

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
Lourival 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 |

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

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 20/08/2021

Heron Viterbre Debique Sousa

Universidade de Itaúna, Faculdade de Engenharia e Computação
Itaúna – MG

<http://lattes.cnpq.br/2535104910232355>

Alessandro Leonardo da Silva

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Docente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

<http://lattes.cnpq.br/3171861239181391>

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Estatística
Lavras – MG

<http://lattes.cnpq.br/5648343045394420>

Emanuela dos Santos Gonzaga

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Discente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

Gustavo Neves Quintão Gonzales

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Discente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

Marcelo Robert Fonseca Gontijo

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Docente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

<http://lattes.cnpq.br/8542085313060795>

Thais Prado Vasconcelos Silva

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Docente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

<http://lattes.cnpq.br/1705528340815320>

Rodrigo Silva Fonseca

Universidade Estadual de Minas Gerais,
Docente de Engenharia Civil
Divinópolis – MG

<http://lattes.cnpq.br/2880196318327471>

RESUMO: Na engenharia civil é decorrente os discentes apresentarem dificuldades em determinadas matérias, uma destas a Mecânica Vetorial. O presente estudo tem por objetivo dissertar a respeito de um grande gargalo identificado, expor quais possibilidades acarretam a situação, indiferente do sistema de ensino, material didático e metodologia de trabalho e propor admissíveis soluções. Foi apontando a partir de dados coletados através de questionários disseminados entre os discentes, um significativo porcentual de lacunas a serem tratadas no conteúdo de análise estrutural de treliças. Através de investigações ao histórico curricular de disciplinas ministradas aos alunos e conteúdos predecessores da própria matéria de Mecânica Vetorial, “Mecânica Geral”, foi questionado possíveis irregularidades no ensino anterior que permitiram determinadas situações, e para estes dados foram estabelecidos comparativos. Por fim, foram traçadas novas possibilidades para tratar tais patologias na didática de análise estrutural e novas metodologias de disseminar o ensino indiferente

do ambiente de aprendizado.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia civil, Mecânica Vetorial, Trelça.

DIFFICULTY OF CIVIL ENGINEERING STUDENTS IN THE FIELD OF VECTOR MECHANICS COMPARING THE PARAMETERS OF FACE-TO-FACE TEACHING AND REMOTE EDUCATION

ABSTRACT: In civil engineering, students have specific difficulties, one of which is Vector Mechanics. This study aims to discuss a major bottleneck identified, expose what possibilities the situation entails, regardless of the education system, teaching material and work methodology and admissible solutions. A significant percentage of gaps to be addressed in the structural analysis content of trusses was based on data collected through questionnaires disseminated among students. Through investigations into the history, curriculum of subjects taught to students and predecessor contents of the subject of Vector Mechanics, “General Mechanics”, possible irregularities in the previous teaching that allow hypotheses were questioned, and for these data comparatives were eliminated. Finally, new possibilities were outlined to treat such pathologies in the didactics of structural analysis and new methodologies for the dissemination of teaching regardless of the learning environment

KEYWORDS: Civil Engineering, Vector Mechanics, Truss.

1 | INTRODUÇÃO

Durante todo o curso de graduação os discentes do curso de engenharia civil passam por diversas matérias, algumas delas de fácil compreensão, outras com um grau de dificuldade maior, tendo em vista o alto índice de reprovação em determinadas disciplinas. Entre essas mais complexas podemos citar a Mecânica Vetorial, que é ministrada em um dos períodos iniciais do curso, sendo ela de acordo com o Projeto Pedagógico do curso, um pré-requisito para outras disciplinas dos semestres seguintes.

A perspectiva de reprovação no ensino remoto ainda não serve de referência utilizando-se apenas os diários de notas, por isso uma visão um pouco mais clara do processo e muito provavelmente esclarecedora será a análise de um questionário. Uma das premissas que norteou o presente trabalho foi um questionário elaborado em 2017 pelos professores titulares das disciplinas da época para identificar dificuldades e gargalos da disciplina.

Diante do atual cenário instaurado pela pandemia de coronavírus (Covid-19), com base na RESOLUÇÃO CONUN/UEMG N° 456, DE 04 DE JUNHO DE 2020 [1], toda a comunidade acadêmica necessitou de adaptações, um momento delicado que requer muitos recursos e um trabalho minucioso e gradativo para o desenvolvimento acadêmico do corpo discente. Com o emprego dessas novas tecnologias e metodologias de ensino, entre oportunidades e possíveis lacunas geradas provenientes do meio de comunicação, foi realizado uma nova amostragem junto aos discentes da disciplina de Mecânica Vetorial, “Mecânica Geral”, no intuito de mensurar e comparar os novos gargalos ou não as

dificuldades ao decorrer do conteúdo ministrado em aula e estabelecer possíveis relações com a amostragem identificada anteriormente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, a ferramenta utilizada pela equipe de trabalho foi a aplicação de um questionário dirigido à turma do 3º período noturno de engenharia civil da UEMG, Unidade Divinópolis, que teve no semestre 2020/2 a matéria de Mecânica Vetorial. Mediante dos dados apresentados e comparados com um questionário elaborado durante o ensino presencial no ano de 2017 e também a contribuição de outros autores e livros da disciplina foi elaborada uma proposta de melhoria para o ensino da referida disciplina.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma pesquisa realizada no ano de 2017 com os discentes de engenharia da UEMG Divinópolis, quando ainda estavam em modelo presencial, foi apontado que 61% desses que tiveram contato com esse tópico, apresentaram dificuldades no tópico de Treliças. Já nos dias atuais em que os ensinos das universidades estão operando em modelo remoto, essa porcentagem caiu para 54%, porém ainda é um número alarmante.

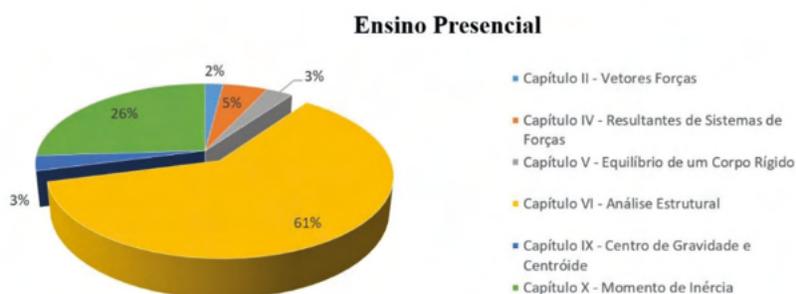


Figura 1: Gráfico quantitativo demonstrando o percentual da dificuldade encontrada pelos alunos do ensino presencial para as disciplinas ministradas na disciplina de Mecânica Vetorial.

Ensino Remoto

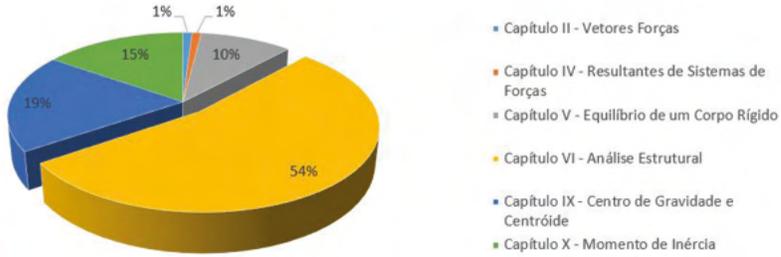


Figura 2: Gráfico quantitativo demonstrando o percentual da dificuldade encontrada pelos alunos do ensino remoto para as disciplinas ministradas na disciplina de Mecânica Vetorial.

Também, nessa nova pesquisa foi constatado que 69% desses discentes dedicam apenas de 1 a 3 horas semanais para revisar o conteúdo ministrado nos encontros com o professor e apenas 8% dedicam mais de 5 horas semanais.

Tempo Médio de Estudos Além da Disciplina

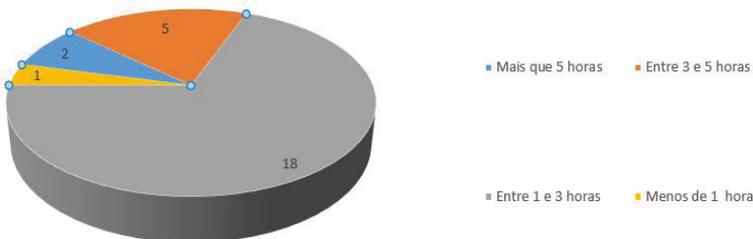


Figura 3: Gráfico quantitativo demonstrando o tempo médio dedicado ao estudo da disciplina além do proposto em aula.

A complexidade no tópico de Trelças pode decorrer dentre outras possibilidades da falta de práticas pelo fato que os alunos não estão conseguindo ter acesso a laboratórios da universidade. Também podemos citar que a reprovação em demasia dessa matéria, pode se dar ao fato dos tópicos complexos e de difícil assimilação do aluno associando a grande pressão depositada em período remoto com grandes quantidades de conteúdos e a incerteza do seu futuro acadêmico que foi demonstrado pela convivência com os alunos em período remoto e comparado com o modelo presencial, onde haviam incertezas também,

porém os professores conseguiam auxiliar com mais conteúdo

Algumas dessas dificuldades apresentadas podem ser resultados de uma formação um pouco deficitária no ensino médio ou também o ingresso no ensino superior em um período tardio da vida, alguns anos após sua formação no ensino médio.

Outra possibilidade para determinados gargalos é o modo em que o tópico de Trelça é introduzido na disciplina muitas das vezes é de forma intimidante, o conteúdo é apresentado em uma estrutura muito complexa já no início, o que leva o discente a ficar amedrontado com o mesmo tendo em vista que o aluno não enxerga uma Trelça como um conjunto de vetores de forma que ele aparece em percentual no gráfico de dificuldades. Quando a temática da Análise Estrutural é passada, já a apresentam com o exemplo da Figura 7, isso leva ao subconsciente dos alunos que é impossível resolver a questão sem cálculos complexos e longos, muitas das vezes esse motivo leva a desmotivação e completa falta de interesse a se dedicar a matéria, isso explica as poucas horas dedicadas a estudos fora do horário de aula, entretanto, essas poucas horas de estudos também são associadas a falta de interesse e procura por compreensão por partes dos acadêmicos. Muitos já possuem o pleno conhecimento do grau de relevância que devemos dar a esse tópico, mas alguns ainda não o detém.

Na mesma pesquisa que apontou a dificuldade na Análise Estrutural expôs também que poucos discentes tiveram problemas com o tópico de Vetores, Figura 4.



Figura 4: Gráficos quantitativos evidenciando a simplicidade do conteúdo de Vetores ministrada na disciplina de Mecânica Vetorial

A falta de sutileza neste tópico faz com que o acadêmico entre em contradição quando afirma que consegue compreender vetores, porém não consegue assimilar uma questão de trelças, pois de maneira geral elas são vetores arranjados em diversas posições e sua resolução é feita por etapas, porém já nos primeiros cálculos é possível descobrir os valores de outros nós, que é a junção das partes de duas barras ou mais, através de deduções. A figura 5 permite verificar a simplicidade do conteúdo de vetores, evidenciado através dos dados coletados e expostos nos gráficos acima.

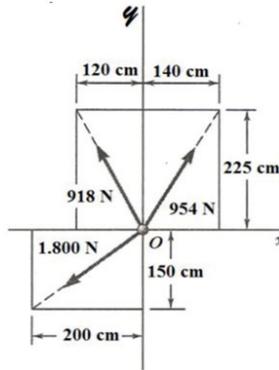


Figura 2: Treliza simples

| | | | |
|--|------------------|---|---|
| | $\theta = 61,93$ | F_x $\cos 61,93 = \frac{x_1}{918}$ $x_1 = 431,96 \text{ N}$ | F_y $\sin 61,93 = \frac{y_1}{918}$ $y_1 = 810,02 \text{ N}$ |
| | $\theta = 58,11$ | $\cos 58,11 = \frac{x_2}{954}$ $x_2 = 503,99 \text{ N}$ | $\sin 58,11 = \frac{y_2}{954}$ $y_2 = 810,01 \text{ N}$ |
| | $\theta = 36,87$ | $\cos 36,87 = \frac{x_3}{1800}$ $x_3 = 1440 \text{ N}$ | $\sin 36,87 = \frac{y_3}{1800}$ $y_3 = 1080 \text{ N}$ |

Figura 6: Resolução do problema proposto na figura 5.

O desenvolvimento sistemático e gradual da avaliação de tais estruturas, exemplificam a inevitável semelhança entre os conteúdos, figura 7:

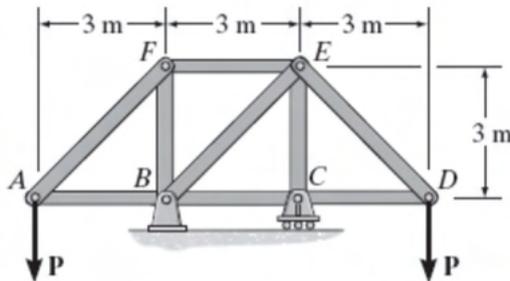
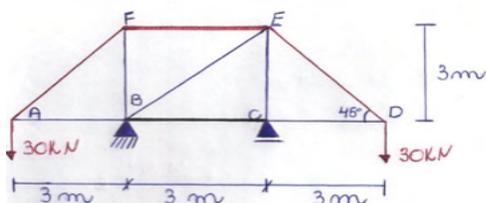


Figura 7: Treliza para análise estrutural proposta em sala de aula. Foi admitido 30 kN (Quilonewtons) para as forças P.



- TRACÇÃO
- COMPRESSÃO
- ELEMENTO DE FORÇA MULA

$$\begin{aligned} \sum M_{RB} &= 0 \\ (30 \cdot 3) + (-V_C \cdot 3) + (-30 \cdot 6) &= 0 \\ 90 - 3V_C - 180 &= 0 \\ V_C &= \frac{-90}{-3} \rightarrow V_C = 30 \text{ kN} \uparrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ V_B + V_C - 30 - 30 &= 0 \\ V_B + 30 - 30 - 30 &= 0 \\ V_B &= 30 \text{ kN} \uparrow \end{aligned}$$



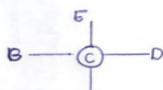
$$\begin{aligned} (F_{AF} \cdot \sin 45^\circ) + (-30) &= 0 \\ F_{AF} &= \frac{30}{0,71} = 42,43 \text{ kN} \nearrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (+F_{AF} \cdot \cos 45^\circ) + F_{AB} &= 0 \\ F_{AB} &= -42,43 \cdot 0,71 \\ F_{AB} &= -30 \text{ kN} \leftarrow \end{aligned}$$

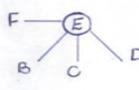


$$\begin{aligned} (F_{DE} \cdot \sin 45^\circ) + (-30) &= 0 \\ F_{DE} \cdot \sin 45^\circ &= 30 \\ F_{DE} &= \frac{30}{0,71} = 42,43 \text{ kN} \nearrow \end{aligned}$$

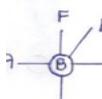
$$\begin{aligned} (-F_{DE} \cdot \cos 45^\circ) + (-F_x) &= 0 \\ (-42,43 \cdot \cos 45^\circ) &= F_{DC} \\ F_{DC} &= -30 \text{ kN} \leftarrow \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_{CE} + 30 &= 0 \\ F_{CE} &= -30 \text{ kN} \downarrow \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (-F_{EF}) + (F_{DE} \cdot \cos 45^\circ) &= 0 & (F_{EB} \cdot \sin 45^\circ) + F_{EC} &= 0 \\ -F_{EF} &= -42,43 \cdot \cos 45^\circ & -F_{EB} \cdot \sin 45^\circ - 30 &= 0 \\ F_{EF} &= +30 \text{ kN} \rightarrow & -F_{EB} \cdot \sin 45^\circ &= 30 \\ & & F_{EB} &= -42,43 \text{ kN} \swarrow \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F_{BF} + 30 &= 0 & (+F_{EB} \cdot \cos 45^\circ) + (F_{AB}) + F_{BC} &= 0 \\ F_{BF} &= -30 \text{ kN} \downarrow & (42,43 \cdot \cos 45^\circ) - 30 + F_{BC} &= 0 \\ & & 30 - 30 + F_{BC} &= 0 \\ & & F_{BC} &= 0 \end{aligned}$$

Figura 8: Resolução do segundo exemplo proposto.

Em virtude dos fatos mencionados deve ser traçado um novo panorama para que esses discentes e os futuros que vão ingressar na faculdade, possam sair dessa matéria sem o sentimento de inutilidade e sem ver o quanto ela é de grande relevância para o curso.

Pode ser abordado a criação de dinâmicas envolvendo o conteúdo através de quiz de perguntas, a realização de trabalhos de nível intermediário como, por exemplo, o campeonato de pontes adaptado para o modelo remoto. Outra alternativa é manter o dinamismo nos momentos de encontro com o professor, deixar bem claro para todos, que aquele é o momento para tirar dúvidas, e que não existem perguntas desnecessárias, criar um ambiente descontraído para que o aluno não sinta que está ali apenas por obrigação, criando soluções levando sempre em consideração a real situação do estudante para que ele não passe por cinco anos de graduação com a sensação que errou ao escolher esse curso.

Diante da inviabilidade da execução da excelência didática que o campeonato de pontes de palito de picolé oferece à comunidade acadêmica, uma alternativa sugerida, ainda não implementada, seria associada a utilização de softwares de cálculo estrutural, jogos e aplicativos, meio aos recursos tecnológicos intrínsecos ao método de ensino, para disponibilizar aos discentes outras formas de percepção para desenvolver a análise estrutural, a fim de atender as dificuldades identificadas.

De forma prática, pode-se apresentar, por exemplo, a tendência de movimento de pontes, antes de palito de picolé, após serem submetidas aos esforços do meio, por meio do software Ftool, uma ferramenta gratuita disponibilizada a estudantes e professores, pela equipe acadêmica da PUC-RIO. Ao desenvolver determinado trabalho, além da possibilidade de desenvolvimento de outros meios de ensino, a distância entre os meios teóricos e práticos de solução de questões de engenharia podem ser trabalhadas, preparando o discente para o mercado de trabalho.

As Figuras 09, 10 e 11, permitem exemplificar as presentes forma de estudo:

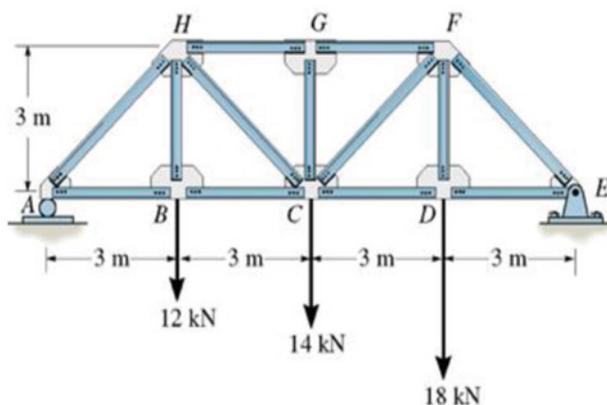


Figura 9: Ponte para análise estrutural proposta em exercício em sala de aula.

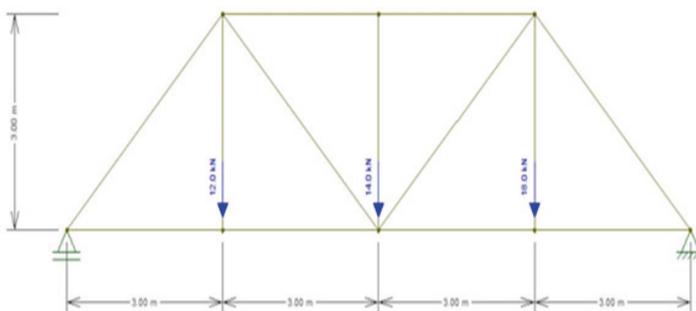


Figura 10: Ponte proposta no exercício da Figura 09, projetada no software Ftool.

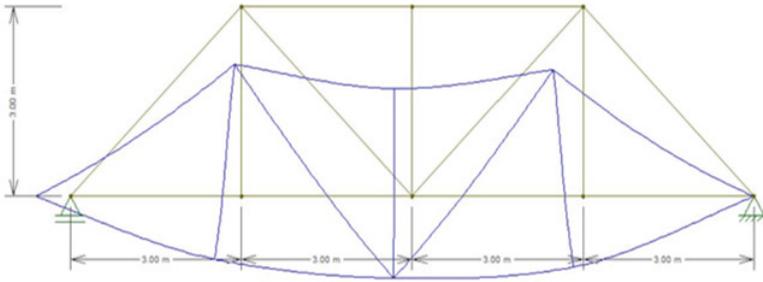


Figura 11: Tendência de movimento, deformação, da ponte proposta no exercício da Figura 09.

Outra solução prática a ser adotada, seria a utilização de jogos de interação para trabalhar o raciocínio do discente. Como exemplo, o jogo Poly Bridge do desenvolvedor Dry Cactus, poderia ser adotado para dimensionar estruturas semelhantes, além de trabalhar outras necessidades, como a condicionante financeira do projeto.



Figura 12: Jogo Poly Bridge, Dry Cactus.

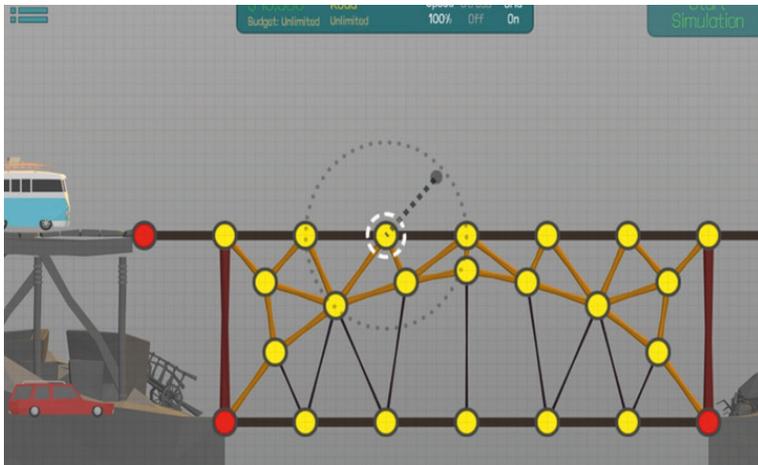


Figura 13: Jogo Poly Bridge, Dry Cactus.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente trabalhando em modelo remoto ainda é notório que os acadêmicos apresentam dificuldades em tópicos dessa matéria, mais especificamente o conteúdo de Análise Estrutural.

Dado este fato alunos e professores precisaram se readaptar e passar por uma imersão tecnológica para melhorar o conteúdo desenvolvido nas reuniões. Para isso foram ofertadas aulas além do horário previsto e também a escolha de trabalhar em modelo totalmente síncrono.

Com isso será possível amplificar o olhar crítico e analítico do discente de modo que possa progredir na sua vida acadêmica e profissional.

REFERÊNCIAS

Hibbeler, Russell C. **Estática: Mecânica para engenharia**. 12. ed. Tradução Daniel Vieira. Revisão técnica José Maria Campos dos Santos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 512p. Título Original: Engineering mechanics: Statics. ISBN 978-85-7605-815-1.

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