

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

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

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 Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª 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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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 (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

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

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Isabelle Aparecida Costa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Toledo – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-1397-466X>

Ricardo Schneider

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Toledo – Paraná
<https://orcid.org/0000-0001-9501-8489>

RESUMO: Em vista dos problemas ambientais gerados pela disposição errônea dos resíduos vítreos não reciclados no país e visando maior valor agregado ao material, nota-se a necessidade do estudo de aplicações que absorvam o vidro na construção civil. Este trabalho avalia a viabilidade da implementação do pó de vidro em substituição ao material mais oneroso na produção de blocos intertravados de concreto: o cimento. Para tanto, moldaram-se corpos de prova com substituição de pó de vidro, em massa, na proporção de 5%, 10%, 20% e 40%, e avaliaram-se quanto a inspeção visual, resistência à compressão e absorção de água; testes amparados pela NBR 9781:2013. Os resultados para a análise de inspeção visual foram satisfatórios, visto a granulometria apresentada pelo pó de vidro. Além disso, houve ganhos na resistência a compressão das três primeiras amostragens, sendo a última inviável para uso devido a fácil degradação. Por fim, enfatiza-se a otimização do

custo do *paver* e o impacto nos âmbitos social e ambiental, visto que a proposta conta com a remediação de um passivo ambiental enfrentado por grande parte dos municípios brasileiros e que a iniciativa pode ser reaplicada em qualquer localidade revertendo o resíduo em benefícios para a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: *Paver*; resíduos vítreos; substituição de aglomerante; sustentabilidade; meio ambiente.

STUDY OF THE FEASIBILITY OF REPLACING BINDER BY VITREOUS WASTE IN THE PRODUCTION OF INTERLOCKED CONCRETE PAVEMENT

ABSTRACT: In face of the environmental problems generated by the improper disposal of non-recycled glass waste in the country and aiming at a higher added value to the material, it is necessary to study applications that absorb glass in civil construction. This work evaluates the feasibility of implementing glass powder as a substitute for the most expensive material in the production of interlocked concrete blocks: cement. For this purpose, specimens with replacement of glass powder, by mass, in the proportion of 5%, 10%, 20% and 40%, were molded and evaluated for visual inspection, compressive strength and water absorption; tests supported by NBR 9781:2013. The results for visual inspection analysis were satisfactory, given the granulometry presented by the glass powder. Additionally, there were gains in the compression resistance of the first three samples, the last one being unfeasible for use due to easy degradation. Finally, the optimization of the paving cost and the

impact in the social and environmental spheres are emphasized, since the proposal includes the remediation of an environmental liability faced by most Brazilian municipalities and that the initiative can be reapplied in any location reverting the waste in benefits to society.

KEYWORDS: Paver; vitreous waste; binder replacement; sustainability; environment.

1 | INTRODUÇÃO

A importância da reciclagem dos resíduos sólidos é fundamental para a preservação e redução do consumo de recursos naturais não renováveis do planeta, pois satisfaz às necessidades da população sem comprometer a sobrevivência de próximas gerações (LUCAS; BENATTI, 2008). Tratando-se especificamente da classe de resíduos vítreos, estes materiais amplamente difundidos na vida moderna, surgem como uma complicação nos aterros devido à dificuldade de manejo e reaproveitamento do mesmo (GRIGORI, 20_).

Estima-se que anualmente são descartados 5,57 kg de vidro per capita em todo o país (ASSIS, 2006). Dito isso, cabe recordar que a natureza não biodegradável dos resíduos vítreos gera problemas tanto de ordem ambiental como de disponibilidade espacial em aterros sanitários (JANI; HOGLAND, 2014; LEE et al., 2007).

Atualmente, esses materiais não possuem destinação correta definida, ou ainda, apresentam disposição inviável por motivos logísticos, operacionais e/ou econômicos. Tais fatos constituem-se como obstáculos de caráter ambiental e financeiro, representando grande dificuldade para o setor público e privado, pois se veem inaptos a destinar corretamente o montante de resíduo vítreo produzido mensalmente.

Diante do exposto, pesquisas que visem a absorção desse resíduo na construção civil têm se tornado frequentes, visto que é um setor com potencial para incorporação de matérias-primas alternativas. O resíduo vítreo já foi estudado por autores quanto à substituição do agregado miúdo na produção de pavimento intertravado de concreto, também conhecido como “*paver*” (WICZNOVSKI, 2019; CENCI, 2019).

Nesta pesquisa, propõe-se a investigação das propriedades físicas e mecânicas de *pavers* dormidos com substituição do aglomerante - cimento - por pó de vidro em quatro proporções diferentes. As amostras foram avaliadas quanto a inspeção visual, resistência a compressão e índice de absorção d’água.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção dos *pavers*, os materiais utilizados foram: água de abastecimento público, Cimento Portland CP-II, da empresa VOTORAM, areia natural, pedrisco, brita nº 1 e o pó de vidro reciclado; proveniente da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Toledo, que funciona em estrutura cedida pelo governo municipal, anexa ao Aterro Sanitário. Os protagonistas do estudo estão ilustrados na Figura 1.



Figura 1 – Pó de vidro e cimento utilizados como aglomerante.

Fonte: Autoria Própria (2020).

O pó de vidro foi submetido a ensaios de caracterização física realizados segundo os parâmetros normativos brasileiros listados na Tabela 1.

NBR	Descrição do Ensaio
NM 248 (2000)	Agregados - Determinação da composição granulométrica
NM 23 (2000)	Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica

Tabela 1 – Diretrizes para caracterização dos aglomerantes utilizados.

Fonte: Autoria Própria (2020).

De modo a identificar a aplicabilidade do material reciclado na linha de produção da empresa Beit Abba definiu-se o traço de referência sendo o próprio padrão adotado pela empresa na confecção de suas peças.

O traço de referência, denominado como $P_{0\%}$, contém 1:2,5:1:2 (cimento:areia:brita 1:pedrisco), em massa, e para obter um aspecto visual diferenciado é feita a nata de cimento com traço 1:2 (cimento:areia). Para determinar a porcentagem de pó de vidro viável no produto adotaram-se quatro traços, variando a quantidade de aglomerante substituído, em massa, por 5% ($P_{5\%}$), 10% ($P_{10\%}$), 20% ($P_{20\%}$) e 40% ($P_{40\%}$) de pó de vidro.

Foram moldados 21 corpos de prova prismáticos de 10x20x6cm para cada porcentagem de substituição, sendo 6 amostras para realização dos ensaios de inspeção visual e resistência à compressão nas idades de 7, 14 e 28 dias; e 3 amostras para o ensaio de absorção d'água aos 28 dias.

A mistura do concreto foi realizada em betoneira de eixo inclinado, com capacidade de 120L. Os materiais foram adicionados na seguinte ordem: brita nº 1, pedrisco, cimento, pó de vidro, água e por fim a areia. Em seguida preencheram-se formas duplas com o concreto fresco e o adensamento em mesa vibratória foi realizado, Figura 2. Após a moldagem, aguardaram-se 24h para a desforma dos corpos de prova, os *pavers* foram acomodados em paletes e submetidos ao processo de cura em estufa até as idades dos ensaios citados.



Figura 2 – Amostragem em preparo para o adensamento sob mesa vibratória.

Fonte: Aatoria Própria (2020).

As peças de pavimento intertravado foram analisadas quanto a inspeção visual, resistência a compressão e índice de absorção d'água; todos ensaios parametrizados pela NBR 9781:2013.

3 | RESULTADOS

A análise de inspeção visual foi realizada após 28 dias de cura e mostrou resultados satisfatórios, como apresenta a Figura 3. Visto a granulometria do pó de vidro ($< 590 \mu\text{m}$) e sua alta densidade ($2,94 \text{ g/cm}^3$), constatou-se que quanto maior o teor de pó de vidro, menor a porosidade do *paver*. Nota-se o preenchimento dos poros gerando uma aparência marmorizada na peça, salve a última amostragem que inicia o processo de esfarelamento por não aglutinar as partículas satisfatoriamente.



Figura 3 – Inspeção visual das amostras $P_{0\%}$, $P_{5\%}$, $P_{10\%}$, $P_{20\%}$ e $P_{40\%}$, respectivamente.

Fonte: Aatoria Própria (2020).

A relação entre quantidade de vidro e porosidade das peças pode ser comprovada pelo ensaio de absorção d'água, Tabela 2. Onde nota-se que até o limite $P_{20\%}$ consegue-se a redução de absorção d'água e consequentemente diminui-se o número de vazios da peça, dispensando assim a utilização de nata do cimento na produção para melhorar o aspecto do *paver* dormido.

Traço Utilizado	$P_{0\%}$	$P_{5\%}$	$P_{10\%}$	$P_{20\%}$	$P_{40\%}$
Absorção d'água (%)	8,96	7,18	6,54	5,67	7,63

Tabela 2 – Ensaio de absorção d'água.

Fonte: Aatoria Própria (2020).

Além disso, houve melhoras significativas na resistência à compressão com a adição do pó de vidro, Gráfico 1. Entretanto, nota-se a necessidade de revisão do traço utilizado, visto que na NBR 9781:2013, a resistência à compressão, deve suportar um peso maior ou igual a 35 MPa para tráfego de pedestres e veículos leves e amostragem não alcançou tal resistência.

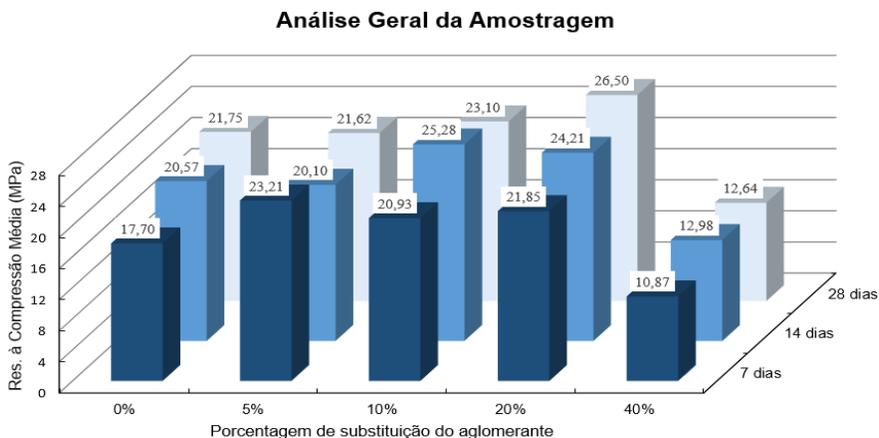


Gráfico 1 – Análise da resistência à compressão média da amostragem

Fonte: Autoria Própria (2020).

A priori, a porcentagem de substituição ideal concentra-se no teor de 20% de pó de vidro, resultando em um acréscimo de resistência de 22% aos 28 dias. Vale ressaltar a melhoria na homogeneidade dos resultados, visto que a amostragem $P_{20\%}$ possui desvio padrão equivalente a 1,53 MPa, valor 60% inferior ao traço de referência.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se além da otimização das propriedades mecânicas do *paver*, a redução de custo na produção e o impacto no âmbito social, visto que a proposta conta com a remediação de um passivo ambiental enfrentado por grande parte dos municípios brasileiros e que a iniciativa pode ser reaplicada em qualquer localidade revertendo o resíduo em benefícios para a sociedade.

Atualmente, a empresa Beit Abba produz 400m² de *pavers* dormidos por mês, resultando em um consumo de aproximadamente 6 toneladas de cimento que se substituídos parcialmente (20%) por pó de vidro significam uma redução de 33,11% dos custos de produção.

REFERÊNCIAS

ASSIS, O. B.G. O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração. **Cerâmica**, [S.L.], v. 52, n. 321, p. 105-113, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação — especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: Norma Técnica, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23**: Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica. Rio de Janeiro: Norma Técnica, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: Norma Técnica, 2003.

CENCI, Charles Severo. **Estudo da viabilidade técnica da utilização de vidro cominuído na produção de blocos de concreto para pavimentação**. 2019. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019.

GRIGORI, Pedro. Lixo urbano: especial do correio apresenta iniciativas em relação ao manejo de resíduos sólidos que tem problemas de destinação correta no DF. **Correio Braziliense**. Brasília, 20___. Disponível em: <http://especiais.correiobrasiliense.com.br/lixo-urbano>. Acesso em: 15 ago. 2020.

JANI, Yahya; HOGGLAND, William. Waste glass in the production of cement and concrete – A review. **Journal Of Environmental Chemical Engineering**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 1767-1775, 2014.

LEE, Sangyeop; CHOI, Junghyun; CHEN, Lingxin; PARK, Byungchoon; KYONG, Jin Burm; SEONG, Gi Hun; CHOO, Jaebum; LEE, Yeonjung; SHIN, Kyung-Hoon; LEE, Eun Kyu. Fast and sensitive trace analysis of malachite green using a surface-enhanced Raman microfluidic sensor. **Analytica Chimica Acta**, [S.L.], v. 590, n. 2, p. 139-144, 2007.

LUCAS, Denis; BENATTI, Cláudia T. Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, América do Norte, v.1, n.3, 2008.

WICZNOVSKI, Dauany. **Incorporação de resíduos vítreos na fabricação de blocos de concreto**. 2019. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

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