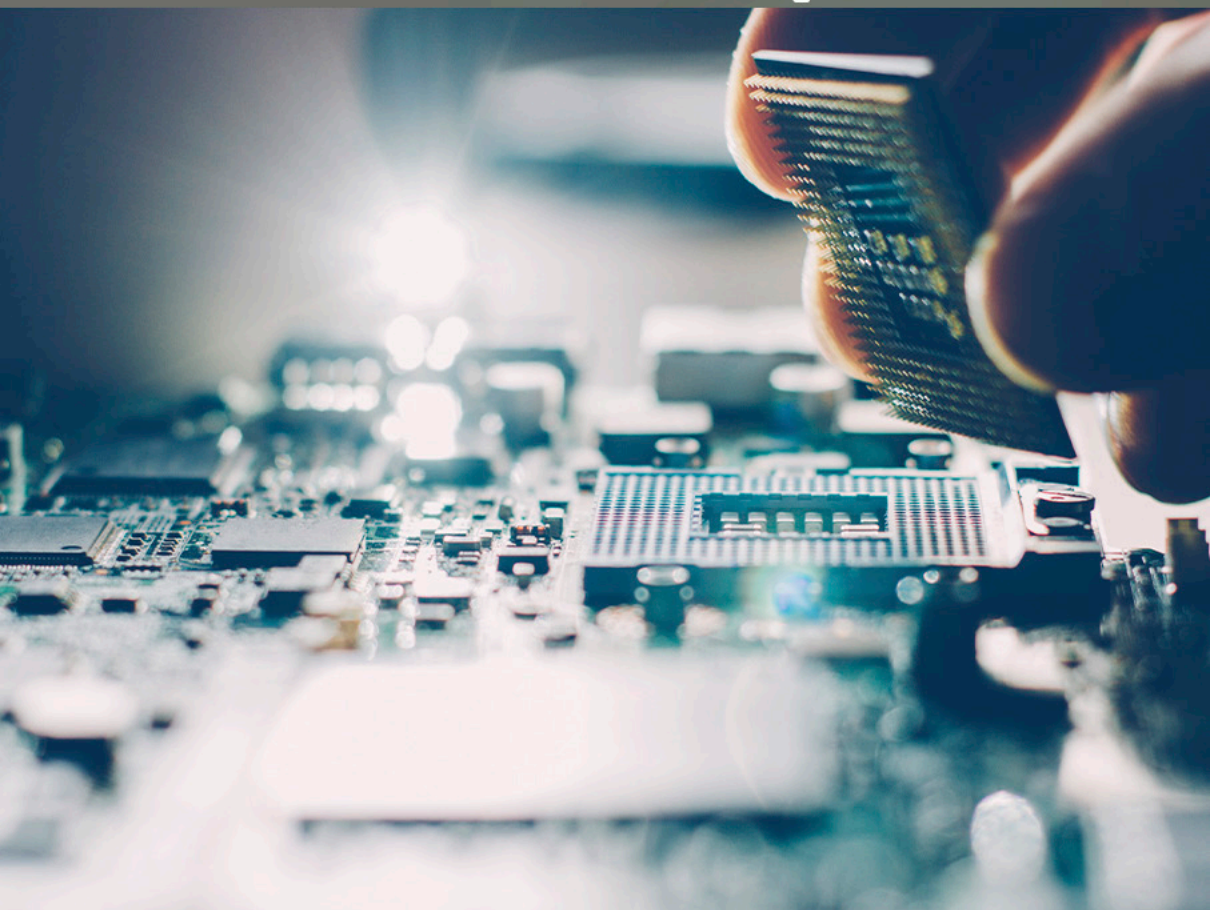


COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

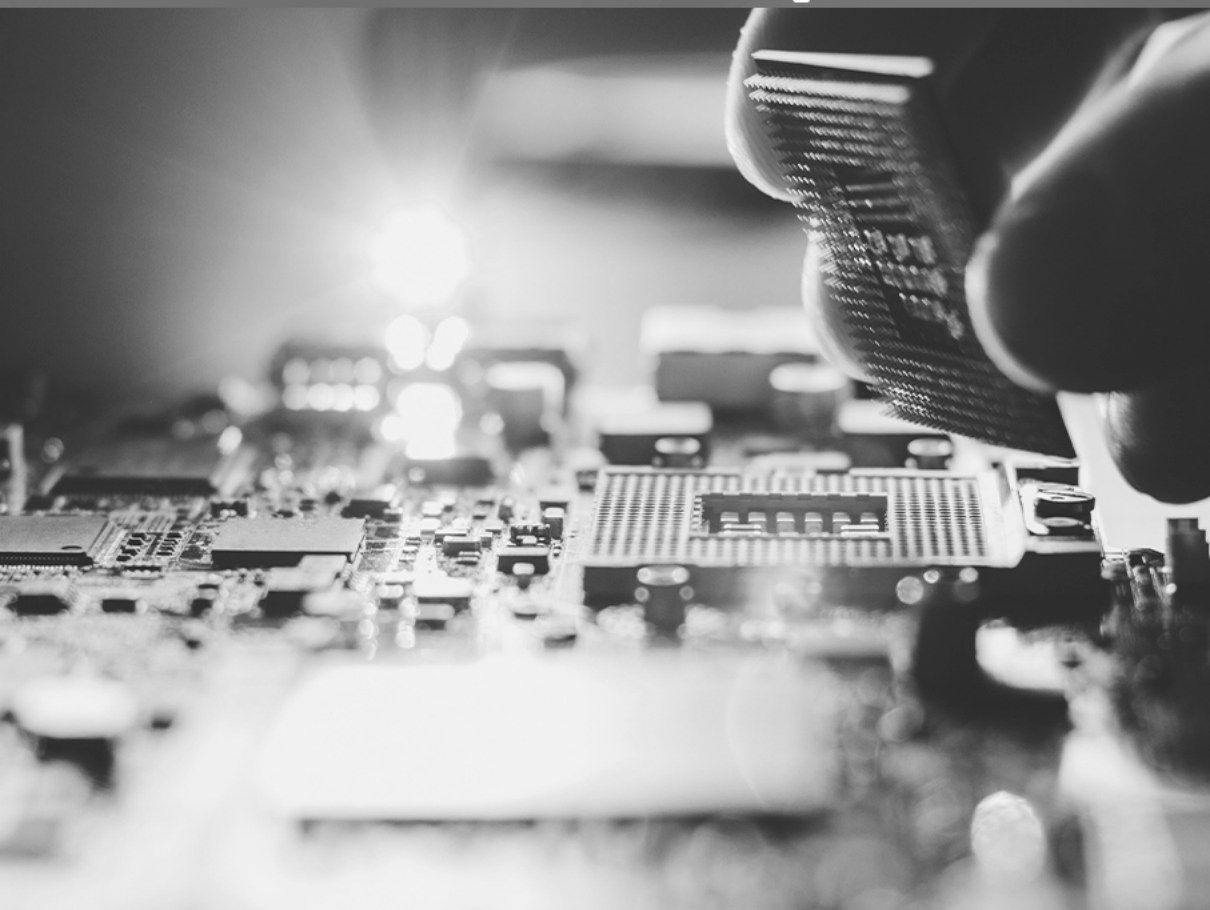


ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

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 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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª 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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
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 Federac 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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 Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação 2 / Organizador Ernane Rosa Martins. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-384-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.849211808>

1. Engenharia da computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 621.39

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 Engenharia de Computação é a área que estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Esta área tem a matemática e a computação como seus principais pilares. O foco está no desenvolvimento de soluções que envolvam tanto aspectos relacionados ao software, quanto à elétrica/eletrônica. Os profissionais desta área são capazes de atuar principalmente na integração entre software e hardware, tais como: automação industrial e residencial, sistemas embarcados, sistemas paralelos e distribuídos, arquitetura de computadores, robótica, comunicação de dados e processamento digital de sinais.

Dentro deste contexto, esta obra aborda diversos aspectos tecnológicos computacionais, tais como: implementação e modificações numéricas a serem feitas no algoritmo de Anderson (2010) para simular o escoamento sobre uma asa finita submetida a ângulos de ataque próximos ao estol; modelo distribuído para analisar a influência da formação e do adensamento de geadas sobre o desempenho de evaporadores do tipo tubo-aletado, comumente usados em refrigeradores frost-free; um algoritmo de Redes Neurais Convolucionais (CNN) que identifica se a pessoa está ou não utilizando a máscara; potencialidades do M-Learning e Virtual Reality no curso técnico em Agropecuária; avaliação da qualidade da energia elétrica em um sistema de geração de energia fotovoltaica; uma abordagem para a segmentação de imagens cerebrais, utilizando o método baseado em algoritmos genéticos pelo método de múltiplos limiares; estudo numérico de uma âncora torpedo sem aletas cravada em solo isotrópico puramente coesivo, utilizando um modelo axissimétrico não-linear em elementos finitos; estudo acerca da análise numérica de placas retangulares por meio do método das diferenças finitas, obtendo soluções aproximadas para o campo de deslocamentos transversais bem como os correspondentes momentos fletores, para problemas envolvendo uma série de condições de contorno, utilizando-se o software Matlab® para simulação; desenvolvimento e aplicação da Realidade Virtual (RV) como Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para auxiliar no processo de ensino-aprendizado de disciplinas do Ensino Médio; avaliação dos resultados obtidos em campanhas de medição de qualidade da energia elétrica (QEE) na rede básica em 500 kV; examinar o comportamento mecânico-estático de uma longarina compósita projetada para uma aeronave esportiva leve através de investigações numéricas, empreendidas em software (ANSYS Release 19.2) comercial de elementos finitos; construção de um sistema para monitoramento de ativos públicos; a relação da Sociedade 5.0 envolvida no contexto da Indústria 4.0 e a Transformação Digital; algoritmos de seleção e de classificação de atributos, identificando as vinte principais características que contribuem para o desempenho alto ou baixo dos estudantes; a Mask R-CNN, utilizada para a segmentação de produtos automotivos (parabrisas, faróis, lanternas, para-choques e retrovisores) em uma empresa do ramo de reposição automotiva; o nível de usabilidade do aplicativo protótipo

para dispositivo móvel na área da saúde voltado ao auxílio do monitoramento móvel no uso de medicamentos em seres humanos.

Sendo assim, esta obra é significativa por ser composta por uma gama de trabalhos pertinentes, que permitem aos seus leitores, analisar e discutir diversos assuntos importantes desta área. Por fim, desejamos aos autores, nossos mais sinceros agradecimentos pelas significativas contribuições, e aos nossos leitores, desejamos uma proveitosa leitura, repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

NONLINEAR LIFTING LINE IMPLEMENTATION AND VALIDATION FOR AERODYNAMICS AND STABILITY ANALYSIS

André Rezende Dessimoni Carvalho

Pedro Paulo de Carvalho Brito


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118081>

CAPÍTULO 2..... 11

INFLUÊNCIA DA FORMAÇÃO DE GEADA EM EVAPORADORES DE TUBO ALETADO USANDO UM MODELO DISTRIBUÍDO

Caio Cezar Neves Pimenta

André Luiz Seixlack

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118082>

CAPÍTULO 3..... 24


INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE SEÇÕES DE CONECTORES NA EFICIÊNCIA DA RUPTURA POR SEÇÃO LÍQUIDA EM CANTONEIRA DE CHAPA DOBRADA

Jéssica Ferreira Borges

Luciano Mendes Bezerra

Francisco Evangelista Jr

Valdeir Francisco de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118083>


CAPÍTULO 4..... 37

INFORMATION THEORY BASED STOCHASTIC HETEROGENEOS MULSTISCALE

Ianyqui Falcão Costa

Liliane de Allan Fonseca

Ézio da Rocha Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118084>

CAPÍTULO 5..... 59

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA IDENTIFICAR O USO DE MÁSCARA NA PREVENÇÃO DA COVID-19

Roberson Carlos das Graças

Edyene Cely Amaro Oliveira

Guilherme Ribeiro Brandao


Igor Siqueira da Silva

Samara de Jesus Duarte

Samara Lana da Rocha

Hermes Francisco da Cruz Oliveira


Guilherme Henrique Chaves Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118085>

CAPÍTULO 6..... 67

ANÁLISE DE DESEMPENHO MECÂNICO DE PLACAS A PARTIR DE MÉTODOS APROXIMADOS

Gabriel de Bessa Spínola
Edmilson Lira Madureira
Eduardo Morais de Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118086>

CAPÍTULO 7..... 85

M-LEARNING E VIRTUAL REALITY NO ENSINO TÉCNICO DE AGROPECUÁRIA


Gabriel Pinheiro Compto
Jeconias Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118087>

CAPÍTULO 8..... 95

MODELLING AND ANALYSIS OF AEROBOAT JAHU


João B. de Aguiar
Júlio C.S. Sousa
José M. de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118088>

CAPÍTULO 9..... 113

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ENERGIA EM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA - ANÁLISE DAS CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE TENSÃO E CORRENTE E CARACTERÍSTICAS DE INJEÇÃO DE HARMÔNICOS DOS SISTEMAS DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TENSÃO

Nelson Clodoaldo de Jesus
João Roberto Cogo
Luiz Marlus Duarte
Jesus Daniel de Oliveira
Luis Fernando Ribeiro Ferreira
Éverson Júnior de Mendonça
Leandro Martins Fernandes






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8492118089>

CAPÍTULO 10..... 127


OTIMIZAÇÃO MULTI-LIMAR PARA SEGMENTAÇÃO DE MRI POR ALGORÍTIMO GENÉTICO

Tiago Santos Ferreira
Paulo Fernandes da Silva Júnior
Ewaldo Eder Carvalho Santana
Mauro Sérgio Silva Pinto
Jayne Muniz Fernandes
Ana Flávia Chaves Uchôa
Jarbas Pinto Monteiro Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180810>

CAPÍTULO 11	138
ANÁLISE NUMÉRICA DA CAPACIDADE DE CARGA DE ÂNCORAS TORPEDO CONSIDERANDO EFEITOS DE SETUP	
Guilherme Kronemberger Lopes José Renato Mendes de Sousa Gilberto Bruno Ellwanger	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180811	
CAPÍTULO 12	156
ANÁLISE NUMÉRICA DE PLACAS EM ESTRUTURAS AEROESPACIAIS POR DIFERENÇAS FINITAS	
Júlio César Fiorin Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca Brasil	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180812	
CAPÍTULO 13	172
NUMERICAL SIMULATION OF LABYRINTH SEALS FOR PULSED COMPRESSION REACTORS (PCR)	
Hermann Enrique Alcázar Rojas Briam Rudy Velasquez Coila Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcázar Rojas	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180813	
CAPÍTULO 14	183
PRÁTICAS E CONTROLE DA CORRUPÇÃO NO MERCADO SEGURADOR: UMA PROPOSTA DE DADOS PARA SISTEMAS DE CONTROLE E COMPLIANCE	
Lucas Cristiano Ferreira Alves Melissa Mourão Amaral Liza Dantas Noguchi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180814	
CAPÍTULO 15	198
PREDICTING EFFECTIVE CONSTITUTIVE CONSTANTS FOR WOVEN-FIBRE COMPOSITE MATERIALS	
Jonas Tieppo da Rocha Tales de Vargas Lisbôa Rogério José Marczak	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180815	
CAPÍTULO 16	210
PREVENTING SPURIOUS ARTIFACTS WITH CONSISTENT INTERPOLATION OF PROPERTIES BETWEEN CELL CENTERS AND VERTICES IN TWO-DIMENSIONAL RECTILINEAR GRIDS	
Alexandre Antonio de Oliveira Lopes Flávio Pereira Nascimento	

Francisco Ismael Pinillos Nieto
Túlio Ligneul Santos
Alberto Barbosa Júnior
Luca Pallozzi Lavorante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180816>

CAPÍTULO 17..... 230

REALIDADE VIRTUAL APLICADA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO ENSINO

Simone Silva Frutuoso de Souza
Everton Welter Correia
Gabrielly Chiquezi Falcão
Leonardo Plaster Silva
Érica Baleroni Pacheco
Fábio Roberto Chavarette
Fernando Parra dos Anjos Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180817>

CAPÍTULO 18..... 245

RESULTADOS DE CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE QUALIDADE DA ENERGIA EM SISTEMAS COM COMPENSADORES ESTÁTICOS DE REATIVOS - ANÁLISE DO IMPACTO DE OUTROS AGENTES NA AMPLIFICAÇÃO DE HARMÔNICOS EM SISTEMA DE 500 kV

Nelson Clodoaldo de Jesus
João Roberto Cogo
Luis Fernando Ribeiro Ferreira
Luiz Marlus Duarte
Éverson Júnior de Mendonça
Leandro Martins Fernandes
Jesus Daniel de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180818>

CAPÍTULO 19..... 258

SIMPLIFIED NUMERICAL MODEL FOR ANALYSIS OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE BEAMS WITH PARTIAL INTERACTION

Samuel Louzada Simões
Tawany Aparecida de Carvalho
Ígor José Mendes Lemes
Rafael Cesário Barros
Ricardo Azoubel da Mota Silveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180819>

CAPÍTULO 20..... 266

SIMULAÇÃO DE UMA LONGARINA COMPÓSITA DE UMA AERONAVE ESPORTIVA LEVE

Felipe Silva Lima
Álvaro Barbosa da Rocha
Daniel Sarmento dos Santos

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180820>

CAPÍTULO 21.....279

SISTEMA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS PÚBLICOS

João Felipe Fonseca Nascimento

Jislane Silva Santos de Menezes

Jean Louis Silva Santos

Jennysson D. dos Santos Júnior

Luccas Ribeiro Cruz

Jean Carlos Menezes Oliveira

João Marcos Andrade Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180821>

CAPÍTULO 22.....292

SISTEMAS ESTRUTURAIS CONVENCIONAIS E SISTEMAS DE LAJES LISAS EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Juan Lopes e Silva Santos


Carlos Henrique Leal Viana

Sávio Torres Melo

Rebeka Manuela Lobo Sousa

Tiago Monteiro de Carvalho

Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180822>

CAPÍTULO 23.....303

SOCIEDADE 5.0 CORRELACIONADA COM A INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Pablo Fernando Lopes

Thiago Silva Souza

Fernando Hadad Zaidan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180823>

CAPÍTULO 24.....313

TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO DE BARRAS QUEBRADAS EM MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO SEM CARGA POR MEIO DA TRANSFORMADA WAVELET

Carlos Eduardo Nascimento

Cesar da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180824>





CAPÍTULO 25.....332

UNCERTAINTY QUANTIFICATION OF FRACTURE POTENTIAL AT CONCRETE-ROCK INTERFACE

Mariana de Alvarenga Silva

Francisco Evangelista Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180825>

CAPÍTULO 26	342
USANDO MINERAÇÃO DE DADOS PARA IDENTIFICAR FATORES MAIS IMPORTANTES DO ENEM DOS ÚLTIMOS 22 ANOS	
Jacinto José Franco	
Fernanda Luzia de Almeida Miranda	
Davi Stiegler	
Felipe Rodrigues Dantas	
Jacques Duílio Brancher	
Tiago do Carmo Nogueira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180826	
CAPÍTULO 27	355
ARTIFICIAL INTELLIGENCE USAGE FOR IDENTIFYING AUTOMOTIVE PRODUCTS	
Leandro Moreira Gonzaga	
Gustavo Maia de Almeida	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180827	
CAPÍTULO 28	366
UTILIZAÇÃO DE APLICATIVO PARA DISPOSITIVO MÓVEL PARA ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS	
Luísa de Castro Guterres	
Allan Rafael da Silva Lima	
Wender Antônio da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180828	
CAPÍTULO 29	399
VIBRATIONS ANALYSIS UNCOUPLED AND COUPLED FLUID-STRUCTURE BETWEEN SHELL AND ACOUSTIC CAVITY CYLINDRICAL FOR VARIOUS BOUNDARY CONDITIONS	
Davidson de Oliveira França Júnior	
Lineu José Pedroso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.84921180829	
SOBRE O ORGANIZADOR	410
ÍNDICE REMISSIVO	411

SISTEMAS ESTRUTURAIS CONVENCIONAIS E SISTEMAS DE LAJES LISAS EM EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 30/04/2021

Pablo Juan Lopes e Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/6734564205405210>

Carlos Henrique Leal Viana

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/5126094758903357>

Sávio Torres Melo

Centro Universitário do Piauí (UNIFAPI)
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/1207620183365048>

Rebeka Manuela Lobo Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/6214319560629327>

Tiago Monteiro de Carvalho

CEEP José Pacífico de Moura Neto
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2162762581194082>

Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro

Faculdade de Ensino Superior de Floriano
(FAESF)
Floriano – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/3111845764872632>

RESUMO: A concepção estrutural de edifícios cada vez mais esbeltos influencia diretamente na estabilidade global, e a redução da rigidez através da supressão das vigas em alguns tipos de sistemas estruturais faz com que sejam ainda mais suscetíveis às ações horizontais de vento. Neste trabalho, verificou-se o efeito da substituição de um sistema convencional de lajes e vigas por um sistema com lajes lisas em um edifício de concreto armado através de software de análise estrutural, bem como a influência da utilização de pilares-parede na estabilidade global e na resistência à punção das lajes. Para isso, fez-se uma análise dos deslocamentos e do parâmetro de estabilidade global de cinco modelos estruturais, variando o sistema estrutural e as dimensões dos pilares. Assim, observou-se um aumento nos deslocamentos máximos de 187,70% do modelo convencional para o de lajes lisas. No sistema com vigas, o valor de γ_z foi de 1,038; já no de lajes lisas, o valor aumentou para 1,102. Os resultados demonstraram que o uso de pilares-parede é uma excelente alternativa para o contraventamento e redução de deslocamentos em sistemas de lajes lisas. Porém, verificou-se a formação de cones de ruptura à punção diferentes do modelo de verificação recomendado pela NBR 6118 (2014).

PALAVRAS - CHAVE: sistema estrutural, lajes lisas, pilares-parede, estabilidade global, punção.

CONVENTIONAL STRUCTURAL SYSTEMS AND SYSTEMS WITH FLAT SLABS IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

ABSTRACT: The structural design of increasingly slender buildings directly influences global stability, and the reduction of stiffness through the suppression of beams in some types of structural systems makes them even more susceptible to horizontal wind actions. This work aims to verify the effects of replacing a conventional system of slabs and beams with a system with flat slabs in a reinforced concrete building using structural analysis software, as well as the influence of the use of walls on the overall stability. For this, an analysis was made of the displacements and the global stability parameter of five structural models, varying the structural system and the dimensions of the columns. Thus, an increase in the maximum displacement of 187.70% was observed from the conventional model to the model with flat slabs. In the system with beams, the value of γ_z was 1.038; in the case of flat slabs, the value increased to 1.102. The results showed that the use of walls is an excellent alternative for bracing and reducing displacements in flat slab systems. However, there was a formation of punching rupture cones different from the verification model recommended by NBR 6118 (2014).

KEYWORDS: structural system, flat slabs, walls, global stability, punching.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de sistema estrutural composto por lajes lisas em detrimento de sistemas convencionais com lajes apoiadas em vigas tem sido cada vez mais comum, pois possibilita ambientes com pé-direito reduzido, maior ventilação e iluminação, devido à ausência daqueles elementos. Do ponto de vista econômico, Araújo (2014) comenta que esta solução estrutural possibilita uma redução no peso próprio das edificações devido ao menor volume de concreto utilizado, facilidade de armação e simplificação dos tipos de formas, resultando em menor tempo de execução.

A necessidade de otimização dos espaços urbanos busca solução na construção de edifícios cada vez mais esbeltos, e isso representa a primeira ponderação que se deve fazer quanto à utilização de lajes lisas. Damasceno (2007) explana que a escolha deste sistema estrutural tem influência direta na estabilidade global, pois a redução da rigidez resultante da supressão das vigas o torna mais deformável a ação das cargas horizontais. Para a mitigação deste problema, Araújo (2014) propõe a utilização de contraventamentos, a exemplo dos pilares-parede.

Melges (2001) explica que a segunda ponderação a ser feita quanto à utilização de lajes lisas é relativa à ruptura por punção, que ocorre devido a elevadas tensões cisalhantes atuantes em pequenas áreas, a exemplo da região da ligação laje-pilar. Neto (2012) alerta sobre os riscos desse tipo de ruína, que ocorre de forma frágil, sem aviso prévio, podendo afetar a totalidade da estrutura.

O aumento da rigidez da estrutura através do uso de pilares-parede contribui favoravelmente para a estabilidade global, mas afeta o comportamento à punção das

lajes lisas. Neste tema, destaca-se o trabalho de Oliveira (2003) que estudou o caso de pilar-parede com índice de retangularidade $C1/C2$ igual a 5, e comprovou de maneira experimental a formação de mais de um único cone de ruptura, ao contrário do perímetro crítico sugerido pela NBR 6118 (2014). Já Feitoza e Silva (2010) analisaram lajes lisas apoiadas sobre pilares com $C1/C2$ igual a 8 e comprovaram de maneira computacional este efeito.

A motivação deste trabalho surge devido a carência de estudos mais específicos da interação entre lajes lisas e pilares-parede para valores de $C1/C2$ maior do que 5, no que diz respeito à estabilidade global e a punção. Faz-se necessária a verificação computacional da diminuição percentual dos deslocamentos numa estrutura com lajes lisas e pilares-parede de larguras variadas, bem como a comprovação da eficiência da consideração da superfície de controle proposta pela NBR 6118 (2014) de modo que o cálculo não resulte em subdimensionamento.

2 | PUNÇÃO EM LAJES

Santos et al. (2014) menciona que as lajes lisas sofrem ruptura por punção com a propagação de fissuras tangenciais, com inclinação entre 26° a 45° , e as fissuras radiais, levando a formação de um cone de ruptura à medida que os carregamentos vão sendo aumentados. A Figura 1 de Santos (2014) ilustra este comportamento.

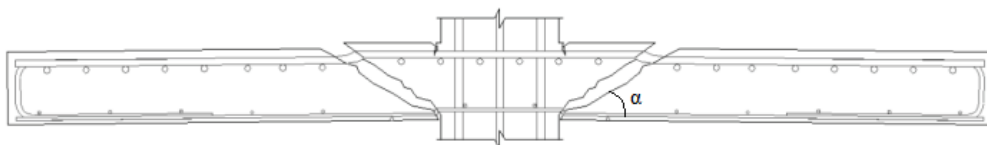


Figura 1. Ruptura por punção

Oliveira (1998) cita como medidas para o aumento da resistência à punção o uso da protensão, armadura de cisalhamento e a utilização de concretos de alta resistência. Damasceno (2007) também comprovou a correlação entre a redução dos efeitos de punção e o aumento da retangularidade dos pilares. Holanda (2002) alerta ainda que a alta taxa de armação pode contribuir para a ruína por punção. A resistência à flexão das lajes é determinada através da Teoria das Linhas de Ruptura de Ingerslev de 1923, em que a plastificação ocorre em regiões definidas por linhas.

A NBR 6118 (2014) apresenta o modelo de cálculo que corresponde à verificação do cisalhamento em duas ou mais superfícies críticas definidas no entorno de forças concentradas. Assim, para um pilar interno com carregamento simétrico, a força de punção pode ser reduzida da força distribuída aplicada na face oposta da laje, dentro do contorno

considerado na verificação, conforme ilustra a Figura 2 da NBR 6118 (2014).

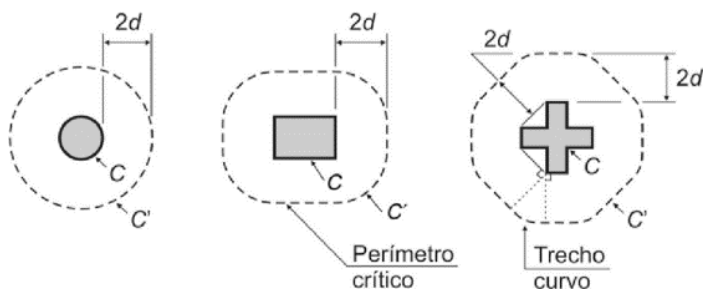


Figura 2. Perímetro crítico

3 | PILARES-PAREDE

A NBR 6118 (2014) define pilar-parede como o elemento estrutural cuja maior dimensão da seção transversal supera em cinco vezes a menor dimensão. Araújo (2014) classifica-os como pilares cujas seções são compostas por retângulos de pequena espessura, podendo ser abertas ou fechadas. A Figura 3 de Araújo (2014) ilustra os tipos de pilares-parede.

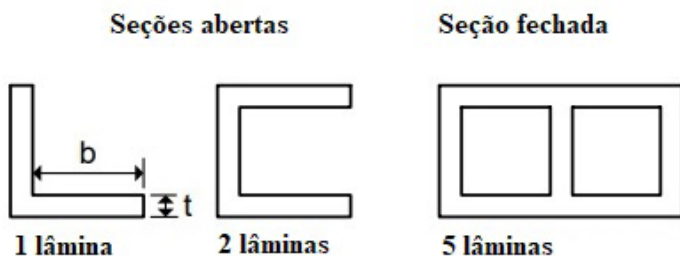


Figura 3. Seções de pilares-parede

Segundo a NBR 6118 (2014), em pilares-parede pode-se ter uma região que apresenta não retilineidade maior que do que a do eixo do pilar como um todo. Assim, nessas regiões surgem efeitos de segunda ordem maiores, chamados de efeitos de segunda ordem localizados que aumentam a flexão longitudinal e transversal. Assim, esta norma prevê para que os pilares-parede possam ser incluídos como elementos lineares no conjunto resistente da estrutura, deve-se garantir que sua seção transversal tenha forma mantida por travamentos adequados nos diversos pavimentos e que os efeitos de segunda ordem locais e localizados sejam convenientemente avaliados.

Santos e Viana (2020) mostraram que o uso de ligações centradas entre

vigas e pilares-parede com índice de retangularidade C1/C2 maior do que 5 favorece significativamente na estabilidade de edifícios em comparação a utilização de ligações excêntricas, pois à medida que maiores larguras dos pilares-parede conferem uma maior rigidez destes elementos de contraventamento, também ampliam a área de atuação dos carregamentos horizontais de vento, diminuindo a rigidez das ligações e aumentando da influência da excentricidade.

4 | ESTABILIDADE DE EDIFÍCIOS

Com edifícios cada vez mais altos e esbeltos, surgem deslocamentos que passam a ser regidos, além do carregamento vertical inicial, pelas ações horizontais. Com isso, a estrutura passa a apresentar uma configuração deformada, diferente da concepção original. A partir disso, Lima (2001) explica que são realizadas considerações ditas de segunda ordem, em que os esforços seguem um comportamento não-linear, ao contrário da situação indeformada.

A solicitação de estruturas de edifícios por ações horizontais e verticais de modo simultâneo determina a necessidade de atentar ao problema da estabilidade global. Conforme Cicolin (2007), a variação dos esforços que surgem nas estruturas como consequência da deformação devida às ações horizontais (efeitos de segunda ordem) dependerá principalmente da deformabilidade horizontal da estrutura e da magnitude dessas ações. Diante do estudo do comportamento da estrutura em face da não linearidade do concreto armado, tem-se a não linearidade física (NLF) e a não linearidade geométrica (NLG).

Conforme a NBR 6118 (2014), na verificação dos efeitos de segunda ordem em estruturas reticuladas com no mínimo quatro pavimentos, é levada em consideração a não linearidade física de forma aproximada, minorando a rigidez dos elementos estruturais de acordo com o seu tipo. Moncayo (2011) explica que as estruturas são consideradas de nós fixos quando os efeitos globais de segunda ordem são irrelevantes, ou seja, inferiores a 10% dos de primeira ordem, e são consideradas de nós móveis quando os efeitos de segunda ordem são responsáveis por, no mínimo, 10% dos respectivos esforços de primeira ordem.

Franco e Vasconcelos (1991) determinam o coeficiente γ_z , parâmetro utilizado na análise de estabilidade global de edifícios, como majorador dos esforços de primeira ordem para obtenção dos esforços finais, os quais já incluem os esforços de segunda ordem. De acordo com a NBR 6118 (2014), o valor de γ_z para cada combinação de carregamento é dado pela eq. (1), que relaciona o momento de tombamento atuante na estrutura ($M_{1,tot,d}$), que é a soma dos momentos resultantes da atuação das forças horizontais com seus valores de cálculo em relação a base das estruturas, com a soma dos momentos causados pelas forças verticais atuantes na estrutura na configuração deformada ($\Delta M_{tot,d}$).

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}} \quad (1)$$

Quanto à deslocabilidade, se o coeficiente γ_z for menor ou igual a 1,1, a estrutura é de nós fixos, e se γ_z for maior que 1,1 e menor ou igual a 1,3, a estrutura é considerada de nós móveis. Cicolin (2007) diz que o valor de γ_z aproxima de uma maneira conveniente aos coeficientes de ampliação dos momentos fletores, possibilitando prever de forma antecipada os valores resultantes de uma análise de segunda ordem. Outro fator relevante na análise dos efeitos causados pelo movimento lateral de edifícios é o deslocamento provocado pela ação do vento para combinação frequente previsto na NBR 6118 (2014). Segundo esta norma, os deslocamentos horizontais limites em edifícios são dados pelas relações $H/1700$ e $H_i/850$, para deslocamentos entre pavimentos, sendo H a altura total da edificação e H_i a altura entre pavimentos.

5 I METODOLOGIA

Neste trabalho foram estudados os comportamentos de dois tipos de edifícios de concreto armado de 4 pavimentos, sendo um com sistema estrutural convencional, com lajes apoiadas sobre vigas, e outro com sistema de lajes lisas. Os modelos possuem pé-direito de 2,85 m e 2,80 m, altura total de 12,00 m, dimensões de 6,00 m x 12,00 m, resistência característica à compressão do concreto aos 28 dias igual a 30 MPa e módulo de elasticidade secante igual a 26.838,41 MPa. As considerações utilizadas para o cálculo das cargas horizontais de vento foram de v_0 igual a 30m/s, categoria II, classe A, fator topográfico S_1 igual a 1,0, fator de rugosidade S_2 com valor de 0,90 e fator estatístico S_3 igual a 1,0. Foi adotada uma sobrecarga de 2,5 kN/m² e carregamento permanente de 0,15 kN/m². No total, foram utilizados 5 modelos de pórticos, identificados de acordo com o sistema estrutural utilizado e o índice de retangularidade C_1/C_2 dos pilares, em que foram analisados os deslocamentos máximos no topo dos pilares, a estabilidade global e a formação dos cones de ruptura a punção nos pilares centrais, P4, dos modelos de lajes lisas. A Tabela 1 reúne todos estes modelos.

Modelo	Descrição
SC	Sistema convencional
SLPQ	Sistema de lajes lisas apoiadas em pilares quadrados (30x30) $C_1/C_2=1$
SLPPC1C2/5	Sistema de lajes lisas apoiadas em pilares-parede (20x100) $C_1/C_2=5$
SLPPC1C2/6	Sistema de lajes lisas apoiadas em pilares-parede (20x120) $C_1/C_2=6$
SLPPC1C2/7	Sistema de lajes lisas apoiadas em pilares-parede (20x140) $C_1/C_2=7$

Tabela 1. Identificação dos modelos utilizados

O modelo SC é composto por duas lajes de 0,15 m de espessura, apoiadas sobre vigas externas de 0,20 m x 0,60 m e uma viga central de maior rigidez, e dimensões de 0,30 m x 0,70 m, que pode ser visto na Figura 4a. Os modelos SLPQ e SLPP são caracterizados pela ausência de vigas e lajes únicas, com espessura de 0,20 m, diferindo apenas nos tipos de pilares em que as lajes estão apoiadas. A Figura 5 ilustra um modelo do tipo SLPP, indicando as disposições dos pilares-parede de dimensões 0,20 m x 1,00 m, em que a laje lisa deste modelo de pórtico está apoiada. Os demais modelos deste tipo seguem a mesma concepção estrutural, porém com dimensões diferentes para os pilares-parede.

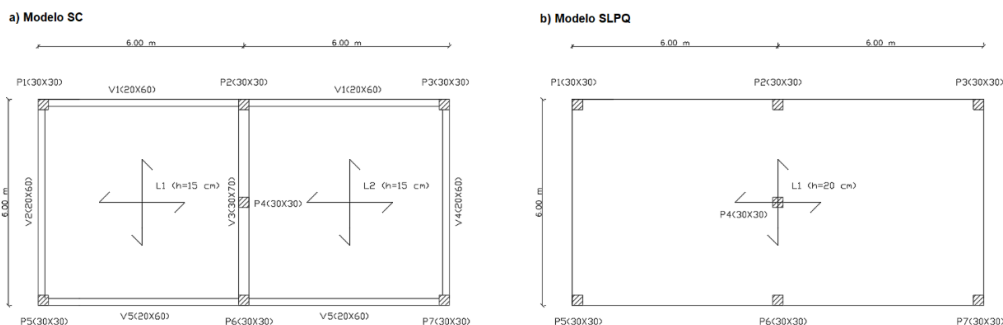


Figura 4. Planta de forma dos modelos SC e SLPQ

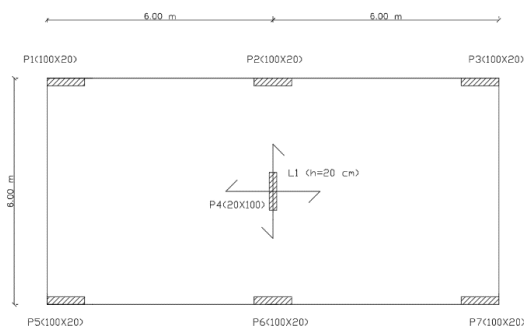


Figura 5. Planta de forma do modelo SLPPC1C2/5

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise dos deslocamentos máximos no software CypeCAD, considerando a combinação de peso próprio, carregamento permanente, sobrecarga, combinadas com as cargas horizontais de vento nas direções 0° e 90°, encontraram-se as estruturas deformadas dos modelos SC e SLPQ, representadas nas Figura 6a e Figura 6b, respectivamente, em que se pode observar uma maior deslocabilidade na estrutura com lajes lisas e ausência de vigas.



Figura 6. Estrutura deformada do sistema convencional e de lajes lisas

Os pórticos dos modelos SLPP foram analisados de maneira análoga, distinguindo apenas na análise dos pilares-parede, que foram considerados como elementos de chapa, e não de barra, como nos pilares quadrados do modelo SLPQ. Utilizando o método dos elementos finitos, os elementos verticais foram discretizados em elementos triangulares de forma a constituir uma malha, resultando numa verificação mais fidedigna.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises dos modelos propostos, de acordo com as combinações citadas anteriormente e representadas aqui pela letra C, combinada com as cargas horizontais de vento. Constatou-se um aumento percentual máximo dos deslocamentos de 187,70% entre os modelos SC e SLPQ, mostrando a grande influência do tipo de sistema estrutural no comportamento da estrutura. A supressão das vigas, e consequente diminuição de rigidez da estrutura frente as ações horizontais, levou a estrutura a ultrapassar o limite de deslocabilidade horizontal de $H/1700$ igual a 7,06 mm, preconizado pela norma NBR 6118 (2014), além de ter o ultrapassado o valor limite de 1,1 do parâmetro γ_z , passando a se comportar como estrutura de nós móveis, em que os efeitos de segunda ordem passam a ser considerados nos cálculos e verificações.

Com a utilização de pilares-parede como elementos de contraventamento nos pórticos com lajes lisas, verificou-se uma grande redução dos deslocamentos máximos na estrutura, obtendo-se uma diminuição percentual de 59,11% entre os modelos SLPQ e SLPPC1C2/5, e de 15,78% e 15,46%, entre os modelos SLPPC1C2/5 e SLPPC1C2/6, e entre SLPPC1C2/6 e SLPPC1C2/7, respectivamente. A diminuição percentual total foi de 70,89% entre os modelos SLPQ e SLPPC1C2/7. Assim, comprovou-se a grande eficácia deste tipo de solução na estabilidade global de edificações com lajes lisas, pois todos os modelos do tipo SLPP se comportaram como estruturas de nós fixos.

Modelo	$\delta_{\text{máx}}$ (mm)		Parâmetro γ_z	
	C+Vento 0°	C+Vento 90°	C+Vento 0°	C+Vento 90°
SC	4,31	3,06	1,038	1,031
SLPQ	12,40	6,98	1,102	1,091
SLPPC1C2/5	5,07	1,79	1,019	1,032
SLPPC1C2/6	4,27	1,48	1,014	1,026
SLPPC1C2/7	3,61	1,26	1,011	1,021

Tabela 2. Valores de deslocamentos máximos e parâmetro γ_z

Após análise do comportamento do esforço cortante total nos pilares centrais P4 dos modelos, verificou-se a formação de um cone de ruptura com superfície crítica bem definida no modelo SLPQ, condizente com o estabelecido pela NBR 6118 (2014), e mostrado na Figura 7. Porém, nos demais modelos com lajes lisas, à medida que se aumentou a retangularidade dos pilares, constatou-se o início da formação de dois meio-cones de ruptura no modelo SLPPC1C2/5, como mostra a Figura 7b, evoluindo para a completa concentração dos esforços nos cantos do pilar-parede da Figura 7d.

As maiores tensões foram verificadas no pilar central do modelo SLPPC1C2/7 devido a tendência de concentração destas nos cantos de pilares retangulares. A NBR 6118 (2014) recomenda a verificação da punção ao longo de um perímetro de controle de raio $2d$, em que d é a altura útil da laje, porém fica evidente que esta metodologia não é compatível nas verificações para pilares-parede, e devem ser feitas análises experimentais para determinação perímetros críticos condizentes para cada índice C1/C2 acima de 5, sob risco de se obterem tensões solicitantes menores do que as necessárias, devido a consideração de uma área de distribuição maior e irreal.

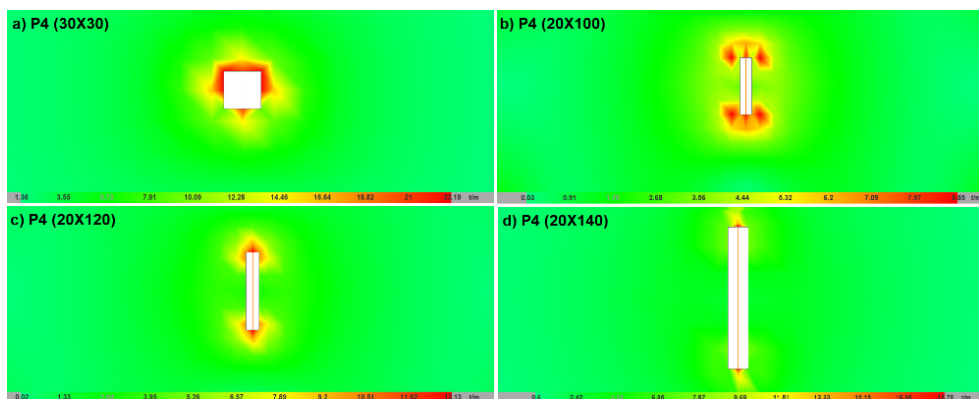


Figura 7. Cones de ruptura dos pilares centrais P4 dos modelos para o esforço cortante total

7 | CONCLUSÕES

Após análise dos resultados dos modelos estudados neste trabalho, pode-se concluir a grande influência que a escolha de um sistema estrutural possui no comportamento das edificações. A opção pelo sistema de lajes lisas proporciona uma série de vantagens construtivas e arquitetônicas, porém, afeta diretamente a estabilidade da estrutura, com aumento percentual de 187,70% nos deslocamentos máximos. Isso resultou em uma estrutura de nós móveis, em que o limite de deslocabilidade lateral $H/1700$ da NBR 6118 (2014) foi ultrapassado. A utilização de pilares-parede como solução de contraventamento se mostrou bastante eficiente, obtendo-se uma redução percentual total dos deslocamentos

de 70,89% entre o modelo de lajes lisas com pilares quadrados, e o modelo com pilares-parede de índice de retangularidade $C1/C2$ igual a 7.

Foram analisados, também, o comportamento à punção dos pilares centrais dos modelos de lajes lisas. Verificou-se que no modelo SLPQ, a superfície crítica formada no entorno do pilar correspondeu ao modelo de verificação recomendado pela NBR 6118 (2014), porém, nos modelos SLPQ, constatou-se a formação de dois meio-cones de ruptura, com os esforços se concentrando nas extremidades, à medida que a relação $C1/C2$ ia aumentando. Portanto, recomenda-se a utilização de pilares-parede como uma excelente solução para contraventar sistemas de lajes lisas, desde que sejam consideradas as particularidades do comportamento à punção destes elementos estruturais, com a utilização de perímetros de controle específicos para a verificação precisa das tensões solicitantes e correto dimensionamento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. v.3, 4.ed. Porto Alegre: Dunas, 2014.

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. v.4, 4.ed. Porto Alegre: Dunas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto armado – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

CICOLIN, L. A. B. **Estabilidade em edifícios de concreto armado com pavimentos em lajes planas**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

DAMASCENO, L. S. R. **Análise experimental de lajes lisas unidirecionais de concreto armado com pilares retangulares ao punçionamento**. Dissertação de Mestrado. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

FEITOZA, V. A. S.; SILVA, R. J. C. **Punção em lajes lisas de concreto armado apoiadas em pilares-parede**. In: Anais do 52º Congresso Brasileiro do Concreto. 2010.

FRANCO, M.; VASCONCELOS, A.C. **Practical assessment of second order effects in tall buildings**. In: COLOQUIUM ON THE CEB-FIP MC90, 1991, Rio de Janeiro. Anais.

HOLANDA, K. M. A. **Análise dos mecanismos resistentes e das similaridades de efeitos da adição de fibras de aço na resistência e na ductilidade à punção de lajes-cogumelo e ao cisalhamento de vigas de concreto**. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

LIMA, J. S. **Verificações da punção e da estabilidade global em edifícios de concreto: desenvolvimento e aplicação de recomendações normativas**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

MELGES, J. L. P. **Análise experimental da punção em lajes de concreto armado e protendido**. São Carlos. 2v. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.

MONCAYO, W. J. Z. **Análise de segunda ordem global em edifícios com estrutura de concreto armado**. 2011. 221 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 2011

NETO, A. F. L. **Punção em lajes cogumelo de concreto armado com capitéis**. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

OLIVEIRA, D. R. C. **Análise experimental de lajes cogumelo de concreto armado com pilares retangulares**. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

OLIVEIRA, D. R. C. **Análise experimental de lajes cogumelo de concreto de alta resistência com armadura inclinada de punção**. Tese de doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

SANTOS, G. S.; NICÁCIO, W. G.; LIMA, A. W.; MELO, G. S. S. A. **Punching strengthening in flat plates of reinforced concrete with carbon fiber reinforced polymer (CFRP)**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 7, n. 4, p. 592-625, 2014.

SANTOS, P. J. L. S.; VIANA, C. H. L. **Análise comparativa da influência da excentricidade da ligação viga e pilar-parede em edifícios de concreto armado considerando diferentes coeficientes de restrição à rotação**. Revista Tecnologia, v. 41, n.1, p. 1-19, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 9, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 127, 172, 211, 320, 323, 324, 343, 350, 355, 370

Algoritmos de seleção 9, 342, 343, 347, 348, 353

ANSYS 9, 172, 173, 176, 177, 178, 180, 181, 204, 208, 266, 267, 272, 273, 399, 401

Aplicativo 9, 16, 65, 88, 89, 90, 92, 93, 273, 366, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 381, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395

Aprendizado 9, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 87, 230, 232, 233, 235, 240, 242, 244, 281, 290

Artificial Intelligence 16, 60, 354, 355

B

Blender 231, 236, 237

C

Classificação 9, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 384

Computational Vision 355, 356

Comunicação 9, 85, 94, 95, 194, 230, 231, 232, 242, 243, 281, 283, 286, 304, 306, 307, 367, 384, 395

Coronavírus 59, 60, 65

Covid-19 11, 59, 60, 62, 65

D

Desempenho 9, 12, 11, 12, 13, 14, 19, 23, 62, 67, 113, 114, 173, 186, 257, 267, 310, 342, 343, 345, 346, 350, 352, 353, 354, 367, 370, 373, 374, 389

Diagnóstico 15, 127, 313, 314, 316, 317, 318, 328, 329, 371

Diagramas 115, 283, 284, 371, 372

Dispositivo Móvel 10, 16, 366, 368, 370, 371

E

Educação 24, 85, 86, 87, 88, 93, 94, 230, 232, 233, 235, 240, 241, 242, 243, 244, 279, 292, 303, 313, 342, 351, 353, 354, 369, 410

Enem 16, 342, 343, 344, 345, 347, 348, 350, 351, 353, 354

Energia Elétrica 9, 113, 114, 116, 126, 245, 257, 314

Ensino 9, 12, 14, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 95, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 281, 292, 342, 343, 351, 352, 353, 354

Equações 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 34, 37, 95, 399

Estruturação de dados 194

F

Finite Differences 38, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 165, 169, 170, 171

Fracture Mechanics 332, 334, 341

G

Genetic Algorithm 128, 129, 130, 132, 133, 136, 137, 172, 180

Geração Fotovoltaica 12, 113, 115, 124, 125

I

Image Processing 128, 130, 136, 356, 364

Indústria 4.0 9, 15, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 312

Informação 9, 37, 85, 86, 92, 94, 188, 195, 196, 230, 231, 232, 233, 242, 243, 280, 281, 282, 283, 304, 308, 319, 351, 366, 367, 368, 371, 395, 396, 410

Inteligência Artificial 11, 59, 304, 307, 308, 355, 356

Interface 51, 144, 146, 150, 152, 232, 235, 236, 239, 283, 284, 286, 332, 333, 334, 341, 369, 372, 376, 384, 385, 386, 397

Interpolation 13, 1, 4, 101, 102, 103, 178, 210, 215, 216, 217, 218, 221, 227

L

Labyrinth Seals 13, 172, 174, 176, 179, 181, 182

M

Máscara 9, 11, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66

MASK R-CNN 9, 355, 356, 359, 360, 361, 362, 364, 365

Method 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 38, 44, 55, 57, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 82, 83, 107, 112, 128, 129, 130, 131, 136, 141, 145, 156, 157, 158, 163, 169, 170, 171, 174, 175, 177, 178, 180, 181, 198, 199, 208, 210, 211, 215, 216, 217, 226, 227, 228, 229, 258, 259, 260, 264, 313, 336, 357, 399, 401, 409

Metodologias Ativas 231, 232, 244

Mineração de dados 343, 344, 345, 354

M-Learning 9, 12, 85, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94

Modelagem 17, 18, 211, 236, 237, 271, 284, 312, 371, 372, 374, 375

Modelo distribuído 9, 11, 11, 14, 22

Modelo Numérico 259, 271

Monitoramento 9, 10, 12, 60, 66, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 122, 124, 125, 246, 248, 253, 279, 280, 283, 285, 290, 313, 314, 328, 366, 367, 368, 395

Motor de Indução 15, 313, 314, 316, 318, 319, 321

P

Probabilidade 24, 31, 32, 34, 185, 332, 375

Protótipo 9, 234, 240, 241, 242, 283, 285, 286, 289, 366, 368, 371, 372, 374, 394

Pulsed compression reactor 172, 173, 175, 181, 182

R

Realidade Virtual 9, 14, 94, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 239, 240, 241, 242, 243, 244

Rectilinear grids 13, 210, 212, 218, 227

Redes Neurais Artificiais 60, 62, 355, 364

RFID 15, 279, 280, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 290, 291

S

Setup 13, 138, 139, 140, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155

Sistema 9, 12, 14, 15, 11, 15, 18, 64, 88, 90, 91, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 123, 124, 125, 126, 172, 184, 185, 186, 194, 195, 196, 231, 233, 234, 245, 246, 247, 248, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 272, 279, 280, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 297, 299, 300, 306, 307, 312, 356, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 374, 375, 376, 381, 382, 384, 385, 386

Sistema de controle 194, 290

Sistema Estrutural 272, 292, 293, 297, 299, 300

Smartphone 90, 91, 94, 376

Sociedade 5.0 9, 15, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310

Sociedade Criativa 303, 304, 306, 308, 309

Software 9, 28, 67, 74, 137, 138, 139, 156, 157, 163, 176, 177, 200, 209, 231, 236, 266, 267, 282, 284, 287, 291, 292, 293, 298, 321, 323, 324, 325, 328, 344, 347, 371, 372, 375, 376, 386, 396, 397, 398, 399, 401

T

Tecnologia 9, 24, 85, 86, 87, 91, 93, 94, 114, 230, 231, 232, 239, 240, 241, 242, 244, 267, 279, 280, 281, 282, 283, 290, 292, 301, 302, 304, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 332, 342, 366, 367, 368, 396, 410

TICs na Educação 85, 93

Torpedo anchors 138, 139, 140, 148, 150, 152, 155

Transformação Digital 9, 15, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 310, 311

U

Uncertainty Quantification 15, 332, 336, 341

Usabilidade 9, 234, 366, 368, 372, 374, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393,

394, 395, 396, 397, 398

V

Virtual 9, 12, 14, 85, 86, 87, 88, 89, 93, 94, 100, 101, 209, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 309, 402


Virtual Reality 9, 12, 85, 86, 87, 88, 231, 243, 244

W

Web 10, 35, 279, 280, 283, 286, 287, 290, 304, 344, 386, 396

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:





ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

-  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 DE COMPUTAÇÃO 2

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