

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3



ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D812 Coleção desafios das engenharias: engenharia civil 3 /
Organizador Armando Dias Duarte. - Ponta Grossa -
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-639-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.390212610>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias. 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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que através dos resultados, possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no desenvolvimento profissional.

Os estudos apresentados, foram desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país e também um caso internacional. Em todos esses trabalhos foram apresentadas diversas problemáticas a respeito do estudo de interação solo-estrutura, orçamento de obras, desempenho de materiais, aditivos para materiais da construção civil, análises através da ferramenta Building Information Modelling (BIM), gestão de resíduos **sólidos**, entre outros. Os estudos presentes nos trazem à tona, temas interdisciplinares através da segurança de obras civis, aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Os temas discutidos nesta obra, possuem a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, com temáticas atuais e que são apresentadas como desafios enfrentados pelos profissionais e acadêmicos, deste modo a obra “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Civil 3”, apresenta uma teoria fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos e pesquisas, os quais serão apresentados de maneira concisa e didática.

A divulgação científica é de suma importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, sendo a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulguem seus resultados.

Armando Dias Duarte


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO SOBRE FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

Mateus Lima Barros

Vinicius Costa Correia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126101>

CAPÍTULO 2..... 13

ANÁLISE DE HASTES DELGADAS EM GRELHAS HIPERESTÁTICAS

Antônio Luís Alves da Cunha

Luiz Carlos Mendes


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126102>

CAPÍTULO 3..... 28

ANÁLISE DE SÓLIDOS INELÁSTICOS SOB DEFORMAÇÃO FINITA USANDO ELEMENTOS BIARTICULADOS 2D E 3D

William Taylor Matias Silva

Sebastião Simão da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126103>

CAPÍTULO 4..... 46


APLICAÇÃO DA NORMA ABNT NBR 16747 (2020) – INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS – ESTUDO DE CASO

Camilla Cristina Cunha Menezes

Marcos de Paulo Ramos

Thiago Pena Bortone

Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126104>

CAPÍTULO 5..... 58

APLICAÇÃO DE CURSO EXTENSÃO DE ORÇAMENTO DE OBRAS EM BIM COMPARANDO COM A METODOLOGIA ATUAL DA DISCIPLINA DE ORÇAMENTO DE OBRAS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS ESTÂNCIA

Anna Cristina Araujo de Jesus Cruz

José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior

Mariana Silveira Araujo

Natália Ramos dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126105>


CAPÍTULO 6..... 67

CORROSÃO NA ARMADURA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DEVIDO AO ATAQUE DE SULFATOS

Henrique Resende dos Santos

Adriano de Paula e Silva

Eduardo Chahud
Cristiane Machado Parisi Jonov

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126106>

CAPÍTULO 7..... 78

DANOS PÓS INCÊNDIO NA ESTRUTURA DE UMA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA. UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO


Rodolpho Medeiros Frossard
Anna Luiza Macachero Victor Rodrigues
Lara Sandrini
Matheus Carreiro Zani
Warribe Lima de Siqueira
Geilma Lima Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126107>

CAPÍTULO 8..... 90

DEGRADAÇÃO TÉRMICA DE CONCRETOS CONVENCIONAIS SUBMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS E RESFRIAMENTO LENTO


Moacyr Salles Neto
Flávio Roldão de Carvalho Lelis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126108>

CAPÍTULO 9..... 103

DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HOSPITALARES VIA DIMENSÕES MORFOLÓGICAS


Alyria Donegá
João da Costa Pantoja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3902126109>

CAPÍTULO 10..... 115

DIFICULDADE DOS DISCENTES DE ENGENHARIA CIVIL NA MATÉRIA DE MECÂNICA VETORIAL COMPARANDO OS PARÂMETROS DO ENSINO PRESENCIAL E DO ENSINO REMOTO

Alessandro Leonardo da Silva
Emanuela dos Santos Gonzaga
Gustavo Neves Quintão Gonzales
Marcelo Robert Fonseca Gontijo
Thais Prado Vasconcelos Silva
Rodrigo Silva Fonseca
Heron Viterbre Debique Sousa
Ícaro Viterbre Debique Sousa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261010>

CAPÍTULO 11..... 125

EFEITO DO TEOR e TIPO de CIMENTO NO MÓDULO DE RESILIÊNCIA DE SOLO ARENOSO ESTABILIZADO QUIMICAMENTE

José Wilson dos Santos Ferreira
Michéle Dal Toé Casagrande

Raquel Souza Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261011>

CAPÍTULO 12..... 136

ESTUDIOS DE PELIGRO SÍSMICO EN EL MUNICIPIO DE IXHUACÁN DE LOS REYES,
VERACRUZ

Gilbert Francisco Torres Morales

Ignacio Mora González

Saúl Castillo Aguilar

René Álvarez Lima

Raymundo Dávalos Sotelo

José Alberto Aguilar Cobos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261012>

CAPÍTULO 13..... 150

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGUEIRA AMAZÔNICA (*HEVEA
BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM ARGAMASSA COM CIMENTO PORTLAND PARA
MELHORA DE COMPORTAMENTO MECÂNICO

José Costa Feitoza

Natália da Mata Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261013>

CAPÍTULO 14..... 160


ESTUDO DE UMA CONTENÇÃO UTILIZANDO FERRAMENTA NUMÉRICA E MÉTODOS
APROXIMADOS DE DIMENSIONAMENTO DE TIRANTES

Renathielly Fernanda da Silva Brunetta

Isabela Grossi da Silva

Leandro Canezin Guideli

Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261014>

CAPÍTULO 15..... 173

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO NO GNAISSE MILONÍTICO

Kelly de Oliveira Borges da Costa

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Carlos Maurício Fontes Vieira


Elaine Aparecida Santos Carvalho Costa

Geovana Carla Girondi Delaqua

Gustavo de Castro Xavier

Letícia Borges da Costa

Vinícius Alves Polinicola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261015>


CAPÍTULO 16..... 183

VIGAS DE GRAN ALTURA DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS. EVALUACIÓN
DE LA RESISTENCIA AL CORTE

Viviana Carolina Rougier

Miqueas Ceferino Denardi

Dario Orestes Vercesi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261016>

CAPÍTULO 17..... 195

GESTÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE AR CONDICIONADO: UMA NOVA ABORDAGEM USANDO MODELAGEM 6D

João Bosco Pinheiro Dantas Filho

Guilherme Bruno de Souza Ribeiro

Pedro Holanda

Bruna Vital Roque

Rodrigo G. Ribeiro

Artur de Almeida Evangelista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261017>

CAPÍTULO 18..... 206

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A NORMA NBR 7211/2009

Renata Samyla Matias Nogueira

Clélio Rodrigo Paiva Rafael

Edna Lucia da Rocha Linhares

Ronald Assis Fonseca

Rokátia Lorrany Nogueira Marinho

Ligia Raquel Rodrigues Santos

Jaiana de Araújo Pinheiro

Carlos Eduardo Carvalho Oliveira

Edyelly Cristtian Galdino Fernandes

Francisco Felinto de Lima Neto

Luzianne Galvão Pimenta

Géssica de Moura Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261018>

CAPÍTULO 19..... 221


INSPEÇÃO PREDIAL EM EMPREENDIMENTOS RURAIS APLICABILIDADE DA NBR 16747

Camilla Cristina Cunha Menezes

Marcos de Paulo Ramos

Thiago Pena Bortone

Rachel Jardim Martini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261019>

CAPÍTULO 20..... 232

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Wallace Ribeiro Nunes Neto

Camila Moraes Silva

Pedro Paulo Barbosa Nunes Sobrinho


Carlos Augusto Rocha de Moraes Rego
Louryval Coelho Paixão
Marcio Mendes Cerqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261020>

CAPÍTULO 21..... 241

LOCUS SAECULARIS: MATERIAIS QUE CONSTRÍRAM UMA TRADIÇÃO


João Hermem Fagundes Tozatto
Crystian André Montozo Botelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261021>

CAPÍTULO 22..... 253

MODELAGEM NUMÉRICA DE PAREDE DIAFRAGMA ATIRANTADA EM ÁREA URBANA


Isabela Grossi da Silva
Renathielly Fernanda da Silva Brunetta
Leandro Canezin Guideli
Vitor Pereira Faro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261022>

CAPÍTULO 23..... 266

NOVA TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE TORRES EÓLICAS


Ilo Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261023>

CAPÍTULO 24..... 273

O CORREDOR BIOCEÂNICO: REESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL DE NOVAS HINTERLÂNDIAS


Carlos Andrés Hernández Arriagada
Teo Felipe Bruder Gouveia




 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261024>

CAPÍTULO 25..... 287

O MAPA DE DANOS COMO FERRAMENTA DE MANUTENÇÃO E RESTAURO DE EDIFICAÇÕES: UMA REVISÃO LITERÁRIA

Lucas Rodrigues Cavalcanti
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Catharina Silveira Rodrigues
Fabrício Fernando de Souza Lima
Amanda de Moraes Alves Figueira
José Maria de Moura Júnior
Sabrina Santiago Oliveira
Roberto Revoredo de Almeida Filho
Flávio Matheus de Moraes Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261025>

CAPÍTULO 26	302
TREINAMENTO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA O DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO	
João Victor Fernandes Masalkas	
Emerson Felipe Felix	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261026	
CAPÍTULO 27	316
UMA FORMULAÇÃO ANALÍTICA PARA DETECÇÃO DE PONTOS LIMITES E DE BIFURCAÇÃO	
William Taylor Matias Silva	
Sebastião Simão da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261027	
CAPÍTULO 28	333
UTILIZAÇÃO DO CARVÃO OBTIDO A PARTIR DA PIRÓLISE DA CASCA DE ARROZ PARA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO	
Camila Ribeiro Rodrigues	
Marcelo Mendes Pedroza	
Mayara Shelly Miranda Bequimam	
David Barbosa Dourado	
Danielma Silva Maia	
Marcel Sousa Marques	
Hellen Dayany Barboza Barros	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39021261028	
SOBRE O ORGANIZADOR	338
ÍNDICE REMISSIVO	339

EFEITO DO TEOR E TIPO DE CIMENTO NO MÓDULO DE RESILIÊNCIA DE SOLO ARENOSO ESTABILIZADO QUIMICAMENTE

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 27/08/2021

José Wilson dos Santos Ferreira

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental,
Universidade de Brasília – UnB
Brasília – Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-9675-9884>

Michéle Dal Toé Casagrande

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental,
Universidade de Brasília – UnB
Brasília – Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-4740-0891>

Raquel Souza Teixeira

Departamento de Construção Civil,
Universidade Estadual de Londrina – UEL
Londrina – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-8082-5808>

RESUMO: Diante do novo método de dimensionamento de pavimentos vigente no país, o dimensionamento de bases de solo-cimento demanda, atualmente, na realização de ensaios de carregamento repetido. Neste sentido, o presente estudo propõe-se a verificar o efeito do teor e tipo de cimento no módulo de resiliência (MR) de misturas solo-cimento, empregando os resultados para obtenção de constantes de regressão em diversos modelos. Para composição das misturas foi empregado solo areno-siltoso e os cimentos CP II Z-32 e CP V-ARI, nos teores de 6 e 10 %, com período de cura de 28 dias. De maneira geral, o aumento no teor de cimento CP

V-ARI resultou em incrementos no MR, tendência contrária a observada para o cimento CP II Z-32. Para ambos agentes estabilizantes e teores foi verificado decréscimos dos valores de módulo de resiliência em decorrência do incremento das tensões confinantes e desviatórias aplicadas para os dois primeiros estágios de confinante (0,020 e 0,035 MPa), a partir dos quais houve mudança de tendência. O modelo mais representativo foi o composto, entretanto, para todos os modelos testados foram obtidas correlações deficientes ($R^2 < 0,6$), as quais podem estar relacionadas a eventuais limitações dos modelos testados para solos estabilizados. Independentemente da condição experimental, a maioria dos resultados se situou em faixa entre 5.000 e 7.000 MPa, a qual pode auxiliar em anteprojetos de dimensionamento de pavimentos baseados na metodologia empírico-mecanística.

PALAVRAS - CHAVE: Solo-cimento. Módulo de resiliência. Pavimentação. Metodologia empírico-mecanística.

EFFECT OF CEMENT CONTENT AND TYPE ON THE RESILIENT MODULUS OF CHEMICALLY STABILIZED SANDY SOIL

ABSTRACT: In view of the new method of pavements design in force in the country, the design of soil-cement bases currently requires repeated loading tests. In this sense, the present study aims to verify the effect of content and type of cement on the resilient modulus of soil-cement mixtures, using the results to obtain regression constants in several models. For the mixture's composition, sandy-silty soil and Type I and Type III cements were used, in the contents of 6 and 10

%, with a curing period of 28 days. In general, the increase in Type III cement content resulted in increments in the module, a trend contrary to that observed for the Type I cement. For both stabilizing agents and contents, decreases in resilient modulus values were observed due to the increase in the confining and deviant stresses applied to the first two stages of confining (0.020 and 0.035 MPa), from which there was a change in trend. The most representative model was the compound, however, for all tested models, deficient correlations were obtained ($R^2 < 0.6$), which may be related to the limitations of the models tested for stabilized soils. Regardless of the experimental condition, most of the results were in the range between 5,000 and 7,000 MPa, which can assist in pavement design preliminary projects based on the empirical-mechanistic methodology.

KEYWORDS: Soil-cement. Resilient modulus. Paving. Empirical-mechanistic methodology.

1 | INTRODUÇÃO

A escassez da disponibilidade de materiais naturais com características técnicas adequadas, associada a limitações estabelecidas por especificações rodoviárias vigentes, faz com que o solo, matéria-prima amplamente utilizada em obras rodoviárias, frequentemente apresente propriedades que não se enquadram aos critérios de projeto.

Nesse cenário, entre as soluções técnicas disponíveis, a estabilização química do solo com adição de cimento tem sido vastamente utilizada, ao proporcionar melhorias no comportamento mecânico, caracterizado por ganhos de resistência, estabilidade volumétrica, diminuição de permeabilidade e compressibilidade, com consequente aumento da durabilidade (Consoli et al., 2007; Cancian et al., 2017; Ferreira, 2019).

Apesar de sua comprovada eficiência, tem sido constatada a existência de defeitos como trincas e fissuras nas camadas de base executadas com solo-cimento, tanto para as misturas executadas em centrais quanto *in loco*, as quais são atribuídas majoritariamente a retração do material e tensões de tração horizontal desenvolvidas nas fibras inferiores da camada estabilizada (Specht et al., 2006; Nascimento; Albuquerque, 2018; Farhan et al., 2018).

Tendo em vista a nova metodologia de dimensionamento de pavimentos no Brasil, o dimensionamento de bases de solo-cimento, outrora baseado na resistência à compressão simples, necessita atualmente da realização de ensaios de carga repetida. Desta forma, o presente estudo visa avaliar o efeito do teor e tipo de cimento no módulo de resiliência de misturas solo-cimento, com sucessiva obtenção de constantes de regressão para diversos modelos, fornecendo parâmetros para auxiliar em anteprojetos de dimensionamento de pavimentos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O solo empregado no presente estudo foi coletado em sítio próximo às margens da rodovia federal BR-376, no município de Mandaguçu – PR e transportado para o Laboratório de Geotecnia da Universidade Estadual de Londrina – PR (Figura 1). Majoritariamente arenoso, o silício é o elemento predominante no solo, apresentando alumínio e ferro em menores quantidades (Gonçalves et al., 2018).



Figura 1: Local de coleta do solo.

A caracterização do solo está apresentada na Tabela 1. De acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e metodologia MCT, o solo é identificado como uma areia argilosa (SC), pertencente ao grupo A-2-4 e arenoso fino laterítico (LA'), respectivamente.

Parâmetro	Valor
Massa Específica Seca Máxima - ρ_d ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1,87
Teor de umidade ótima - ω_{ot} (%)	13,7
Massa Específica dos Sólidos - ρ_s ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	2,69
Limite de Liquidez - LL (%)	27,0
Limite de Plasticidade - LP (%)	17,0
Índice de Plasticidade - IP (%)	10,0
Areia grossa (%)	0,0
Areia média (%)	37,0
Areia fina (%)	46,5
Silte (%)	16,5
Argila (%)	0,0

Tabela 1: Caracterização do solo.

Os agentes estabilizantes utilizados foram os cimentos Portland com adição de pozolana (CP II Z-32) e de alta resistência inicial (CP V-ARI). A escolha do CP II foi motivada pelo seu uso em pesquisas desenvolvidas anteriormente no laboratório de Geotecnia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), além da grande disponibilidade desse material na região de estudo. Já o uso do CP V se deu por sua difusão em pesquisas científicas com solo-cimento e pelo acelerado ganho de resistência em idades iniciais, oriundo de diferente dosagem entre o calcário e argila durante a produção do clínquer, assim como pela moagem mais fina do cimento (Consoli et al., 2007; Cancian et al., 2017; Ferreira et al., 2018; Ferreira, 2019).

Em toda a bateria de ensaios foi utilizada a água fornecida pela rede de abastecimento após processo de destilação.

2.2 Métodos

O solo foi preparado de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 6457 (2016), seguindo os procedimentos de secagem ao ar, destorroamento, homogeneização, quarteamento e determinação do teor de umidade higroscópica. Os parâmetros de compactação das misturas solo-cimento, massa seca específica máxima (ρ_g) e teor de umidade ótima (ω_{ot}), foram obtidos com base na construção das curvas de compactação, em duplicata, conforme ABNT NBR 12023/2012. Ambos procedimentos foram realizados sem reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica.

A moldagem dos corpos de prova seguiu instrução DNIT-ME 134/2010, sendo utilizado molde adaptado do Laboratório de Materiais, o qual apresentou as dimensões requeridas para os ensaios, 20x10 cm e espessura de 2 mm (Figura 2), sendo compactados na energia normal. Foram considerados aptos os corpos de prova que atenderam as tolerâncias de grau de compactação (GC) de $100 \pm 2 \%$ e variação de umidade ($\Delta\omega$) em torno de 0,5 % da umidade ótima.

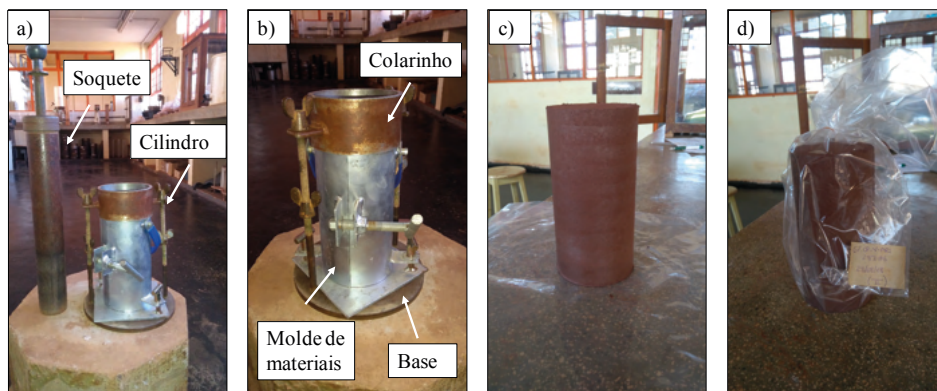


Figura 1: Moldagem das misturas para ensaio de MR: a) Equipamentos utilizados; b) Detalhe da adaptação; c) Corpo de prova extrudado e d) Acondicionado.

A determinação do módulo de resiliência concentrou-se nos teores de 6 e 10% de cimento CP II Z-32 e CP V-ARI, em relação a massa seca de solo, aos 28 dias de cura, moldados em triplicata. Os teores escolhidos buscaram investigar a tendência dos resultados mediante os limites inferior e superior comumente adotados em pesquisas com foco na estabilização química de solo.

Os corpos de prova, moldados na Universidade Estadual de Londrina, foram transportados até o Laboratório de Pavimentação da Universidade Estadual de Maringá – PR para a etapa de experimentação, compreendendo a fase de montagem: posicionamento de papel filtro nas faces superior e inferior do corpo de prova (Figura 3a), acomodação do cabeçote sobre o corpo de prova envolto por membrana de borracha (Figura 3b), disposição dentro da célula triaxial (Figura 3c), fixação dos LVDT e ajustes de altura no interior da estrutura de suporte (Figura 3d).

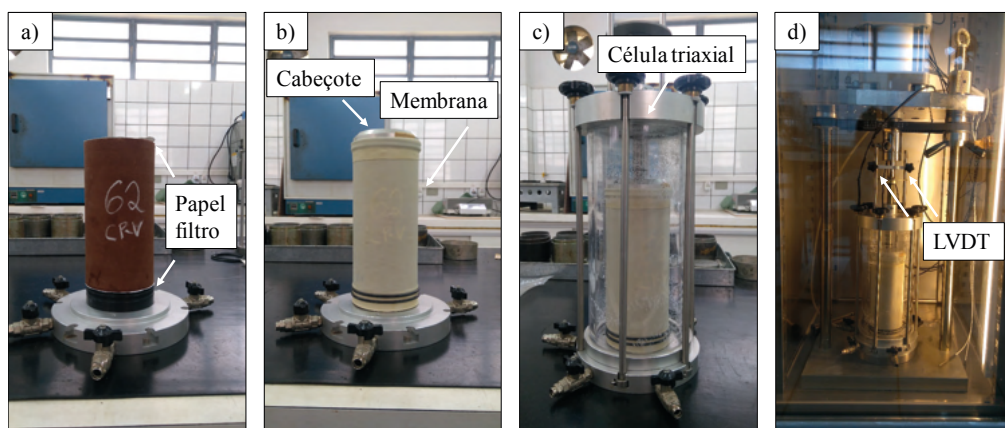


Figura 2: Sequência de montagem.

A realização dos ensaios seguiram a normativa citada e procedimentos já consolidados no Laboratório de Pavimentação, caracterizando como dados de entrada no software Dynapave (Dynamic Pavement Analysis) na etapa de condicionamento quatro médias do comprimento e diâmetro dos corpos de prova, forma do carregamento (Harvesine), número máximo de pulsos (500), deformação axial cumulativa (5,0%), tensões de confinamento e cíclica (normatizada), tempo de espera (60 segundos), enquanto que para a fase de determinação do módulo de resiliência, o número máximo de pulsos e tempo de espera foram alterados para 10 e 10 segundos, respectivamente.

O condicionamento do corpo de prova foi realizado por meio da combinação de três tensões, enquanto que a determinação do módulo de resiliência foi feita com a aplicação de sequência de 18 pares de tensões, sendo considerada a leitura de deformação específica após 10 repetições de carga.

Para obtenção das constantes de regressão (k_1 , k_2 e k_3) dos valores de módulo de resiliência (MR), além dos modelos com base nas tensões confinante – σ_3 (Equação 1), desviatória – σ_d (Equação 2), foram empregados os modelos composto (Equação 3) e constante (Equação 4), os quais foram utilizados no software livre LAB Fit.

$$MR = k_1 s_3^{k_2} \quad (1)$$

$$MR = k_1 s_d^{k_2} \quad (2)$$

$$MR = k_1 s_3^{k_2} s_d^{k_3} \quad (3)$$

$$MR = k_1 (\text{constante}) \quad (4)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros de Compactação

Com base na construção das curvas de compactação, em duplicata, foram determinados os parâmetros de moldagem das misturas, massa específica seca máxima ($\rho_{d,m\acute{a}x}$) e teor de umidade ótica ($\omega_{ót}$), para cada condição experimental, os quais estão apresentados na Tabela 2, em valores médios.

Teor (%)	$\rho_{d,m\acute{a}x}$ (g/cm ³)		$\omega_{ót}$ (%)	
	CP II	CP V	CP II	CP V
6	1,88	1,86	13,2	13,4
10	1,89	1,87	13,6	13,7

Tabela 2: Parâmetros de moldagem.

Em função do percentual de adição, para ambos agentes estabilizantes, foi observado uma sutil tendência de aumento da massa específica seca máxima. Devido ao solo utilizado ser uma areia bem graduada, com aproximadamente 23 % de material menor do que 0,075 mm, o processo de compactação do solo, sem adição de cimento, já oferece um satisfatório entrosamento entre os grãos e partículas. Essa hipótese é confirmada ao observar o valor da massa específica seca máxima do solo puro, de 1,87 g/cm³ (Tabela 1), próximo aos resultados obtidos para as misturas.

Quanto ao teor de umidade ótica, foi ratificada, para ambos cimentos, a tendência do aumento do teor de cimento demandar mais água, resultado do aumento da superfície a ser hidratada.

3.2 Módulo de Resiliência

Para cada uma das combinações de teor e tipo de cimento foram realizados três corpos de prova, os quais atenderam ao controle de qualidade de moldagem imposto, sendo os resultados discutidos em termos médios. Ressalta-se que um dos corpos de prova com 10 % de cimento CP V-ARI foi descartado, em decorrência de contato acidental com água na etapa de cura, ocasionando elevação do teor de umidade e dispersão de valores.

Da tentativa de identificar o comportamento elástico das misturas diante das variáveis tipo e teor de cimento, são apresentados na Tabela 3 os resultados de MR médios para cada par de tensões ensaiado. Para ambos agentes estabilizantes, a maioria dos resultados obtidos se situou entre 5.000 e 7.000 MPa, condizente com valores apresentados por outros autores (Sanbonsuge et al., 2017; Rocha; Rezende, 2017).

Par de Tensões	Tensão Confinante (MPa)	Tensão Desviatória (MPa)	MR _{médio} (MPa)			
			CP II Z-32		CP V-ARI	
			6%	10%	6%	10%
1	0,020	0,020	10432	11729	7738	19563
2		0,040	6776	6046	5730	8965
3		0,060	5790	5265	5405	7313
4	0,035	0,035	7160	6412	5880	9733
5		0,070	5549	5114	5292	6755
6		0,105	5289	4995	5362	6309
7	0,050	0,050	5945	5434	5315	7455
8		0,100	5204	4939	5276	6293
9		0,150	5277	5148	5562	6295
10	0,070	0,070	5381	4951	5090	6499
11		0,140	5184	5015	5433	6168
12		0,210	5477	5469	5927	6480
13	0,105	0,105	5052	4737	5086	5944
14		0,210	5387	5371	5820	6421
15		0,315	5904	6054	6530	7053
16	0,140	0,140	4970	4785	5170	5834
17		0,280	5614	5720	6198	6657
18		0,420	6225	6499	6948	7527

Tabela 3: Módulo de Resiliência das misturas solo-cimento

Observa-se um decréscimo dos valores de MR em decorrência do incremento das tensões confinantes e desviatórias aplicadas para os dois primeiros estágios de confinante (0,020 e 0,035 MPa), a partir dos quais há uma mudança de tendência, ocorrendo aumentos

do módulo de resiliência para variações crescentes de ambas tensões.

Venson (2015), ao analisar a influência de diferentes teores de cimento CP V-ARI e índices de vazios no comportamento resiliente de uma areia, observou aumento do MR com o aumento da tensão desvio, ao passo que Sanbonsuge et al. (2017), estudando uma areia siltosa estabilizada com cimento, relata que o material não se mostrou sensível a tensão desviatória e pouca sensibilidade à variação da tensão de confinamento.

Em posse dos resultados apresentados na Tabela 3, foram determinados os coeficientes de regressão para os modelos constante, composto, em função da tensão desvio e tensão confinante, com o intuito de definir o modelo mais representativo para as misturas estudadas, conforme Tabela 4.

Condição Experimental		Modelos											
		Constante		Composto				Tensão desvio			Tensão confinante		
		k1	R ²	k1	k2	k3	R ²	k1	k2	R ²	k1	k2	R ²
CP II	6%	5923,1	0,00	3755,1	-0,018	-0,174	0,44	3842,1	-0,190	0,43	3572,3	-0,170	0,29
	10%	5760,2	0,00	3659,3	-0,004	-0,189	0,26	3679,4	-0,192	0,26	3558,1	-0,166	0,15
CP V	6%	5764,6	0,00	5578,7	-0,036	0,031	0,16	5648,4	-0,009	0,00	5647,9	-0,007	0,00
	10%	7625,8	0,00	2693,3	0,004	-0,432	0,56	2677,6	-0,430	0,56	2697,5	-0,350	0,30

Tabela 4: Constantes de Regressão

Nessa perspectiva, o modelo composto apresentou coeficientes de correlação (R²) mais elevados quando comparado aos outros modelos, porém, todos eles indicaram ajustes deficientes (R² ≤ 0,6). A mesma tendência foi observada por Silva et al. (2019) para solo arenoso estabilizado com 7% de cimento e tempo de cura de 28 dias. Supõe-se que esse comportamento esteja relacionado a limitações dos modelos testados para solos estabilizados com cimento.

O comportamento 3D das misturas segundo o modelo composto (Figura 4), indicou decréscimos do módulo de resiliência defronte do aumento da tensão desviatória, com exceção da mistura com 6 % de cimento CP V-ARI.

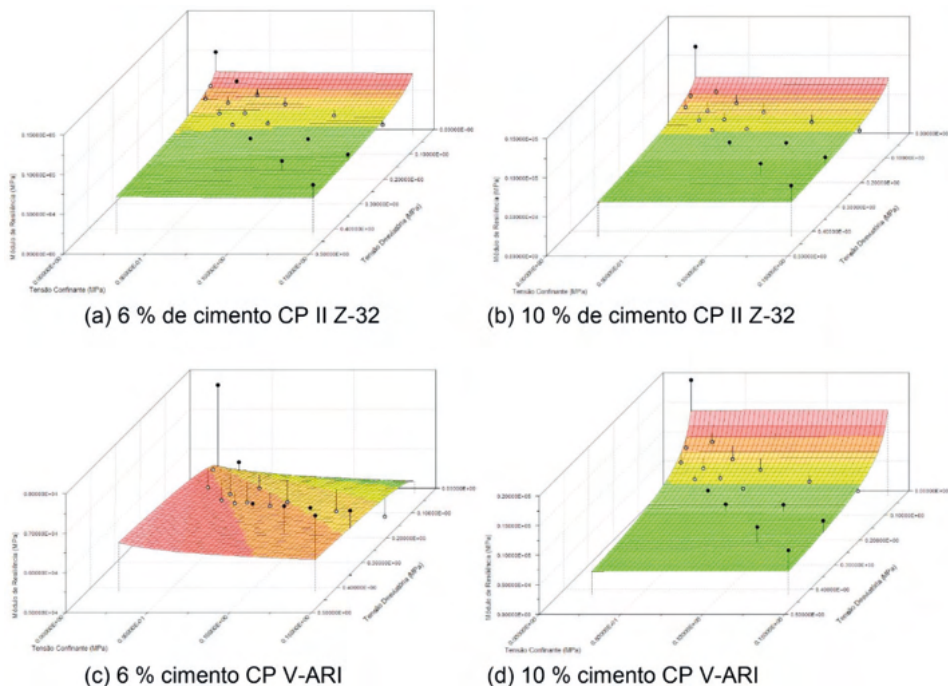


Figura 3: Gráficos 3D obtidos para o modelo composto.

A dificuldade no estabelecimento de correlações satisfatórias em materiais cimentados foi reportada em trabalho de Rocha e Rezende (2017), ao averiguarem a estabilização de um solo tropical granular através da adição de cimento e cal. Segundo as autoras, esse comportamento pode estar relacionado às condições de compactação dos corpos de prova, ganho de umidade na câmara úmida após o período de cura, problemas na realização dos ensaios e/ou limitações de norma, sendo enfatizado a necessidade de maior controle na confecção dos corpos de prova para misturas estabilizadas quimicamente.

4 | CONCLUSÕES

Com base no propósito de verificar os efeitos de tipo e teor de cimento no comportamento das misturas solo-cimento diante de carregamentos repetidos, foi observado que o aumento no teor de cimento CP II Z-32 não resultou em incrementos no módulo de resiliência, conforme constatado para o CP V-ARI.

Ambos agentes estabilizantes nos teores de 6 e 10 % demonstraram decréscimos dos valores de módulo de resiliência em decorrência do incremento das tensões confinantes e desviatórias aplicadas para os dois primeiros estágios de confinante (0,020 e 0,035 MPa), a partir dos quais houve mudança de tendência.

Os resultados de módulo de resiliência, ao serem empregados nos modelos

constante, composto e em função das tensões confinante e desviatória, não se ajustaram satisfatoriamente, podendo estar relacionado tanto as limitações dos modelos testados para avaliação de materiais estabilizados com cimento.

Ainda assim, a maioria dos resultados se situou entre 5.000 e 7.000 MPa, possibilitando sua utilização em anteprojetos de dimensionamento de pavimento baseados na metodologia empírico-mecanística.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro, obtido por meio de Bolsas de Mestrado, de Doutorado, de Produtividade e auxílio em trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). NBR 12023. **Solo-cimento – ensaio de compactação**. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016). NBR 6457. **Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização**. Rio de Janeiro.

Cancian, M. A.; Cancian, V. A.; Fontenele, H. B.; Costa Branco, C. J. M.; Teixeira, R. S. (2017) **Influência do teor de umidade, da porosidade e do intervalo de tempo até a aplicação da mistura solo-cimento em pavimento rodoviário**. Transportes, 25 (1), p. 41-50.

Consoli, N. C.; Foppa, D.; Festugato, L.; Heineck, K. H. (2007) **Key parameters for strength control of artificially cemented soils**. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 133 (2), p. 197-205.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2010). DNIT-ME 134. **Pavimentação – Pavimentação – Solos – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio**. Rio de Janeiro.

Farhan, A. H.; Dawson, A. R.; Thom, N. H. (2018) **Recycled hybrid fiber-reinforced & cement-stabilized pavement mixtures: Tensile properties and cracking characterization**. Construction and Building Materials, 179, p. 488-499

Ferreira, J. W. S. (2019) **Comportamento mecânico de misturas solo-cimento para aplicação em pavimentos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Londrina / UEL, Londrina, 149 p.

Ferreira, J. W. S.; Gomes, V. H.; Cancian, V. A.; Zanin, R. F. B.; Oliveira, A. D.; Gonçalves, F.; Costa Branco, C. J. M.; Teixeira, R. S. (2018) **Aplicabilidade de solo arenoso compactado e melhorado com cimento em pavimentos flexíveis**. In: XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – COBRAMSEG 2018, Salvador, Bahia. Anais...

Gonçalves, F.; Zanin, R. F. B.; Somera, L. F.; Oliveira, A. D.; Ferreira, J. W. S.; Costa Branco, C. J. M.; Teixeira, R. S. (2018) **Caracterização Físico-química e mineralógica de três solos do estado do Paraná**. In: XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – COBRAMSEG 2018, Salvador, Bahia. Anais...

Nascimento, R. S.; Albuquerque, F. S. (2018) **Estudo de desempenho à fadiga de base cimentada tipo BGTC na BR-101/SE**. Transportes, 26 (1), p. 21-36.

Rocha, M. T.; Rezende, L. R. (2017) **Estudo laboratorial de um solo tropical granular estabilizado quimicamente para fins de pavimentação**. Revista Matéria, 22 (4).

Sanbonsuge, K.; Vasconcelos, K.; Bernucci, L.; Moura, E. (2017) **Efeito da umidade inicial e do tempo de cura nas propriedades mecânicas de misturas solo-cimento**. Transportes, 25 (4), p. 68-82.

Silva, D. C.; Fontoura, E.; Engelke, D. C.; Zappe, A. P. S.; Mensch, N. G.; Brito, L. A. T. (2019) **Estudo da influência de incorporação de cimento em solo arenoso através de ensaios triaxiais de módulo de resiliência**. In: XXXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET 2019, Balneário Camboriú, Santa Catarina. Anais...

Specht, L. P.; Ceratti, J. A. P.; Consoli, N. C. (2006) **Laboratory study of soil-cement-fiber mixtures under static and repeat-ed loading for pavements**. IJP-International Journal of Pavements, 5 (1), p. 99-109.

Venson, G. I. (2015) **Módulo de resiliência e vida de fadiga de areia artificialmente cimentada**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS, Porto Alegre, 158 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altas Temperaturas 78, 79, 87, 88, 90, 91, 102, 173, 174, 175, 180

Análise Estrutural 115, 119, 122, 124, 255

Argamassa 83, 92, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 244, 249, 295, 300

Arquitetura Hospitalar 103, 107, 112

Avaliação de Desempenho 103, 104, 106, 107, 112, 113

B

Bim 3, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

BIM 5D 58, 59, 61, 65

C

Cimento 67, 71, 73, 79, 80, 84, 90, 91, 92, 94, 95, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 162, 163, 164, 165, 207, 245, 254, 258, 304

Concreto 1, 2, 5, 12, 46, 57, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 101, 112, 114, 152, 153, 158, 159, 175, 192, 207, 220, 245, 246, 251, 254, 259, 266, 267, 271, 272, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 312, 313, 314

Concreto Armado 1, 2, 5, 46, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 78, 80, 82, 83, 88, 245, 246, 254, 266, 267, 271, 272, 302, 303, 304, 307, 308, 312, 313

Contenções 160, 172, 253, 255, 265

Corrosão das armaduras 67, 68, 69, 72, 75, 80, 82

D

Decreto 58, 60, 61, 65, 66, 290, 299

Deep Beams 183, 193, 194

Degradação 48, 76, 80, 87, 90, 91, 92, 102, 105, 177, 289, 294, 295, 297, 300, 337

Disseminação 58, 60, 61, 66

Durabilidade 52, 56, 69, 75, 76, 78, 80, 88, 108, 113, 126, 173, 174, 175, 181, 207, 297, 298

E

Elementos de barra biarticulados 29, 44, 317

Ementa 58, 60, 62

Empreendimentos Rurais 46, 47, 49, 55, 56

Engenharia Civil 3, 1, 12, 28, 48, 58, 60, 62, 63, 88, 90, 113, 115, 116, 117, 125, 134, 135, 150, 172, 195, 220, 265, 266, 291, 292, 303, 304, 316, 338

Engenharia Diagnóstica 78, 80

F

Fundações Superficiais 1, 2, 3, 4, 12, 265

G

Gnaisse 173, 174, 175, 176, 179, 180

Grelhas Hiperestáticas 13, 14, 26

H

Hastes de Paredes Delgadas 14, 27

Hospital Architecture 103

I

Incêndio 51, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 108, 110, 111, 112, 175

Inspeção Predial 46, 47, 48, 49, 52, 55, 56, 57, 103, 109

Interação Solo-Estrutura 3, 1, 2, 3, 5, 11, 12, 254, 255, 265

Íons Sulfatos 67, 69, 72, 73, 75

L

Látex da seringueira 150, 151, 157

M

Máquinas de ar condicionado 195, 196, 198, 199, 201, 202, 203

Mecânica Vetorial 115, 116, 117, 118, 119

Metodologia Empírico-Mecanística 125, 134

Microzonificación, Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo 136

Modelagem 6D 195

Módulo de Resiliência 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

P

Patologias 47, 48, 56, 57, 76, 115, 291, 296, 298, 300

Pavimentação 125, 129, 134, 135, 239

Performance Evaluation 103

R

Recalque 1, 3, 4, 263

S

SAP2000 1, 2, 3, 5

SFRC 183, 193

Shear Strength 183, 193

Solo-Cimento 125, 126, 128, 131, 133, 134, 135

T

Tensão de bimomento 13, 24, 26

Tensão de flexão 13, 26, 27

Tratamento Térmico 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Treliça 28, 29, 40, 116, 119, 120, 316, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 330, 331

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

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

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA CIVIL 3

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