

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 3



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

Atena
Editora
Ano 2021

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 3



**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. 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. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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
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

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil 3 / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-980-6

DOI 10.22533/at.ed.806211204

1. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado (Organizadora). II. 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

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil 3” contempla trinta e um capítulos com pesquisas sobre temas gerais da engenharia civil.

A engenharia civil é uma importante ferramenta social, pois através dela é possível apresentar propostas de edificações com fins sociais, bem como levar saneamento básico para comunidades vulneráveis.

Muitos estudos buscam trazer soluções sustentáveis através da engenharia civil. A aplicação de diversos tipos de resíduos pode gerar novos produtos aplicados na construção civil e pavimentação.

Conhecer o comportamento de materiais de construção, bem como o desenvolvimento de novos produtos, bem como a análise do comportamento de estruturas em diversos métodos construtivos auxilia os profissionais e estudantes a avaliar suas escolhas.

Por fim, apresentamos um estudo sobre o, ainda presente, preconceito que a mulher sofre na área de engenharia civil.

Desejo que esta obra proporcione uma agradável leitura e fomenta novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A INFLUÊNCIA DO USO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE PEDRAS ORNAMENTAIS NAS PROPRIEDADES DE CONCRETOS E ARGAMASSAS

Ana Flávia Ramos Cruz
Cláudia Valéria Gávio Coura
Arthur Ferreira de Paiva
Lucas Machado Rocha
Matheus Pereira Mendes

DOI 10.22533/at.ed.8062112041

CAPÍTULO 2..... 17

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CONCRETOS PRODUZIDOS COM SUBSTITUIÇÃO PACIAL DO AGREGADO MIÚDO PELO RCD

Lara Guizi Anoni
Ana Paula Moreno Trigo

DOI 10.22533/at.ed.8062112042

CAPÍTULO 3..... 25

APROVEITAMENTO DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO COMO ADIÇÃO MINERAL ÀS COMPOSTOS CIMENTÍCIOS

Bruna Silva Almada
Alex Sovat Cancio
Marlo Souza Duarte
Fernanda Galvão de Paula
Nara Linhares Borges de Castro
Abner Araújo Fajardo
White José dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.8062112043

CAPÍTULO 4..... 39

AVALIAÇÃO DE MICROESTRUTURA DE PASTAS CIMENTÍCIAS COM ADIÇÃO DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO DEPOSITADOS EM BARRAGEM DE LAMAS

Nara Linhares Borges de Castro
Laura Guimarães Lage
Carlos Augusto de Souza Oliveira
White José dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.8062112044

CAPÍTULO 5..... 52

ESTUDO DA VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DE AGLOMERANTE POR RESÍDUOS VÍTREOS NA PRODUÇÃO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO

Isabelle Aparecida Costa
Ricardo Schneider

DOI 10.22533/at.ed.8062112045

CAPÍTULO 6.....	59
LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO SUSTENTÁVEL POTENCIALIZADOR PARA DIMINUIR O DESCARTE RESIDUAL	
Fernanda Francine Miranda Braz Maria Clara Pestana Calsa Adriane Mendes Vieira Mota	
DOI 10.22533/at.ed.8062112046	
CAPÍTULO 7.....	73
FABRICAÇÃO DE CONCRETO LEVE ESTRUTURAL UTILIZANDO FIBRAS DE CURAUÁ (ANANASERECTIFOLIUS) E RESÍDUOS DE ARGILA CALCINADA COMO AGREGADO	
Isnailson Feitosa Pinheiro Hilderson da Silva Freitas Samuel Cameli Fernandes Laerte Melo Barros	
DOI 10.22533/at.ed.8062112047	
CAPÍTULO 8.....	85
INTERFERÊNCIA DA CURA TÉRMICA NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM FORMULAÇÕES A BASE DE EGAF E FGD	
Eduarda Pyro Magesk Desilvia Machado Louzada Alessandra Savazzini dos Reis Viviana Possamai Della Sagrillo	
DOI 10.22533/at.ed.8062112048	
CAPÍTULO 9.....	92
PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE EUCALIPTO	
Rebeca Fernandes Balsalobre Marcos Rafael Radaelli Fernando Nunes Cavalheiro Gustavo Savaris	
DOI 10.22533/at.ed.8062112049	
CAPÍTULO 10.....	102
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE MADEIRA NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS APLICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Lidianne do Nascimento Farias	
DOI 10.22533/at.ed.80621120410	
CAPÍTULO 11.....	112
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE CONCRETO ESTRUTURAL COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE CARBONO	
Luiz Fernando Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.80621120411	

CAPÍTULO 12..... 118

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA MADEIRA TRATADA COM IGNIFUGANTES EM SITUAÇÕES DE INCÊNDIO

Gustavo Souza Silva
Ismael Francisco Dias Junior
Mayra Kethlyn da Silva Nascimento
Victor dos Santos Carneiro
Maria Fernanda Quintana Ytza

DOI 10.22533/at.ed.80621120412

CAPÍTULO 13..... 128

ESTUDO DE DOSAGEM DE CONCRETO LEVE COM RESISTÊNCIA PARA FINS ESTRUTURAIS

Lucas Antônio Morais Oliveira
Ingride Escaño
Ana Lúcia Homce de Cresce El Debs

DOI 10.22533/at.ed.80621120413

CAPÍTULO 14..... 142

INVESTIGAÇÃO DE REQUISITOS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL

Rayza Beatriz Rosa Araújo
Walter Ladislau de Barros Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.80621120414

CAPÍTULO 15..... 155

PRODUÇÃO DE COMPOSTOS COM ÓXIDO DE EURÓPIO (EU₂O₃): DOPAGEM POR ALUMÍNIO (Al), FERRO (Fe), CARBONO (C), COBRE (Cu) E TITÂNIO (Ti) POR DEPOSIÇÃO DE VAPOR IÔNICO (ARC-PVD)

Felipe Corrêa Ribeiro
Célio Marques
Daniel Rodrigues de Oliveira Novaes
Gilmar de Souza Dias
Isabelle Pereira Souza Dias
Isac Rossi Sylvestre
João Paulo Tailor de Matos Salvador
Júllia Sttefane de Oliveira
Lorena Silva Castello
Maykon Elias Batista
Rodrigo Vieira Rodrigues
Tales Costa de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.80621120415

CAPÍTULO 16..... 165

A INFLUÊNCIA DAS PONTES TÉRMICAS NO DESEMPENHO TÉRMICO, ENERGÉTICO E NAS ESTRUTURAS DAS EDIFICAÇÕES DA BAIXADA SANTISTA

Edmar Nascimento Lopes
Rodrigo Onofre de Oliveira
Itamar Gonçalves da Silva

Rodrigo Coelho Roberto

DOI 10.22533/at.ed.80621120416

SOBRE A ORGANIZADORA.....	175
ÍNDICE REMISSIVO.....	176

CAPÍTULO 8

INTERFERÊNCIA DA CURA TÉRMICA NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM FORMULAÇÕES A BASE DE EGAF E FGD

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Eduarda Pylro Magesk

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, Curso Técnico em Edificações
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/9078702828272877>

Desilvia Machado Louzada

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, Coordenadoria do Curso Técnico em Edificações
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/2486049677883325>

Alessandra Savazzini dos Reis

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, Coordenadoria do Curso Técnico em Edificações
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/4640894239319046>

Viviana Possamai Della Sagrillo

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica de Materiais
Vitória - ES
<http://lattes.cnpq.br/1930428200424034>

RESUMO: O cimento Portland (CP) está presente em praticamente todas as etapas da construção, desde a infraestrutura até a fase dos serviços de acabamentos. Devido a sua alta demanda, pesquisas vêm sendo feitas em busca do reaproveitamento de resíduos para a produção

de materiais cimentantes. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a interferência da cura térmica na resistência à compressão em formulações a base de dois resíduos industriais do Estado do Espírito Santo-Brasil: escória granulada de alto forno (EGAF), fornecida por uma empresa cimenteira com granulometria 0,05% de material retido na peneira de abertura de malha 200 mm; e gesso FGD (Flue Gas Desulfurization) cedido por uma siderúrgica. Foram moldados corpos de prova cúbicos de 2,4cm e relação água/material seco de 0,4. Sendo a pasta de referência com 100% de EGAF e 4 formulações com diferentes porcentagens de materiais e/ou tempo de cura térmica: F1 (90% EGAF, 10% FGD, 24 h), F2 (90% EGAF, 10% FGD, 72 h), F3 (80% EGAF, 20% FGD, 24 h) e F4 (80% EGAF, 20% FGD, 72 h). Os resultados demonstram que a cura térmica influencia positivamente, aumentando o valor da resistência à compressão da EGAF e que a adição do resíduo FGD à EGAF melhora a resistência da EGAF, uma vez que todas as formulações com adição de FGD apresentaram resistência superiores às formulações com 100% EGAF, independente do tempo de cura. Nas primeiras idades as formulações com 20% de FGD alcançaram resistência à compressão mais elevada, já em idades mais avançadas foram as formulações com 10% de FGD que apresentaram os maiores desempenhos.

PALAVRAS-CHAVE: Escória Granulada de Alto Forno. Gesso FGD. Cura Térmica. Resíduos Industriais.

INTERFERENCE OF THERMAL CURING IN COMPRESSIVE STRENGTH IN GGBFS AND FGD GYPSUM BASED COMPOSITIONS

ABSTRACT: Portland cement (CP) is present in practically all stages of construction, from the infrastructure to the finishing phase. Due to its high demand, studies have been carried out in search of reusing waste for the production of cementitious materials. This study aims to evaluate the interference of thermal curing in compressive strength in compositions based on 2 residues from the State of Espírito Santo, Brazil: Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS), supplied by a cement company with grading 0.05% of material retained in the 200 mm mesh sieve; and FGD gypsum (Flue Gas Desulfurization) provided by a steelmaker. Test specimens were cubic with a 2.4 cm edge and a water/dry material ratio of 0.4. Reference pastes were molded with 100% GGBFS and 4 formulations with different percentages of materials and/or thermal curing time: F1 (90% GGBFS, 10% FGD, 24 h); F2 (90% GGBFS, 10% FGD, 72 h); F3 (80% GGBFS, 20% FGD, 24 h); and F4 (80% GGBFS, 20% FGD, 72 h). The results show that the thermal curing positively influences the compressive strength of the GGBFS and that the addition of the FGD residue to the GGBFS improves the strength of the GGBFS, since all formulations with the addition of FGD showed higher strength than the formulations with 100% GGBFS, regardless of curing time. At early ages, formulations with 20% FGD achieved higher compressive strengths, while at more advanced ages, formulations with 10% FGD showed the highest performance.

KEYWORDS: Ground Granulated Blast Frunace Slag. FGD Gypsum. Thermal Curing. Industrial Wates.

1 | INTRODUÇÃO

O cimento Portland (CP) está presente em várias etapas da construção, sendo utilizado na infraestrutura, na qual é aplicado em concretos estruturais; nas etapas mais simples, como para a produção de argamassas colantes de placas cerâmicas, etc; ou nos serviços de acabamentos como os rejuntas cimentícios. Sendo, portanto, o CP, um material de alto consumo e relevante para a Construção Civil, justificando-se assim a busca da comunidade científica em possibilidades de produção de materiais alternativos ao CP, mais sustentáveis e econômicos para produção de materiais cimentantes, sendo o uso de resíduos industriais uma dessas possibilidades. (RAJESH, 2013; QURESHI e GHOSH, 2014; TORRES-CARRASCO et al., 2015).

A partir dessa demanda buscou-se avaliar o potencial de produção de material cimentante, exclusivamente a partir de resíduos industriais gerados no Estado do Espírito Santo - Brasil, sendo eles a escória granulada de alto forno (EGAF) e o gesso FGD (Flue Gas Desulfurization).

No Brasil, a NBR 16697:2018 possibilita a produção de CP com até 75% de EGAF na sua composição, razão pela qual o resíduo foi escolhido para a referente pesquisa. A EGAF é um subproduto da indústria siderúrgica que se forma pela fusão das impurezas do minério de ferro, adquirindo caráter cimentante, e que na presença de substâncias alcalinas forma

um composto com elevadas resistências e maior durabilidade em relação ao CP (RAJESH, 2013; QURESHI e GHOSH, 2014; TORRES-CARRASCO et al., 2015).

O gesso FGD é um resíduo proveniente do sistema de dessulfuração de gases de combustão das centrais termoelétricas do processamento do carvão mineral que de acordo com o inventário da empresa ArcelorMittal (2014-2015), é um dos principais resíduos da indústria, alcançando uma geração de 25.000 t/ano.

WU et al. (2009) ao investigarem o potencial de aplicação do gesso FGD, observaram que a adição de gesso ao cimento supersulfatado contribuiu para o aumento de sua resistência. Liu et al. (2016) estudaram a substituição do gesso natural por vários tipos de gesso e constataram que a resistência à compressão, à idades mais avançadas, do cimento belítico com gesso FGD é superior ao cimento com gesso natural. Estudos como os de Dong-Yi Lei et al. (2017) obtiveram resultados satisfatórios para materiais de construção com gesso FGD não tratado termicamente, usando cura a vapor e posteriormente cura saturada.

Da mesma forma, a resistência dos cimentos de escória é influenciada pelas condições térmicas da cura. O aumento da temperatura pode acelerar a velocidade das reações de hidratação, o que resulta em uma resistência mecânica superior. Estudo realizado por Bakharev et al. (1999) utilizou a cura térmica a 70°C, o tratamento térmico contribuiu para a resistência nas primeiras idades, mas houve declínio em idades mais avançadas. No estudo de Gonçalves (2014) a temperatura de cura a 40°C aumentou a resistência mecânica enquanto que a cura à 80°C não teve influência nas propriedades mecânicas. Para BO QU et al. (2016) a pré cura a 85°C por 20 h acelera a velocidade das reações de hidratação o que gera um cimento semelhante ao CP.

Bakharev et al. (1999) estudaram cura térmica à 70°C, Marques (2013) à 40°C e Gonçalves (2014) à 40°C e 80°C. Devido à diversidade das temperaturas de curas encontradas na revisão bibliográfica, optou-se por estudar cura à 60°C com duração de 24 h e 72 h, em formulações compostas por EGAF e com teores de gesso FDG de 0%, 10% e 20%, e analisar o desempenho da resistência à compressão das formulações em diferentes tempos de cura térmica.

2 | MATERIAIS

Para a produção do material cimentante proposto foram utilizados dois resíduos industriais: escória granulada de alto forno (EGAF) e gesso FGD.

A EGAF foi fornecida por uma empresa cimenteira localizada no estado do Espírito Santo-Brasil com granulometria 0,05% de material retido na peneira de abertura de malha 200 mm. O gesso FGD foi cedido por uma siderúrgica do estado do Espírito Santo-Brasil. Foi utilizada água do sistema de abastecimento local.

A composição química dos materiais utilizados está apresentada na Tabela 1, sendo

que o FGD apresenta perda ao fogo de 6,07 %.

Óxidos	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
EGAF	40,13	34,91	11,29	0,33	7,37	0,34	2,28	0,14	2,21
FGD	39,48	0,23	0,07	0,10	0,3	0,06	-	0,12	45,4

Tabela 1- FRx dos materiais (% em massa)

Fonte: Autores (2019).

3 I METODOLOGIA

Para avaliar a resistência à compressão foram produzidas uma pasta de referência com 100% de EGAF e 4 diferentes formulações com os 2 resíduos (Tabela 2). Foram moldados corpos de prova cúbicos de 2,4 cm, sendo a relação água/material seco (a/c) de 0,4. Para isso, os materiais de cada formulação foram previamente homogeneizados com o auxílio de um fouet. À mistura homogeneizada foi adicionada água. Depois de deixar o material decantar por 30s na água, a pasta foi homogeneizada por 1 min utilizando um mixer e após isso a pasta permaneceu em repouso por 30s. Em seguida, em um intervalo de 30s, se fez a raspagem da pasta que se acumulava na parede do recipiente. Depois deste procedimento a pasta foi novamente misturada no mixer por 1,5 minuto. E assim a mistura foi colocada em formas de silicone (Figura 1) e, para sair as bolhas de ar, foi promovida a vibração mecânica por 3 min em uma mesa vibratória com uma frequência de 360 vpm. Finalizada essa etapa, a superfície foi regularizada com espátula e as formas foram cobertas com uma película plástica. Após 24 h, os corpos de prova foram desmoldados (Figura 2) e colocados em cura térmica de 60°C, por 24 h e 72 h conforme apresentado na Tabela 2. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados em uma prensa universal, marca EMIC e modelo DL1000, com capacidade de carga de 100 kN com velocidade de carga 10 kgf/s.

Resíduos (% massa)	10% FGD 24h	10% FGD 72h	20% FGD 24h	20% FGD 72h	EGAF 24h	EGAF 72h
EGAF	90	90	80	80	100	100
FGD	10	10	20	20	-	-
Tempo de cura (h)	24	72	24	72	24	72

Tabela 2 - Composição e especificidades das formulações

Fonte: Autores (2020).



Figura 2 - Corpos de Prova

Fonte: Autores (2020).



Figura 1 - Molde de silicone

Fonte: Autores (2020).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta os resultados do ensaio de resistência à compressão das formulações estudadas. Observa-se que o tempo de cura térmica influencia diretamente na resistência à compressão da EGAF, visto que a pasta com 100%EGAF com cura térmica de 72 h desenvolveu resistência superior à pasta de 100%EGAF com 24 h em todas as idades, o que pode caracterizar ativação da escória.

A adição do resíduo FGD à EGAF melhora a resistência da escória, uma vez que todas as formulações com adição de FGD apresentaram resistência à compressão superiores às formulações 100%EGAF, independente do tempo de cura adotado.

Realizando uma análise geral das pastas, constata-se que enquanto nas primeiras idades as formulações com 20% de FGD obtinham as maiores resistências à compressão, em idades mais avançadas foram as formulações com 10% de FGD que apresentaram os maiores desempenhos. Destaca-se que a pasta com 20% de FGD com 72 h de cura térmica, ao contrário das demais, apresentou uma queda de resistência à compressão ao longo das idades.

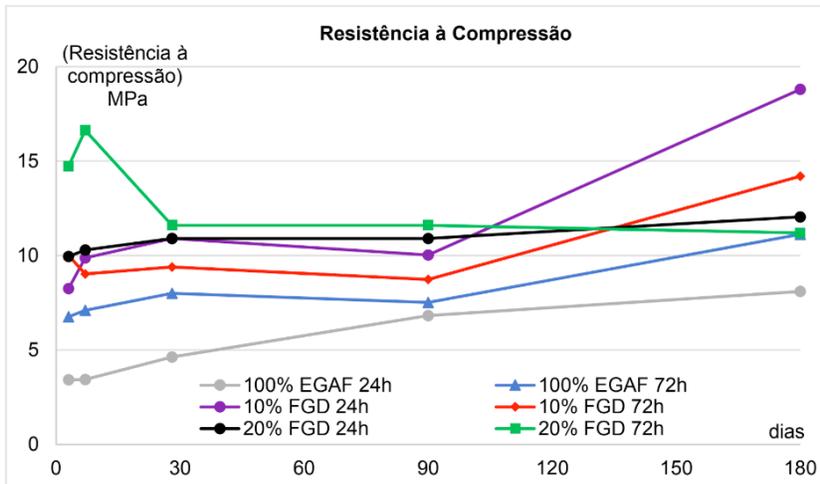


Figura 3 - Resistência à compressão

Fonte: Autores (2020).

5 | CONCLUSÃO

As pastas de EGAF com adição de FGD, nas condições de cura estudadas, desenvolveram resistências superiores às pastas 100% EGAF, entretanto, faz-se necessário estudos de novas formulações e curas, além de análises de DRX e microscopia para averiguar os compostos formados, que servirão de base para compreender se o FGD atua como ativador da EGAF ou se atua como material de empacotamento das partículas.

REFERÊNCIAS

Arcelor-Mittal. **Inventário de Resíduos SOL Coqueria Tubarão S/A**. Cond. N°09 LO n° 276/2013. Biênio 2014/2015. Disponível para consulta no Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

BAKHAREV, T. et al, Effect of elevated temperature curing on properties of alkali-activated slag concrete, **Cement and Concrete Research**.29 (1999)1619-1625.

BO QU et al, Characterization of pre-industrial hybrid cement and effect of pre-curing temperature, **Cement and Concrete Composites**. 73 (2016) 281-288.

Dong-Yi Lei, Li-Ping Guo , Wei Sun, Jia-ping Liu, Chang-wen Miao. Study on properties of untreated FGD gypsum-based high-strength. **Construction and Building Materials**, United Kingdom, october, 2017.

GONÇALVES, O. C.R. **Valorização de resíduos da Indústria de celulose por geopolimerização**. 2014. 155p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Universidade de Aveiro, Portugal.

LIU, B.; WANG, S.; CHEN, Y.; GONG, C.; LU, L. Effect of waste gypsum on the setting and early mechanical properties of belite-C2.75B1.25A3S cement. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Hungary, mar, 2016.

MARQUES, J.S., **Geopolimerização de cinzas e dregs da indústria da pasta de papel**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro. Universidade de Aveiro, Portugal.

QURESHI M.D., GHOSH S. Alkali-Activated Blast furnace Slag as a Green Construction Material. **IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering**. (2014) 24-28.

RAJESH, D.V.S.P. et al. Performance of alkali activated slag with various alkali activators. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**, v. 2, p. 378-386, 2013.

TORRES-CARRASCO, M. et al. Durability of Alkali-Activated Slag Concretes Prepared Using Waste Glass as Alternative Activator. **ACI Materials Journal**, v.112, p. 791-800, nov. 2015.

WU, H.; LU, L.; CHEN, C.; LIU, S.; WANG, H.; CHENG, X. Influence of gypsum on composition and performance of hardened paste of belite-barium. **Advances in Cement Research**, 2009, 21, No. 4, October, 169–174. China.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adição mineral ao cimento 25

Agregado leve 73, 75, 83, 128, 131, 133, 136, 138, 140

Agregados reciclados 17, 21, 23, 24

Alvenaria estrutural 51, 142, 143, 144, 145, 146, 149, 153, 154

Aproveitamento de resíduos 1, 25, 42, 108

Argila calcinada 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 140

Argila expandida 73, 75, 76, 79, 80, 81, 84, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140

C

Cedrinho 118, 119, 120, 122, 125, 126

Cimentos com adições 25

Concreto estrutural 17, 112, 113, 128, 129, 138, 140

Concreto leve 73, 75, 76, 83, 84, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Concretos especiais 74, 112, 117

Construção civil 1, 2, 3, 4, 15, 17, 22, 23, 25, 26, 36, 37, 39, 41, 43, 52, 53, 58, 73, 74, 75, 76, 84, 86, 93, 94, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 113, 118, 119, 120, 125, 126, 129, 139, 142, 143, 167

Cura térmica 85, 87, 88, 89

Custo 14, 52, 57, 61, 73, 93, 105, 109, 112, 117, 129, 143, 157

D

Demolição 17, 23, 24

Dosagem de concreto 128, 133, 134

E

Educação ambiental 59, 61, 63, 64, 65, 68, 70, 71, 72

Erros 142, 143, 146, 147, 153

Execução 33, 142, 143, 144, 145, 154

F

Fibra de carbono 112, 113, 114, 117

Fibras de curauá 73, 78, 83

G

Gerenciamento de resíduos 59, 104

Gesso FGD 85, 86, 87

I

Ignífugo 118, 123, 125

Incêndio 30, 118, 120, 121, 122, 125, 126, 127

M

Madeira-cimento 92, 96, 104

Materiais de construção 1, 15, 22, 43, 87

Meio ambiente 2, 50, 52, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66, 68, 74, 75, 77, 90, 93, 101, 102, 103, 120, 127

Microestrutura 35, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 50, 84, 132, 140

O

Óleo vegetal usado 59, 66

P

Painéis 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113

Painéis aglomerados 102, 105, 106, 107, 109, 110, 111

Painéis de partículas 102, 106

Painéis OSB 102, 106, 107, 109, 110, 111

Pasta 10, 27, 30, 31, 33, 35, 39, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 75, 76, 83, 85, 88, 89, 91, 137, 138, 140

Paver 52, 53, 55, 56, 57

Pinus pinaster 118, 119, 124, 125, 126

Propriedades mecânicas 17, 23, 28, 36, 49, 57, 73, 80, 84, 87, 112, 113, 122, 133

R

Reaproveitamento de resíduos 59, 85, 92, 102, 103, 104

Rejeito de mineração de ferro 25, 43, 49

Rejeito de minério de ferro 25, 37, 39

Requisitos 16, 90, 106, 109, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 153, 166

Resíduos de construção 17, 23, 24

Resíduos de madeira 92, 93, 94, 95, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resíduos industriais 1, 2, 58, 85, 86, 87, 105, 111

Resíduos vítreos 52, 53, 58

Resistência 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 44, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 73, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 99, 100, 105, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 168

Resistência mecânica à compressão 81, 128

Rochas 1, 2, 3, 4, 5, 15, 16, 113, 130

S

Substituição de aglomerante 52

Sustentabilidade 17, 39, 52, 59, 60, 72, 119, 127, 130

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL 3



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 3



www.arenaeditora.com.br



contato@arenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/arenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021