

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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

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

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

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 Cremona
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 (Eu_2O_3): 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 2

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

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 29/12/2020

Lara Guizi Anoni

Instituto Federal de São Paulo – Campus
Votuporanga
Votuporanga – SP
<http://lattes.cnpq.br/5759689002143874>
ORCID: 0000-0001-5116-1507

Ana Paula Moreno Trigo

Instituto Federal de São Paulo – Campus
Votuporanga
Votuporanga – SP
<http://lattes.cnpq.br/5408753184399257>
ORCID: 0000-0002-1374-7467

RESUMO: Na tentativa de reduzir impactos ambientais, o uso de materiais reciclados está se tornando frequente e sendo difundindo em diversas áreas de pesquisa e cadeias de produção ao redor do mundo. Na engenharia civil, há estudos que promovem essa utilização de reciclados, mais especificamente dos denominados Resíduos de Construção e Demolição (RCD), responsáveis pela maior parte de entulhos gerados no Brasil. Estes resíduos, quando triturados, podem ser utilizados como agregados constituintes de argamassas ou concretos. Existem, atualmente, normas brasileiras que admitem o uso destes agregados provenientes do RCD em elementos não estruturais. O intuito deste trabalho é produzir concretos estruturais com 50% de substituição

volumétrica do agregado miúdo natural pelo reciclado e avaliar suas características mecânicas, como resistência à compressão, tração por compressão diametral, módulo de elasticidade e absorção de água, bem como sua evolução no tempo, com ensaios em 28 e 91 dias. Como resultados, destaca-se a produção de concretos contendo RCD com mais de 50 MPa de resistência à compressão aos 28 dias. Esta pesquisa foi desenvolvida a fim de possibilitar uma verificação da viabilidade do uso deste material, até há pouco descartado, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do setor.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de construção e demolição; agregados reciclados; concreto estrutural; sustentabilidade; construção civil.

ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE PRODUCED WITH FINE AGGREGATES PARCIAL REPLACEMENT BY CDW

ABSTRACT: In an attempt to reduce environmental impacts, the use of recycled materials is becoming frequent and spreading in several areas of research and production chains around the world. In civil engineering, there are studies that promote this use of recycled materials, more specifically the so-called Construction and Demolition Waste (CDW), responsible for most of the debris generated in Brazil. These residues, when crushed, can be used as aggregates constituting mortars or concrete. Currently, there are Brazilian standards that allow the use of these aggregates from the CDW in non-structural elements. The aim of this work is to produce

structural concretes with 50% volumetric substitution of the natural fine aggregate for the recycled one and to evaluate its mechanical characteristics, such as compressive strength, traction by diametrical compression, elasticity moduli and water absorption, as well as its evolution over time, with trials in 28 and 91 days. As a result, the production of concrete with CDW stands out, which reached more than 50 MPa of compressive strength in 28 days. This research was developed in order to enable a verification of the feasibility of using this material, until recently discarded, contributing to a sustainable development of the sector.

KEYWORDS: Construction and demolition waste; recycled aggregates; structural concrete; sustainability; civil engineering.

1 | INTRODUÇÃO

Entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 de desenvolvimento da ONU, estão a necessidade de alcançar o uso eficiente dos recursos naturais, de reduzir a geração de resíduos por meio da reciclagem e de incentivar o manejo ambientalmente saudável desses resíduos. Essa proposta se enquadra bem no âmbito da engenharia civil, já que o desenvolvimento desse setor acarreta a necessidade de maior extração de recursos e, conseqüentemente, maior geração de resíduos, o que também pode ser conhecido por entulho, que ocupa cada vez mais o espaço em aterros.

Os resíduos são provenientes de sobras, materiais danificados no período da construção ou de demolições. Para um melhor aproveitamento de espaço e tentativa de reutilização desses rejeitos, as empresas coletoras trituram estes materiais remanescentes e as separam por tamanho dos grãos, gerando materiais que podem ser classificados em agregados graúdos ou miúdos reciclados.

Assim como em outros países, no Brasil a reciclagem da fração mineral do RCD gera agregados para pavimentação e material de enchimento para aterros, afirma Ângulo (2005). O uso destes agregados ainda é pouco incentivado para concretos, blocos estruturais ou argamassas, devido à grande heterogeneidade e falta de estudos que certifiquem este uso. A única recomendação internacional que prevê a produção de concretos com resistência mecânica acima de 20 MPa é a da instituição europeia RILEM (RILEM RECOMMENDATION, 1994).

Este trabalho visa, portanto, estudar misturas de concreto com a substituição do agregado miúdo natural em 50% pelo reciclado, a fim de proporcionar resultados que ampliem as possibilidades de uso de agregados provenientes do RCD, validando o uso em concretos estruturais e de alto desempenho, com resistência maior do que a mínima recomendada pela ABNT NBR 8953:2015, de 20 MPa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho, contou-se com o apoio da empresa Mejan Ambiental de Votuporanga-SP, que nos forneceu todo o agregado miúdo reciclado necessário. O aditivo

utilizado no concreto para aumentar a trabalhabilidade da mistura foi o superplastificante GLENIUM 51. Os demais materiais constituintes do concreto, cimento CP-II-32, areia natural e brita natural foram adquiridos pelo IFSP.

Os agregados foram caracterizados de acordo com as normativas brasileiras nos laboratórios do IFSP. Foram realizados os ensaios de Análise Granulométrica: NBR NM 248 (2003), Massa Específica Absoluta: NBR NM 52 (2009) / NBR NM 53 (2009) e Massa Unitária: NBR NM 45 (2006).

Para a análise de eficiência dos concretos produzidos com o RCD, optou-se por estudar três situações: concretos resistentes a regiões caracterizadas pela classe de agressividade IV, concretos de alta resistência e concretos com baixo consumo de cimento.

Foram então calculados dois traços para cada situação, um de referência, contendo somente a areia natural, e o outro com substituição de 50% da areia natural pela reciclada, contemplando um total de seis traços. Devido à estudos prévios bem-sucedidos, utilizou-se o método de dosagem do IPT e construíram-se diagramas de referência, dos quais foram possíveis retirar os dados da tabela 1.

| Situações [*] | Traços ^{**} | Consumo de Cimento (kg/m ³) |
|------------------------|-----------------------------------|---|
| R-01 | 1 : 2,465 : 3,606 : 0,450 | 323,347 |
| 50-01 | 1 : 0,990 : 0,905 : 3,103 : 0,450 | 369,318 |
| R-02 | 1 : 1,019 : 2,102 : 0,237 | 537,480 |
| 50-02 | 1 : 0,588 : 0,538 : 2,264 : 0,305 | 505,316 |
| R-03 | 1 : 2,591 : 3,738 : 0,474 | 310,000 |
| 50-03 | 1 : 1,272 : 1,163 : 3,690 : 0,588 | 310,000 |

*: os prefixos R e 50 referem-se aos concretos referência e com substituição em 50% da areia natural pela reciclada, respectivamente.

** : traços em massa e substituição em volume da areia natural pela reciclada.

TABELA 1. Traços referentes às situações estudadas na pesquisa

As misturas foram adensadas com um vibrador mecânico. Em estado fresco, foi realizado o teste de abatimento de tronco de cone (NBR NM 67:1998) para verificar a trabalhabilidade das misturas de concreto.

Atingidas as idades de 28 e 91 dias, os corpos de prova submetidos à cura submersa foram ensaiados à compressão (NBR 5739:2018), tração por compressão diametral (NBR 7222:2011), módulo de elasticidade (NBR 8522:2017) e absorção de água (NBR 9778:2009).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão separados (tabela 2, figura 1 e figura 2) de acordo com

o tipo de propriedade avaliada, conjuntamente com breve discussão sobre eles.

3.1 Abatimento do tronco de cone

Cada traço, obtido pelos diagramas de dosagem, estimavam um abatimento de 120mm, o que foi alcançado neste ensaio no estado fresco dos concretos e que está exposto na tabela 2.

| Situações | | | | | |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|
| R-01 | 50-01 | R-02 | 50-02 | R-03 | 50-03 |
| 110 | 115 | 100 | 94 | 135 | 130 |

TABELA 2. Resultados do slump das misturas no estado fresco

É importante ressaltar que a trabalhabilidade foi alcançada pelo emprego do superplastificante, principalmente nas misturas com o agregado reciclado, já que a quantidade de finos presente no RCD absorve grande quantidade de água das misturas.

3.2 Resistência à compressão

A figura 1 compara os resultados entre traços com e sem substituição da areia e também entre as situações. É possível notar que as misturas com o RCD alcançaram desempenho superior em todos os casos, ainda que em proporções diferentes. A melhor situação verificada foi a 01, onde a resistência a compressão da mistura com o resíduo aos 28 dias (36,9 MPa) superou em 66,64% o resultado da mistura sem a substituição (22,1 MPa). Ainda, para o traço com o menor consumo de cimento (03), constatou-se que a substituição da areia natural pela reciclada corroborou para o atendimento às definições de concreto para uso estrutural propostas pela ABNT NBR 8953:2015, que apontam a necessidade de resistência superior a 20 MPa aos 28 dias, registrando resistência à compressão de 24,4 MPa, embora o mesmo traço sem a substituição não atenda ao valor, atingindo apenas 18,8 MPa.

Nota-se também, analisando o gráfico 4, que o incremento de resistência no tempo possibilitou uma mistura com o RCD registrando valores em torno de 60 MPa aos 91 dias. Vieira (2003) também verificou maior resistência à compressão em concretos com a substituição do agregado pelo reciclado e Leite (2001) afirma que isso se deve à maior quantidade de finos do material, que diminui a segregação e contribui para o fechamento de vazios na mistura.

3.3 Resistência à tração por compressão diametral

A figura 1 permite verificar o bom desempenho das misturas com o resíduo também com relação à tração, que segue a proporção comumente utilizada para concretos usuais, de ter valores em torno de um décimo da resistência à compressão. Rangel (2015) também percebeu pequeno incremento de resistência à tração em substituições de 50%

do agregado reciclado. Com relação ao desempenho no tempo, verifica-se também que se obteve diferença entre as figuras 1 e 2, de modo que a presença do RCD não inibiu essa propriedade.

3.4 Módulo de Elasticidade

Como resultados, foram obtidos módulos de elasticidade inferiores nas misturas com o resíduo, em um dos casos o módulo foi minorado em 26%. Diversos autores também encontraram essa diminuição do módulo de elasticidade em misturas com o RCD, e isso se deve à camada de argamassa antiga aderida à superfície do agregado reciclado e à maior porosidade dos materiais, afirma Levy (1997). Como previsto, os módulos marcaram valores mais elevados aos 91 dias, com relação proporcional às resistências, porém nos concretos com o RCD esse incremento foi menor.

3.5 Absorção de água

É possível perceber, com simples análise das figuras 1 e 2, que os concretos com o RCD absorveram mais água do que os concretos sem o resíduo. Isso ocorre pelo fato já citado de que há grande presença de finos no material reciclado, o que o torna mais propício à absorção. Em contradição ao fato de que, quanto mais resistentes, menos absorativos os concretos serão, as misturas com agregados reciclados marcam maior resistência mesmo que com maior absorção e isso se deve ao fato de que cada uma das partículas do RCD absorve mais água e em geral, isso afeta o resultado no concreto. Ainda, como esperado, houve decaimento de absorção com o passar o tempo, relação indireta com a resistência mecânica dos concretos.

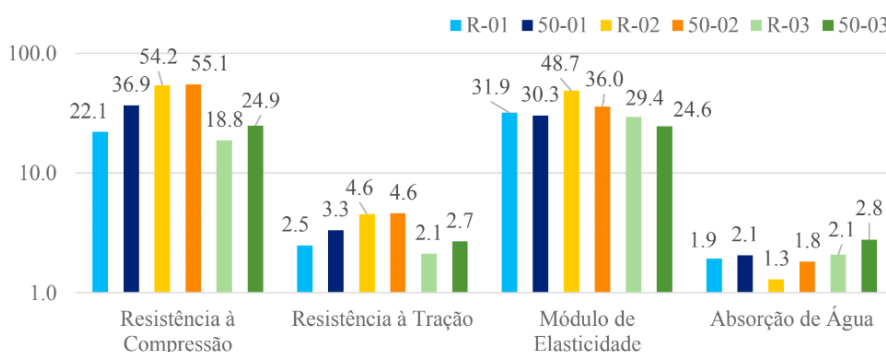


FIGURA 1. Resultados médios obtidos para os traços aos 28 dias de idade.

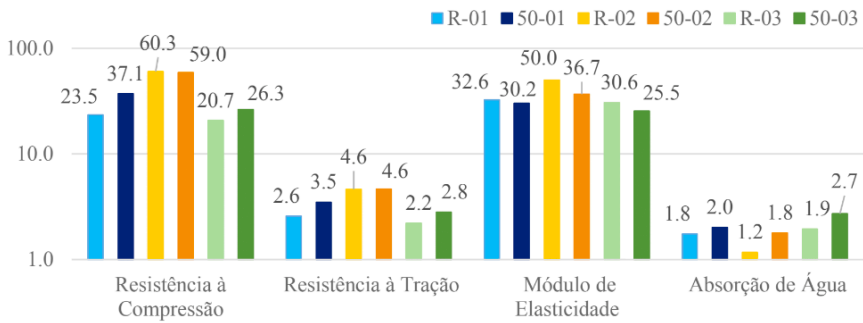


FIGURA 2. Resultados médios obtidos para os traços aos 91 dias de idade.

4 | CONCLUSÕES

O desenvolvimento dessa pesquisa permitiu identificar o bom desempenho do agregado miúdo reciclado em misturas dosadas a partir de diagramas desenvolvidos com o método IPT, já que o traço 50-01 superou em mais de 66% a resistência à compressão do respectivo traço referência. Nas misturas com baixo consumo de cimento, traços 03, percebe-se que a substituição pelo agregado reciclado permitiu superar a resistência mínima de 20 MPa, admitindo o seu uso como estrutural, o que não foi alcançado pelo traço referência. Com relação ao módulo de elasticidade, os ensaios relataram valores mais baixos nos traços com o RCD, isso ocorre devido ao fato de as partículas que compõe o agregado reciclado serem mais porosas, o que também contribui para a elevação da porcentagem de absorção de água. Apesar de mais absorventes, os concretos com o resíduo apresentaram boa resistência à compressão e tração e isso se deve ao fato de se ter conseguido uma matriz reforçada com a dosagem. Ainda que tenha sido possível desenvolver concretos de alto desempenho, recomenda-se o desenvolvimento de réplicas desta pesquisa para outras amostras de RCD levando em conta a heterogeneidade deste material.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Instituto Federal de São Paulo – campus Votuporanga, por auxiliarem no desenvolvimento das atividades. Ao Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIFSP, 2020), pelo subsídio das atividades de pesquisa e, às empresas que forneceram os materiais, deixo aqui meu agradecimento.

Em nome dos autores, esta publicação oferece os créditos de apresentação inicial ao 11º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP (CONICT), realizado em dezembro de 2020.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, Sérgio Cirelli. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos**. São Paulo, 2005. 167 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 7222**: Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 8522**: Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação à compressão. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR/NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR/NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR/NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR/NM 53**: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR/NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

GALEGO, Gabriela dos Santos. **Estudo de dosagens de concretos estruturais com resíduos de construção e demolição**. Orientador: Ana Paula Moreno Trigo. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Votuporanga, Votuporanga, 2019.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001, 270p.

LEVY, Salomon Mony; HELENE, Paulo R. L. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. 1997. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RANGEL, Caroline Santana **Influência de agregados graúdos reciclados nas propriedades estruturais de concretos de resistência normal e de alto desempenho**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

RILEM RECOMMENDATION. Specification for concrete with recycled aggregates. **Materials and Structures**, n.27, p.557-59, 1994.

VIEIRA, G. V. **Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003. 150 p.

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.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021