo realizado, a coleta dos materiais foram realizadas através da empresa Kurica para RCC misto e para RCC cinza obtido através da empresa Mannain, sendo triturado na Universidade Estadual de Londrina. E então, para a caracterização dos agregados graúdos, de acordo com a norma ABN NBR NM 248:2003, se destinou as amostras de cada RCC para a secagem na estufa por 24 horas e após, o peneiramento utilizando a série normal de peneiras determinada pela norma. Posteriormente, foi realizada a caracterização dos materiais através do ensaio de granulometria e, para a determinação da massa específica dos materiais e massa unitária, foram executadas através das normas ABN NBR NM 52:2009 e ABNT NBR NM 45:2006, respectivamente.

Devidos a estudos referente a utilização de RCC e EPS para a confecção de artefatos de concreto já realizados anteriormente na instituição de ensino onde se realizou os testes, analisou-se que os testes apresentavam um concreto leve porém, se esfarelava em excesso e não possuía resistência. Logo, se optou pela elaboração de um traço com 30% de quantidade de EOS introduzido no RCC, e a escolha do traço 1:4 a/c 0,4 desenvolvido

pelos autores para o estudo e a adição da sílica ativa e o aditivo incorporador de ar Drafill EXP 300. Quando utilizando a sílica ativa juntamente com um plastificante, esta reage formando um concreto de alta resistência, possibilitando assim, a confecção de elementos estruturais de dimensões menores, o que torna essa estrutura mais leve e mais econômica.

A sílica, sendo uma pozolana altamente reativa, ao ser acrescentada em concretos e argamassa, resulta em uma série de alterações em suas propriedades físicas e químicas. Devido a sua forma de refinamento das partículas extremamente finas, atua no preenchimento dos vazios decorrente da hidratação do cimento, proporciona uma melhor densificação em relação a pasta de cimento. E, através da consequência decorrente do efeito químico do hidróxido de cálcio obtido pela hidratação do cimento, em reação com a sílica ativa, há a formação do silicato de cálcio hidratado, responsável pela resistência na pasta endurecida [4]. De acordo com de Dal Molin e Schuler [5] estudos referentes a resistência à compressão na adição em argamassa, com a utilização de teores de 10% da sílica em relação ao cimento, resultaram a aumentos na sua resistência.

O aditivo atua como incorporador de ar para utilização em concretos e/ou argamassas, podendo ser utilizado com um ampla gama de dosagens, sendo adequado às seguintes aplicações: elaboração de concretos leves para especificações termo acústicos, concretos leves para reparos, o que faz reduzir o tempo de execução. Também é utilizado em concretos leves que necessitam uma redução no peso. Optamos pelo seu uso nos traços pelo seu ótimo desempenho na utilização de concretos leves. Além de atender a ABNT: NBR 11768-2011-IA. Entre os benefícios da utilização desse aditivo plastificante em concreto fresco, seria a redução da água de amassamento, proporciona um aumento na fluidez e manutenção de abatimento desse concreto, aumenta a coesão e facilita o adensamento e o lançamento. Já no concreto endurecido, ajuda na produção de um concreto de baixa densidade. O aditivo foi utilizado em nosso estudo como forma de unir os agregados, devido a utilização do EPS.

Para o emprego do mesmo, foi submetido a um teste exploratório afim de chegar ao melhor teor, sendo, a realização do traço 1:4 a/c 0,4 com a utilização de RCC do tipo cinza e outro teste com RCC do tipo misto. O teste resumiu-se em, moldar corpos de prova do tamanho 20x10 e adicionando porcentagens do teor de 0,1% a 0,5% de aditivo a cada molde diferente e inverte-los a cada moldagem ainda frescos para a verificação e análise do corpo de prova com o objetivo de encontrar os melhor teor em que conseguisse atingir uma visualização do aglomeramento de agregados e sem apresentar o efeito parede, sem permeabilização. Encontrando-se o melhor teste com teor de 0,5% onde atendeu-se as viabilidades necessárias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para início de teste foi realizado dois traços de referência, um com apenas RCC

cinza, cimento e água e outro com RCC misto da mesma forma. A seguir serão apresentados na Tabela 1 e Tabela 2.

RCC CINZA SEM EPS					
CORPO DE PROVA	PESAGEM (Kg)	PERMEABILIDADE (K)	RESISTÊNCIA À 7 DIAS	RESISTÊNCIA (MPa)	PESO ESPECÍFICA (Y)
1	3,11	3,641x10 ⁻⁴	4,57	-	1,98
2	3,455		5,55	-	2,20
3	3,345		5,24	-	2,13
4	2,9	5,127x10 ⁻⁴	-	6,3	1,85
5	2,857		-	6,1	1,82
6	3,788		-	5,8	2,41
7	2,98	4,532x10 ⁻⁴	-	6,3	1,90
8	3,386		-	6,0	2,16
9	3,312		-	5,9	2,11
MÉDIA	3,24	4,433 x10 ⁻⁴	5,12	6,1	2,06

Tabela 1: Resultado de Teste Referência RCC Cinza.

RCC MISTO SEM EPS					
CORPO DE PROVA	PESAGEM (Kg)	PERMEABILIDADE (K)	RESISTÊNCIA À 7 DIAS	RESISTÊNCIA (MPa)	PESO ESPECÍFICO (Y)
1	2,22	5,787 x10 ⁻⁴	0,64	-	1,41
2	2,13		0,84	-	1,36
3	2,16	6,567 x10 ⁻⁴	0,63	-	1,38
4	2,115		-	0,84	1,35
5	2,155		-	1,44	1,37
6	2,16	7,291 x10 ⁻⁴	-	0,87	1,38
7	2,15		-	0,97	1,37
8	2,175		-	1,04	1,39
9	2,135	6,674 x10 ⁻⁴	-	0,74	1,36
10	2,21		-	1,30	1,41
11	2,11		-	1,35	1,34
MÉDIA	2,16	6,5795 x10 ⁻⁴	0,703	1,07	1,37

Tabela 2: Resultado de Teste Referência RCC Misto.

Através dos resultados obtidos nesses ensaios, foi possível observar que, os dois traços já apresentam uma boa permeabilidade e o ensaio do RCC misto um peso específico dentro do considerado ideal, porém ao analisar a resistência, o RCC cinza se destacou.

Levando em consideração que os traços de referência realizados deram bons resultados, deu-se continuação com os testes na junção do EPS, aditivo e a sílica.

RCC CINZA C/ 30% EPS, 10% SÍLICA E 0,5% ADITIVO					
CORPO DE PROVA	PESAGEM (Kg)	PERMEABILIDADE (K)	RESISTÊNCIA À 7 DIAS	RESISTÊNCIA (MPa)	PESO ESPECÍFICO (Kg/m ³)
1	2,755	4,958 x10 ⁻⁴	5,15	-	1,75
2	2,72		4,38	-	1,73
3	2,66		4,27	-	1,69
4	2,71	5,231 x10 ⁻⁴	-	5,5	1,73
5	2,695		-	5,1	1,72
6	2,735		-	5,7	1,74
7	2,75	5,716 x10 ⁻⁴	-	6,1	1,75
8	2,78		-	5,1	1,77
9	2,83		-	5,8	1,80
MÉDIA	2,74	5,301 x10 ⁻⁴	4,6	5,6	1,74

Tabela 3: Resultado de Teste Traço 1:4 a/c0,4 RCC Cinza com 30% EPS.

RCC MISTO C/ 30% EPS, 10% SÍLICA E 0,5% ADITIVO					
CORPO DE PROVA	PESAGEM (Kg)	PERMEABILIDADE (K)	RESISTÊNCIA À 7 DIAS	RESISTÊNCIA (MPa)	PESO ESPECÍFICA (γ)
1	2,005	6,112 x10 ⁻⁴	0,38	-	1,28
2	1,835		0,51	-	1,17
3	2,01	7,075 x10 ⁻⁴	0,48	-	1,28
4	1,995		-	0,43	1,27
5	2,045	6,283 x10 ⁻⁴	-	0,42	1,30
6	1,985		-	0,51	1,26
7	2,01		-	0,56	1,28
8	2,02	7,349 x10 ⁻⁴	-	0,56	1,29
9	2,00		-	0,41	1,27
10	2,30		-	0,50	1,26
MÉDIA	2,02	6,704 x10 ⁻⁴	0,457	0,484	1,27

Tabela 4: Resultado de Teste Traço 1:4 a/c0,4 RCC Misto com 30% EPS.

Devido a permeabilidade já ter apresentado bons resultados no traço de referência, ao realizar os ensaios do estudo em questão, por conta do EPS, geraram melhores resultados. E, o peso específico de ambos os testes continuaram dentro da faixa de referência considerável leve.

Em relação a resistência à compressão axial em comparação aos dois testes, apresentaram uma diferença relevante, o ensaio referente ao RCC misto, retomando o ensaio de referência realizado anteriormente, houve um decréscimo de resistência, já o RCC cinza foi notável um aumento.

CONCLUSÃO

Após a análise realizada dos resultados obtidos dos dois testes, foi considerado o traço com a utilização de RCC cinza, o mais qualificado. Através das observações realizadas pelos moldes de corpo de prova de ambos os testes, foram concluídas que, pela presença do material cerâmico presente no RCC misto, onde absorvem uma grande quantidade de água, apresenta uma filtração da mesma em sua pasta ocasionando a um molde de baixa resistência e grande esfrelamento similar aos testes realizados anteriormente na instituição.

Com a obtenção deste resultado, podemos estimular a utilização de materiais de descarte em meio a construção civil, auxiliando no grande impacto que introduz ao meio ambiente e juntamente contribuindo com a diminuição de seu custo ao comparar com a utilização de um concreto convencional para respectivos produtos.

APOIO

Fundação Araucária.

REFERÊNCIAS

[1] AGOPYAN, Vahan. Globo Ciência. Construção Civil consome até 75% da matéria prima do planeta. Jul, 2013. Disponível em < <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-doplaneta.html>>. Acesso em 25 out. 2016.

[2] ABRECON. **Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil.** Disponível em: <https://abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil/>. Acesso em: 25 out. 2019

[3] SÃO PAULO SÃO. **Por que Nova York declarou guerra ao isopor.** Disponível em: <<https://saopaulosao.com.br/conteudos/outros/273-por-que-nova-york-declarou-guerra-ao-isopor.html#>>. Acesso em: 25 out. 2019

[4] VASKE, N. R.; CAMPAGNOLO, J. L.; MOLIN, D. C. Aplicação da argamassa com adição de sílica ativa como material de reforço em elementos comprimidos de concreto. **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Número, p.1-19, out/2018.

[5] DAL MOLIN, D. C. C.; SCHULER, A. Estudo a respeito da aderência de argamassas com adição de microssilica sobre o concreto endurecido, suas propriedades mecânicas e possibilidade de uso em reforços estruturais. Relatório de Pesquisa. CPGEC, UFRGS, 1993.

[6] DIPROTEC. **ADITIVOS E COMPLEMENTARES**. Disponível em: <<http://diprotec.com.br/produto/silica-ativa-microsilica/>>. Acesso em: 23 out. 2019

[7] EPS. **APLICAÇÕES**. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/aplicacoes.html>>. Acesso em: 23 out. 2019

[8] GCPAT. **PRODUTOS**. Disponível em: <<https://gcpat.com.br/pt-br/soluciones/products/darafill-0>> . Acesso em: 23 out. 2019

SOBRE O ORGANIZADOR

CARLOS AUGUSTO ZILLI - Possui graduação em Engenharia Civil e Matemática pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2015 e 2005). É doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2021) e mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2020). Possui especialização em Avaliação de Imóveis e Perícias de Engenharia pelo Instituto de Pós-Graduação - FAPAN (2018), em Gestão de Obras e Projetos pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2017), e em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de Capivari - FUCAP (2016). É docente no Instituto Federal de Educação de Santa Catarina (IFSC) - Campus São Carlos. Possui experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática e em Engenharia de Avaliações e Perícias, com ênfase em Inferência Estatística. Tem interesse em temas relacionados à Ciência de Dados, Engenharia de Avaliações e Planta de Valores Genéricos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adições minerais 123, 124, 169, 171, 173, 174, 175, 184, 185, 187
Aditivo natural 189, 191
Agregado miúdo 109, 117, 118, 119, 137, 138, 142, 149, 170, 223, 224, 225, 226, 227, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 240, 251
Agregado reativo 169, 173, 185
Algoritmo genético 1, 5
Análise estrutural avançada 43, 44, 45, 48, 49, 60
Argamassa ecológica 237

C

Cinzas de olaria 138
Cisalhamento 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 92, 150, 201, 202, 203, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 221, 233
Concreto 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 41, 42, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 139, 140, 143, 146, 147, 148, 149, 153, 162, 163, 164, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 180, 184, 185, 186, 187, 190, 194, 199, 200, 201, 202, 203, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 251, 253, 254, 255, 256, 257, 260, 262, 266, 267, 268, 269, 270, 271
Concreto armado 1, 3, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 41, 42, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 74, 75, 77, 78, 88, 170, 201, 202, 203, 206, 209, 210, 212, 213, 216, 217, 218, 220, 221, 253, 254, 268, 270, 271
Concreto leve 162, 163
Concreto permeável 162
Confiabilidade estrutural 43, 44, 45, 51, 52, 53, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 270
Construção civil 1, 3, 67, 107, 109, 125, 126, 127, 136, 137, 138, 139, 140, 149, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 167, 170, 189, 191, 202, 205, 223, 224, 225, 226, 234, 235, 237, 239, 244, 251, 252, 254

D

Dimensionamento 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 36, 41, 64, 65, 69, 74, 77, 78, 210, 211

E

Edificações sustentáveis 152

Engenharia de materiais 137, 152, 189, 235

Engenharia estrutural 2, 79, 80, 82, 83, 91, 92

F

Filler 138, 139, 142

I

Incêndio 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 130, 133, 136

Inteligência artificial 253, 268

L

Lajes 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 18, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 65, 67, 84, 87, 93, 206, 244, 245

Lajes lisas 28, 29, 30, 31, 40, 41, 42

Lajes nervuradas 1, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 65

Ligações semirrígidas 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62

M

Materiais de construção civil 137, 237

Material compósito 201, 203, 204, 215

Matéria-prima 152, 153, 154, 155, 162, 190, 224, 225, 238, 239

Método de Hertz 16, 18, 19

O

Opuntia ficus-indica 189, 190, 191

Otimização 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 46, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 75, 76, 77, 189

Otimização estrutural 1, 5

Otimização por enxame de partículas 64, 65, 66, 70, 77

P

Patologia 93, 109, 169, 170, 268

Piso misto de pequena altura 79, 80, 83, 89, 90, 92

Pó de balão 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252

Polímero 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 136, 194, 195, 209, 217, 221

Polistireno expansível 162

Pórticos planos 43, 48, 49, 61

Pós-tensionado 93

Propriedades mecânicas e físicas 125, 127, 136

Punção 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42

R

RAA 108, 109, 110, 119, 123, 169, 171, 172, 173, 175, 176, 184, 185, 187

Reciclagem 137, 155, 159, 160, 163, 223, 224, 225, 234, 235, 236, 251

Reforço 86, 93, 123, 131, 167, 187, 201, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 220, 221

Resíduos da siderurgia 237

Resíduos sólidos 126, 137, 162, 163, 224, 238

Resina poliuretana vegetal 125, 127, 135

S

Simulação numérica 79, 80, 81, 83, 85, 87, 91, 92

Spray drying 189, 190, 191

Sustentabilidade 125, 126, 127, 137, 139, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 224, 235, 252

V

Vidro 161, 201, 209, 213, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Vigas de concreto armado 15, 16, 26, 64, 65, 66, 74, 78, 201, 206, 216, 218, 221

Vigas T 64, 210


COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br





 **Atena**
Editora

Ano 2021

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2021