

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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

Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
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 / 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 978-65-5983-387-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.870211808>

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 tem como definição ser o ramo da engenharia que se caracteriza pelo projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas, equipamentos e dispositivos computacionais, segundo uma visão integrada de hardware e software, apoiando-se em uma sólida base matemática e conhecimentos de fenômenos físicos. O objetivo é a aplicação das tecnologias de computação na solução de problemas de Engenharia.

Deste modo, este livro, aborda diversos aspectos tecnológicos computacionais, tais como: o desenvolvimento de um jogo de RPG acessível em LIBRAS; uma reflexão quanto à necessidade de aplicação de supressores de surto como proteção de transformadores devido a eventos transitórios em manobras de disjuntores; um algoritmo para geração de contorno 2D envolvendo regiões irregulares; avaliação da influência das tensões residuais e imperfeições geométricas iniciais em colunas de aço submetidas à flexão em torno do eixo de menor inércia; os esforços em estruturas laminares, de características de geometria e carregamentos diversos através da implementação computacional de um elemento finito sólido hexaédrico de 8 nós programado com uma linguagem computacional de alto nível; uma análise computacional realizada através do programa SAP2000; a estabilidade e as vibrações de anéis e tubulações apoiados em uma fundação elástica de Pasternak; um controlador neural para dois elos de um robô manipulador de três graus de liberdade (3 GDL); uma ferramenta de autoria para livros relacionados a área da educação; um aplicativo com propósito de aumentar a taxa de reciclagem e minimizar os danos ambientais devido ao descarte incorreto de resíduos na natureza; a conscientização de crianças e adolescentes sobre as ocorrências de bullying; uma aplicação web interativa, de fácil utilização e interface amigável, por meio do pacote Shiny, destinada aos tópicos de intervalo de confiança e dimensionamento de amostra para o parâmetro proporção; segmentar e detectar, por meio de redes neurais convolutivas, as pás dos raspadores de escória em painéis de ferro gusa do Reator Kambara de uma siderúrgica; integrar a Biblioteca Digital de Artigos (IFPublica) e a Plataforma de Digital de Inscrição e Administração de Projetos (PDIAP), por meio de adaptações nos dois projetos, para impedir erros humanos e automatizar o processo de cadastro de artigos do PDIAP na base de dados do IFPublica.

Assim, espero que a presente obra venha a se tornar um guia aos estudantes e profissionais da área de Engenharia de Computação, auxiliando-os em diversos assuntos relevantes da área, fornecendo a estes novos conhecimentos para poderem atender as necessidades informacionais, computacionais e de automação das organizações de uma forma geral. Por fim, agradeço aos autores por suas contribuições na construção desta importante obra e desejo muito sucesso a todos os nossos leitores.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A ELASTO-PLASTIC CONSTITUTIVE MODEL BASED ON CHABOCHE KINEMATIC HARDENING OF ALUMINUM ALLOY 7050-T7451

Renzo Fernandes Bastos

Daniel Masarin

Ernesto Massaroppi Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118081>

CAPÍTULO 2..... 11

AGANNO: UM JOGO DE RPG COM UMA PROPOSTA DE ACESSIBILIDADE USANDO LIBRAS

Gabriel Barroso da Silva Lima

Marcos Roberto dos Santos

Almir de Oliveira Costa Junior

Jucimar Maia da Silva Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118082>

CAPÍTULO 3..... 23

A IMPORTÂNCIA ATUAL DE ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS PARA DEFINIÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE TRANSFORMADORES CONTRA SOBRETENSÕES E AS APLICAÇÕES RECENTES COM A INSTALAÇÃO DE SUPRESSORES DE SURTO

Nelson Clodoaldo de Jesus

João Roberto Cogo

Luiz Marlus Duarte

Luis Fernando Ribeiro Ferreira

Éverson Júnior de Mendonça

Leandro Martins Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118083>

CAPÍTULO 4..... 38

ALGORITMO PARA GERAÇÃO DE CONTORNO DE MALHAS RETANGULARES PARA CÁLCULO DE DIFERENÇAS FINITAS

Pedro Zaffalon da Silva

Neyva Maria Lopes Romeiro

Rafael Furlanetto Casamaximo

Iury Pereira de Souza

Paulo Laerte Natti

Eliandro Rodrigues Cirilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118084>

CAPÍTULO 5..... 53

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE PILARES DE AÇO SOB A INFLUÊNCIA DE TENSÕES RESIDUAIS E IMPERFEIÇÕES GEOMÉTRICAS INICIAIS

Jefferson Alves Ferreira

Giovani Vitório Costa
Harley Francisco Viana
Renata Gomes Lanna da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118085>

CAPÍTULO 6..... 70

ANÁLISE DE ESTRUTURAS LAMINARES UTILIZANDO UM ELEMENTO SÓLIDO DE BAIXA ORDEM ENRIQUECIDO COM MODOS INCOMPATÍVEIS

Erijohnson da Silva Ferreira
William Taylor Matias Silva
Sebastião Simão da Silva
Adenilda Timóteo Salviano
José Lucas Pessoa de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118086>

CAPÍTULO 7..... 84

ANÁLISE ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO SEDE DA PROCURADORIA GERAL DA REPÚBLICA: O ESTUDO DE CASO DO BLOCO “A”

Stefano Galimi
Márcio Augusto Roma Buzar
Marco Aurélio Bessa
Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118087>

CAPÍTULO 8..... 103

ANÁLISE ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO SEDE DA PROCURADORIA GERAL DA REPÚBLICA: O ESTUDO DE CASO DO BLOCO “B”

Stefano Galimi
Márcio Augusto Roma Buzar
Marco Aurélio Bessa
Marcos Henrique Ritter de Gregorio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118088>

CAPÍTULO 9..... 119

APPLICATION OF A MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION PARETO APPROACH TO DESIGN THE SDRE CONTROLLER FOR A RIGID-FLEXIBLE SATELLITE

Luiz Carlos Gadelha de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8702118089>

CAPÍTULO 10..... 131

APPLICATION OF DEEP LEARNING FOR ANALYSIS OF CRACKS IN PELLET FALLING TESTS

Marconi Junio Henriques Magnani
Jorge José Fernandes Filho
Thyago Rosa Souza
Marco Antonio de Souza Leite Cuadros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180810>

CAPÍTULO 11	143
FLAMBAGEM E VIBRAÇÃO DE ANÉIS E TUBULAÇÕES ESBELTAS EM UMA FUNDAÇÃO ELÁSTICA	
Mariana Barros dos Santos Dias Paulo Batista Gonçalves	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180811	
CAPÍTULO 12	155
CALIDAD ÁGIL: PATRONES DE DISEÑO EN UN CONTEXTO DE DESARROLLO DIRIGIDO POR PRUEBAS	
Anna Grimán Padua Manuel Capel Tuñón Eladio Garví	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180812	
CAPÍTULO 13	168
CONTROLE NEURAL DE DOIS ELOS DE UM ROBÔ DE TRÊS GRAUS DE LIBERDADE	
José Antonio Riul Paulo Henrique de Miranda Montenegro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180813	
CAPÍTULO 14	181
SUBOPTIMAL CONTROL ON NONLINEAR SATELLITE SIMULATIONS USING SDRE AND H-INFINITY	
Alessandro Gerlinger Romero Luiz Carlos Gadelha de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180814	
CAPÍTULO 15	193
CREATE REALITY IN BOOKS (CRINB) - PROPOSTA DE FERRAMENTA DE AUTORIA DE LIVROS COM REALIZADADE AUMENTADA	
Lucas Velho Gomes Felipe Zunino Gabriel Abreu Freire Sidney Ferreira Coutinho Rogério Grijo Biazotto Eduardo Henrique Gomes Nelson Nascimento Júnior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180815	
CAPÍTULO 16	198
DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE ORIENTAÇÃO E CAPACITAÇÃO EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO - RECYCLING IS BETTER	
Líbero Passador Neto Dimitre Moreira Ort	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180816	

CAPÍTULO 17	206
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL (2D) PARA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS CONTRA O BULLYING Rafael Guedes da Silva Anderson Fabian Melo Nakanome  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180817	
CAPÍTULO 18	215
DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB PARA PROPORÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE AMOSTRA POR MEIO DO PACOTE SHINY Pablo Fellipe de Souza Almeida Cristina Henriques Nogueira  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180818	
CAPÍTULO 19	226
DESIGN PATTERNS FOR SOFTWARE EVOLUTION REQUIREMENTS Anna Grimán Padua Manuel Capel Tuñón Eladio Garví  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180819	
CAPÍTULO 20	240
DETECTION AND SEGMENTATION OF PIG IRON SLAG SCRAPERS USING MASK RCNN FOR WEAR CONTROL Carlos Eduardo Oliveira Milanez Marco Antonio de Souza Leite Cuadros Gustavo Maia de Almeida  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180820	
CAPÍTULO 21	252
DIMENSIONAMENTO DE BLOCOS SOBRE ESTACAS METÁLICAS Fernanda Calado Mendonça Bernardo Horowitz  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180821	
CAPÍTULO 22	268
ESTIMATION OF STELLAR PARAMETERS FOR J-PLUS SURVEY WITH MACHINE LEARNING Carlos Andres Galarza Arevalo Simone Daflon Vinicius Moris Placco Carlos Allende-Prieto  https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180822	
CAPÍTULO 23	279
ESTUDO ANALÍTICO E NUMÉRICO VIA MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DA	

RIGIDEZ DOS PILARES DE PONTES EM CONCRETO ARMADO

Sávio Torres Melo
Rebeka Manuela Lobo Sousa
Pablo Juan Lopes e Silva Santos
Francisca Itaynara de Souza Araújo
Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro
Amanda Evelyn Barbosa de Aquino
Diogo Raniere Ramos e Silva
Tiago Monteiro de Carvalho
Carlos Henrique Leal Viana
João Paulo dos Santos Silva
Madson Nogueira da Silva
Ilanna Castelo Branco Mesquita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180823>

CAPÍTULO 24..... 290

ESTUDO ANALÍTICO E NUMÉRICO VIA MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DOS EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM EM PILARES DE PONTES EM CONCRETO ARMADO

Sávio Torres Melo
Rebeka Manuela Lobo Sousa
Pablo Juan Lopes e Silva Santos
Francisca Itaynara de Souza Araújo
Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro
Amanda Evelyn Barbosa de Aquino
Diogo Raniere Ramos e Silva
Tiago Monteiro de Carvalho
Carlos Henrique Leal Viana
João Paulo dos Santos Silva
Madson Nogueira da Silva
Ilanna Castelo Branco Mesquita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180824>

CAPÍTULO 25..... 311

ESTUDO DO MOVIMENTO DOS CORPOS MOEDORES NO PROCESSO DE MOAGEM UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS DISCRETOS

Wladimir José Gomes Florêncio
Neilor Cesar dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180825>

CAPÍTULO 26..... 329

FLUID FLOW SUMMARIZATION USING DYNAMIC MULTI-VECTOR FEATURE SPACES

Renato José Policani Borseti
Leandro Tavares da Silva
Gilson Antonio Giraldi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180826>

CAPÍTULO 27	351
GESTÃO DE PROCESSOS: ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE TI E NEGÓCIO COM BPMN	
Aryel Evelin Vieira Garcia Rodrigo Elias Francisco	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180827	
CAPÍTULO 28	359
IFINTEGRA - INTEGRADOR DA PLATAFORMA DE REGISTRO DE PROJETOS COM A BIBLIOTECA DIGITAL DE ARTIGOS DE UM CAMPUS DO IFSUL	
Mateus Roberto Algayer Geovane Griesang	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.87021180828	
SOBRE O ORGANIZADOR	366
ÍNDICE REMISSIVO	367

ANÁLISE ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO SEDE DA PROCURADORIA GERAL DA REPÚBLICA: O ESTUDO DE CASO DO BLOCO “B”

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 14/05/2021

Stefano Galimi

Universidade de Brasília, Departamento de
Arquitetura e Urbanismo
Brasília, Distrito Federal, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4125619616157365>

Márcio Augusto Roma Buzar

Universidade de Brasília, Departamento de
Arquitetura e Urbanismo
Brasília, Distrito Federal, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6339433870219875>

Marco Aurélio Bessa

Universidade de Brasília, Departamento de
Arquitetura e Urbanismo
Brasília, Distrito Federal, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3483982185862072>

Marcos Henrique Ritter de Gregorio

Universidade de Brasília, Departamento de
Arquitetura e Urbanismo
Brasília, Distrito Federal, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9134422287947059>

RESUMO: A obra de Oscar Niemeyer, conhecida como Procuradoria Geral da República, é composta por um conjunto de 6 edifícios. O Bloco “B”, que abriga os gabinetes dos procuradores, possui um sistema construtivo predominante em concreto armado de alto desempenho e um sistema estrutural convencional, sustentado por dois anéis de pilares mais o núcleo rígido central.

O prédio foi edificado de forma convencional, começando pelos pilares ao nível do subsolo, até o último piso com seção constante. Ao longo da fase de construção, a concretagem das lajes e dos elementos horizontais das vigas foi executada para cada piso e isto foi possível através dos apoios dos pilares. Por meio do software computacional SAP2000, verificou-se que os esforços e deslocamentos de toda a edificação estão dentro dos limites da norma brasileira ABNT NBR 6118:2014. Foram elaborados dados e diagramas referentes às tensões normais, deslocamento e momento fletor nas vigas da estrutura.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura de concreto, Análise computacional, Arquitetura do Oscar Niemeyer, Procuradoria Geral da República, Bloco B.

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE HEADQUARTERS BUILDING OF THE ATTORNEY GENERAL OF THE REPUBLIC: THE CASE STUDY OF BLOCK “B”

ABSTRACT: The work of Oscar Niemeyer, known as the Attorney General’s Office of the Brazilian Republic, is composed by a set of 6 buildings. The Block “B”, which houses the prosecutors’ cabinets, has a predominant construction system of high-performance reinforced concrete and a conventional structural system, supported by two pillars rings plus the rigid central core. The building was erected in a conventional way, starting from the pillars at the subsoil level, to finish on the last floor with a constant section. Throughout the construction phase, the concreting of the slabs

and the horizontal elements of beams was executed for each floor and was made possible through the supports of the pillars. Through the computer program SAP2000, it was verified that the efforts and displacements of the entire building are within the limits of the Brazilian standard ABNT NBR 6118. Data and graphs were elaborated regarding the normal stresses, displacement and bending moment in the beams of the structure.

KEYWORDS: Concrete structure, Computational analysis, Oscar Niemeyer's architecture, Attorney General's Office, block "B".

1 | INTRODUÇÃO

A arquitetura de Niemeyer, que se destaca dos padrões convencionais pela plasticidade e sinuosidade das suas curvas, é considerada uma verdadeira simbiose entre a estrutura resistente e as formas (MÜLLER, 2003).

A abordagem dada às estruturas, com ênfase em inovação em cada projeto, é um fator emblemático de toda a sua carreira. Como explica Müller (2003), Oscar Niemeyer estava à procura constante de concisão e pureza para estabelecer um "real comprometimento entre forma e estrutura".

Em seus trabalhos, é possível encontrar a simbiose entre as noções de estática e razões de origem simbólica e pela vontade de proporcionar profundidade e variedade de apreciação ao observador. Essa sua maneira de projetar o "plasticismo simbólico" recebeu várias críticas movidas por parte de profissionais arquitetos e engenheiros, interessados somente na forma estrutural e no valor arquitetônico das suas obras.



Figura 1. Procuradoria Geral da República, Brasília, DF.

Fonte: Daniel Zukko.

O escopo desta obra, que foi fruto de uma mente inovadora seja do ponto de vista arquitetônico que da inovação tecnológica, quer demonstrar a possibilidade de conceber

duas edificações de igual forma e volumetria através de duas soluções estruturais diferentes, exaltando o valor simbólico.

“...Os monumentos públicos propiciam uma teatralização social de valores, uma que, consagram as imagens da memória coletiva para além da temporalidade da vida cotidiana” (FREIRE, 2007).

1.1 Justificativa

A produção artística e arquitetônica do Oscar Niemeyer na capital federal do Brasil, descrita e analisada por várias figuras em nível tanto nacional quanto internacional, ainda não tem muitos estudos sobre as soluções tecnológicas adotadas pelo arquiteto brasileiro (FONSECA, 2007).

Esse aspecto que condiciona esse tipo de “discriminação” sobre o histórico da engenharia estrutural das obras de Brasília, produzida por Niemeyer, é encarado por Vasconcelos (1992) no seu livro que valoriza e ressalta a importância que deveria ter em um patamar internacional.

Outro fator preocupante é escassez de informações acerca deste tema em diversos edifícios do patrimônio histórico moderno de Brasília, sendo bastante difícil localizar documentação oficial de cálculos estruturais, análises e detalhes.

Além disso, a obra do arquiteto se caracteriza por utilizar formas elementares, de matriz estrutural simples, tais como cúpulas, abóbadas, cascas, grandes vãos equilibrados por grandes balanços de modo que o papel do observador é simplificado, não importa a matriz cultural pela qual ele provém.

Portanto, a abordagem pedagógica das obras de Oscar Niemeyer é bastante interessante, especialmente no estudo de sistemas estruturais em faculdades de arquitetura.



Figura 2. Complexo da Procuradoria Geral da República, Brasília, DF.

Fonte: Rubens Craveiro.

Especificamente esta obra tem destaque em diversas esferas, tais como sua expressividade simbólica, inovação tecnológica, inserção em seu contexto de entorno de

modo a ser de altíssima relevância para a arquitetura nacional.

Se a obra possui as qualidades necessárias para ser eternizada, se faz parte de uma corrente cultural moderna e se continua se erguendo através de um desempenho estrutural satisfatório, o nosso interesse deve se estender para todo o panorama da arte moderna brasileira e internacional como reminiscência secular na história da arquitetura (GALIMI, 2016).

A categoria dos profissionais da área de engenharia civil, incluindo profissionais (engenheiros e arquitetos), mestres de obras e funcionários especializados, está cada vez mais focado na busca de novas tecnologias e métodos construtivos para realizar obras que sejam compatíveis com as exigências do mercado moderno. Para garantir um nível de excelência nas edificações residenciais e não, é necessário estabelecer um rigor ético e profissional em todas as fases de vida do projeto, desde a concepção arquitetônica / estrutural.

2 | O BLOCO B

O bloco B, diferentemente do bloco A, possui uma estrutura convencional, utilizando pilares. Ao invés de tirantes, o sistema estrutural vertical consta de dois anéis de oito pilares cada, um interno e um externo, dispostos ao longo da planta circular da edificação. Esse prédio, consta da mesma volumetria do bloco A possuindo um diâmetro de aproximadamente 60 metros, oito andares e altura de 48,3 metros. Nas figuras 3 e 4 mostram-se as plantas do térreo e do andar tipo, respectivamente.

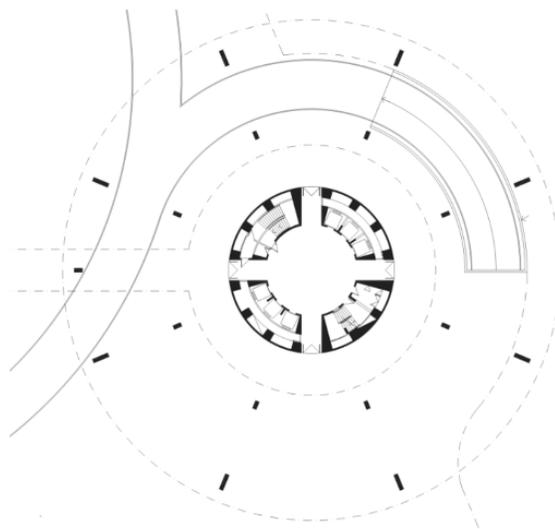


Figura 3. Planta do térreo, bloco B.

Fonte: Arquivo da PGR.

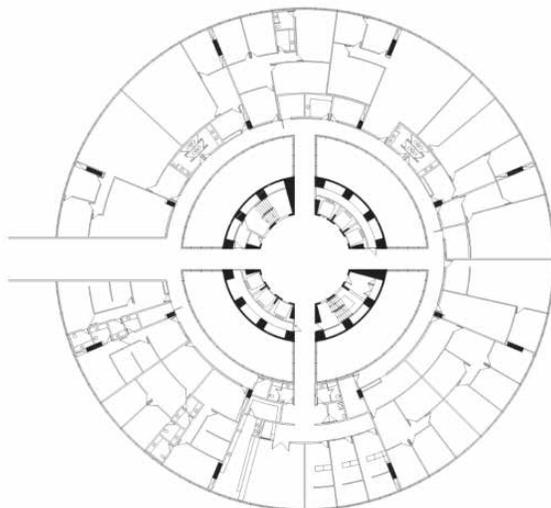


Figura 4. Planta do pavimento tipo, bloco B.

Fonte: Arquivo da PGR.

O bloco B possui um sistema construtivo predominante de concreto armado de alto desempenho (CAD) e um sistema estrutural convencional, sustentado por dois anéis de pilares mais o núcleo central rígido.

A edificação foi erguida de forma convencional, começando dos pilares no nível do subsolo, para terminar no último pavimento com seção constante. Portanto, ao longo da fase da construção, conforme as figuras 5 e 6, a concretagem das lajes e dos elementos horizontais de vigas foi executada para cada andar e foi viabilizada através dos apoios dos pilares.



Figura 5. Edificação em fase de construção, bloco B.

Fonte: Arquivo da PGR.



Figura 6. Pilares principais externos e internos, bloco B.

Fonte: Arquivo da PGR.

A malha de pilares que sustenta a edificação consta de dois anéis de pilares (figura 6), um interno, formado por oito unidades de 200x50 centímetros, e um externo (oito pilares) composto por pilares de 100x50 centímetros.

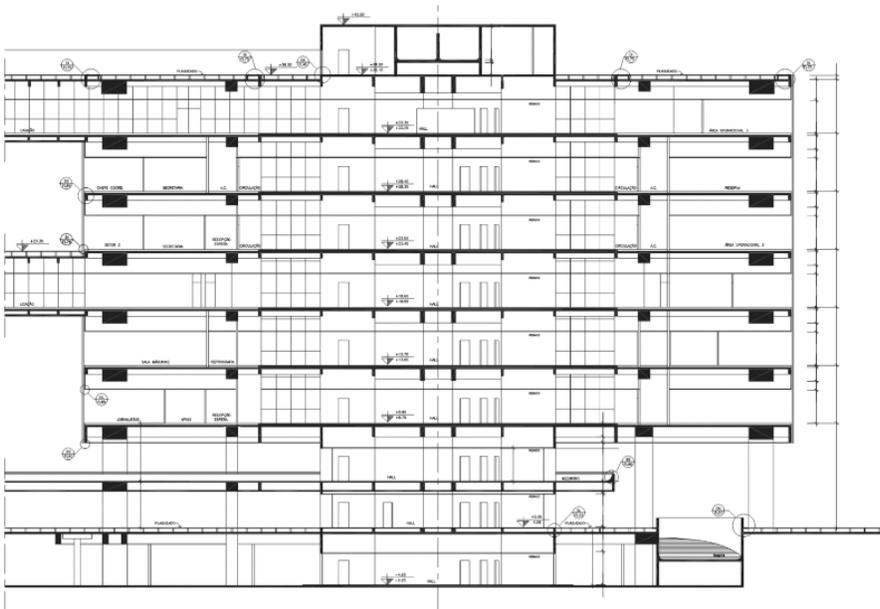


Figura 7. Corte CC, bloco B.

Fonte: Arquivo da PGR.

O concreto utilizado para todos os elementos estruturais tem as seguintes Resistências Características:

Vigas, $f_{ck} \geq 50$ MPa;

Lajes, $f_{ck} \geq 35$ MPa;

Paredes, $f_{ck} \geq 35$ MPa;

Caixas d'água, $f_{ck} \geq 35$ MPa;

3 I ANÁLISE DO SISTEMA ESTRUTURAL DO BLOCO B

Para executar a análise estrutural qualitativa do bloco B da Procuradoria Geral da República, foram utilizados os arquivos de plantas, cortes e detalhes estruturais para obter as dimensões de todos os elementos participantes do sistema estrutural, fornecidos pelo Departamento de Engenharia da PGR.

Portanto, a partir das plantas estruturais foram extraídas as medidas referentes às seções de tirantes, pilares, vigas, paredes e lajes.

Elemento Estrutural – Pavimento tipo	A (m)	B (m)	Cor
1. Pilares externos	2,00	0,50	Blue
2. Pilares internos	1,00	0,50	Pink
3. Viga circular anel ext., seção variável 1,20~1,60	0,25/0,25	1,20/1,60	Light Blue
4. Viga circular anel externo	0,25	1,20	Green
5. Viga radial externa	0,50	1,45	Light Blue
6. Viga radial externa	0,25	1,45	Light Blue
7. Viga circular anel interno	0,25	1,20	Light Green
8. Viga radial	0,40	0,60	Blue
9. Viga radial	0,25	0,60	Dark Blue
10. Viga circular interna	0,25	1,00	White
11. Viga radial interna	0,40	0,60	Red
12. Viga radial interna	0,20	0,60	Light Green
13. Viga circular anel interno	0,20	0,70	Pink
14. Viga passarela	0,25	6,00	Orange

Tabela 1. Dimensões dos elementos estruturais do bloco A para análise estrutural.

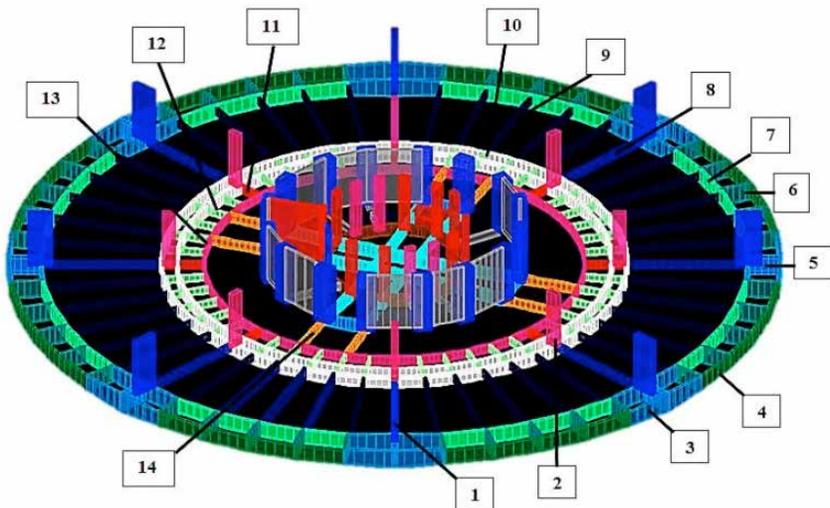


Figura 8. Perspectiva do pavimento tipo, bloco B.

Fonte: os autores.

Elemento Estrutural – Núcleo Rígido	A (m)	B (m)	Cor
15. Viga radial	0,20	0,60	cinza
16. Viga circular externa	0,20	0,60	azul escuro
17. Viga circular interna	0,15	1,00	marrom
18. Viga circular externa	1,85	1,00	vermelho
19. Viga circular abertura	0,20	1,00	ciano
20. Viga principal	0,30	1,00	ciano claro
21. Pilar principal	1,40	1,00	azul
22. Pilar em L	0,80	0,45	vermelho
23. Pilar interno, formato retangular	1,10	0,15	azul
24. Pilar em T	0,80	0,40	rosa
25. Parede núcleo rígido externa	4,85	0,20	cinza
26. Parede núcleo rígido interna	4,85	0,20	vermelho

Tabela 2. Dimensões dos elementos estruturais do bloco A para análise estrutural.

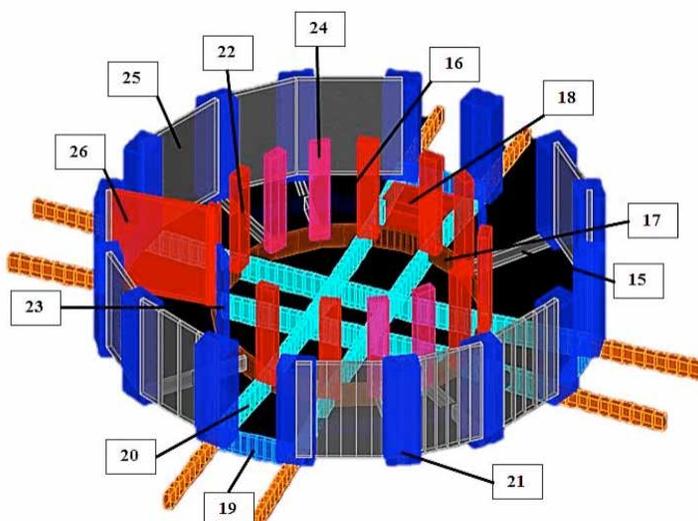


Figura 9. Perspectiva do núcleo rígido, bloco B.

Fonte: os autores.

Elemento Estrutural – Mezanino	A (m)	B (m)	Cor
27. Viga perimetral anel externo	0,20	1,00	Marrom
28. Viga radial variável 30~70	0,30~0,70	1,00	Azul
29. Viga perimetral externa	0,20	1,00	Marrom
30. Viga perimetral interna	0,20	0,60	Azul escuro
31. Viga perimetral anel interno	0,15	1,00	Vermelho
32. Viga central	0,30	1,00	Ciano
33. Pilar principal	1,40	1,00	Azul escuro
34. Pilar em L	0,80	0,45	Azul
35. Pilar interno, formato retangular	1,10	0,15	Ciano
36. Pilar em T	0,80	0,40	Azul claro
37. Parede externa	4,70	0,20	Amarelo
38. Parede interna	4,70	0,20	Amarelo claro

Tabela 3. Dimensões dos elementos estruturais do bloco A para análise estrutural.

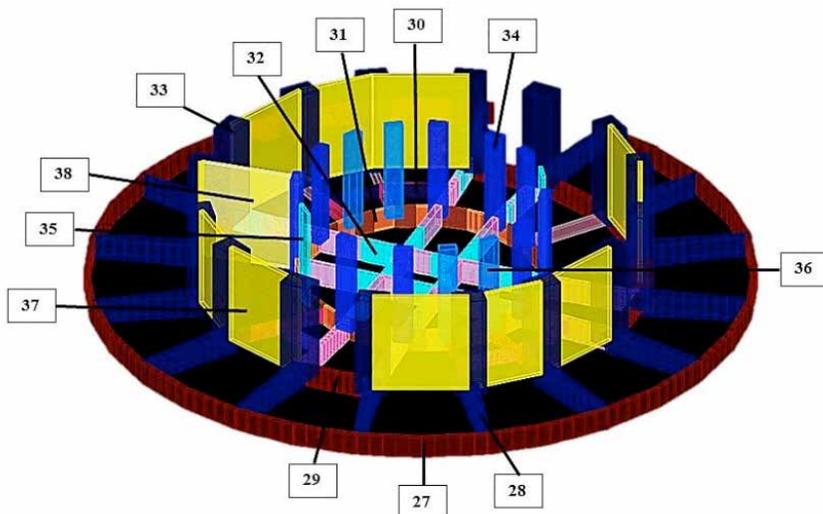


Figura 10. Perspectiva do mezanino, bloco B.

Fonte: os autores.

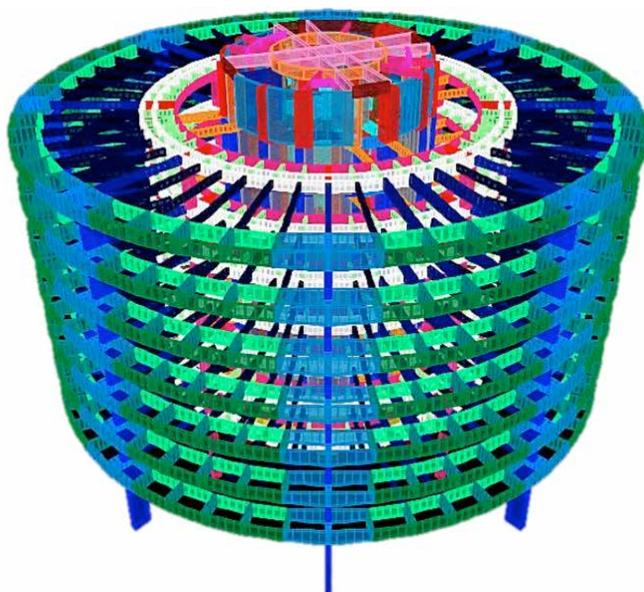


Figura 11. Modelo tridimensional do bloco A.

Fonte: os autores.

Na análise do bloco B, verificou-se os esforços e deslocamentos de toda a edificação. Foram elaborados gráficos relativos aos esforços normais, deslocamento e momento fletor nas vigas da estrutura.

Na figura 12 mostra-se os esforços normais da edificação do bloco B, que são acumulativos até as fundações. Para os pilares das extremidades, os esforços normais

atingem o valor de 2247 tf, os quais são semelhantes aos valores dos esforços normais desenvolvidos nos tirantes do bloco A.

Na primeira combinação (1,4G+1,4Q) mostra-se um esforço de 2247 tf, representando praticamente o dobro do esforço submetido apenas com o peso próprio da estrutura. Os pilares externos têm uma área de contribuição de laje maior comparado aos pilares internos, que sofrem um esforço normal de 1734 tf. A principal diferença observada com o modelo do bloco A, está no fato que os esforços terão que subir através dos tirantes de aço protendidos para em seguida descer pelo núcleo rígido central.

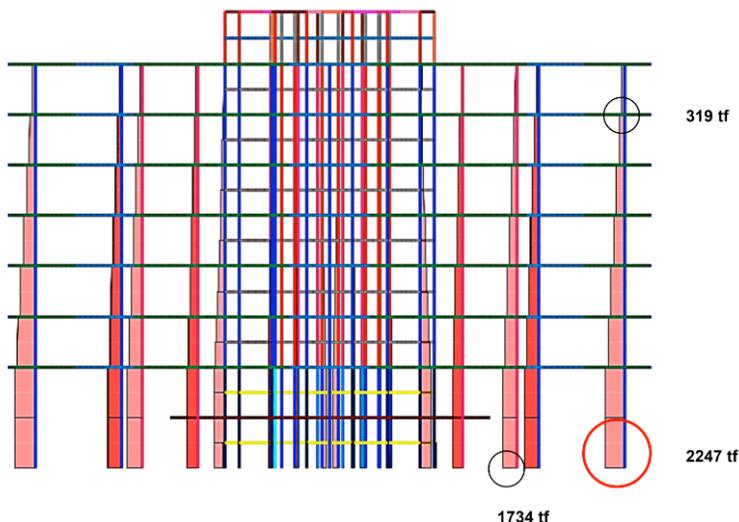


Figura 12. Diagrama de Forças normais na combinação 1 (1,4G+1,4Q).

Fonte: SAP2000.

Após ter colocado a carga de vento, conforme a combinação 2, nota-se que, a pressão exercida pelo vento alivia os pilares mais próximos à direção de impacto na fachada, aumentando os esforços de compressão nos pilares da fachada oposta.

Porém, considerado o peso próprio da estrutura e das sobrecargas, a influência do vento é relativamente pequena, como demonstram os gráficos da figura 13.

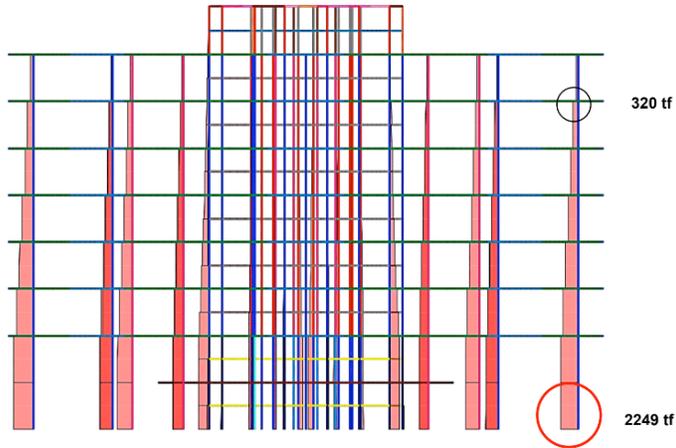


Figura 13. Diagrama de Forças Normais na combinação 2.

Fonte: SAP2000.

No modelo convencional do bloco B, os deslocamentos desenvolvidos nas lajes e pilares são de 4,12 cm, o que está dentro dos limites admissíveis da norma ABNT NBR 6118, como se apresenta nas figuras 14 e 15.

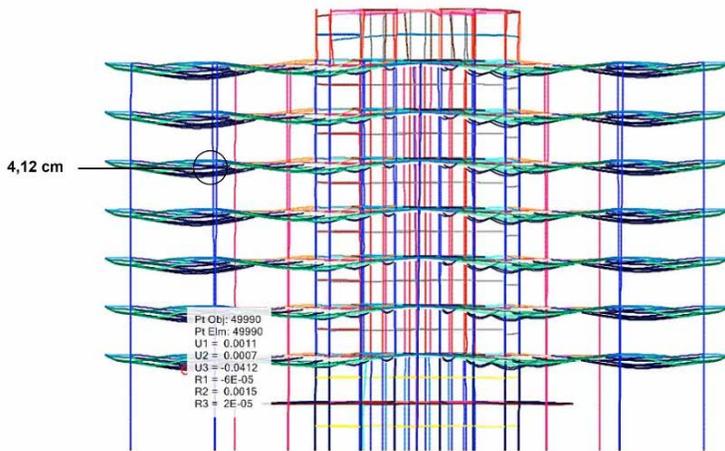


Figura 14. Diagrama de deslocamento elástico da estrutura, Combinação 4.

Fonte: SAP2000.

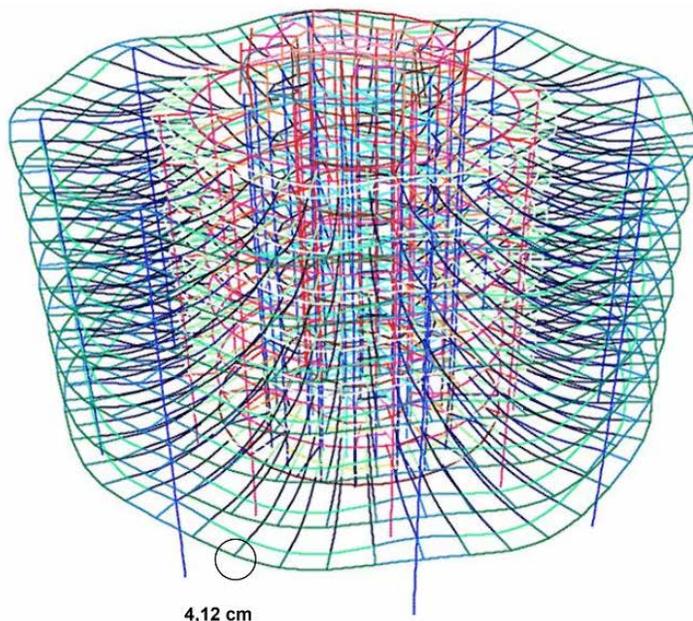


Figura 15. Perspectiva de deslocamento elástico de estrutura, Combinação 4.

Fonte: SAP2000, desenho dos autores.

Para completar essa análise qualitativa dos esforços normais e dos deslocamentos, decidiu-se tirar os oito pilares externos da edificação convencional B, para que o modelo fique mais parecido com o do bloco A, atirantado.

Percebe-se que os deslocamentos atuantes aumentam de forma que as lajes perdem toda a rigidez devido ao fato que as seções das peças estruturais são pequenas para resistir aos esforços submetidos após a retirada dos pilares externos. Esse modelo experimental, mostrado em seguida no diagrama das figuras 16 e 17, foi utilizado para compreender como esses deslocamentos precisam ser combatidos, através de eventuais pilares de tração, chamados de tirantes.

Portanto, haverá um deslocamento máximo na laje de 95 centímetros que, se não for combatido por uma força oposta, levará a edificação numa situação de colapso estrutural.

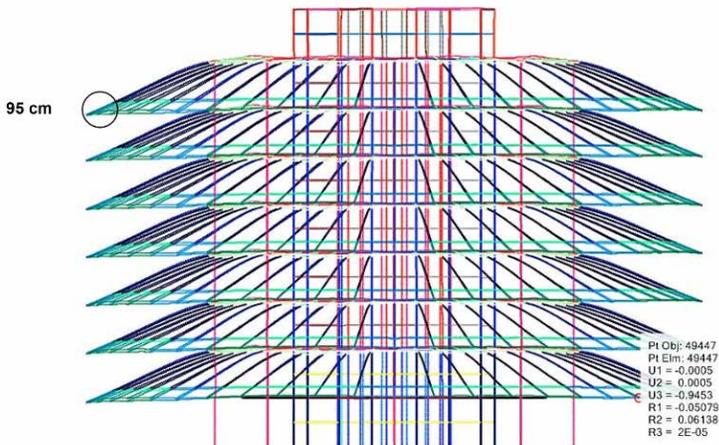


Figura 16. Diagrama de Deslocamento Elástico com retirada do anel dos pilares externos, Combinação 4 (1,0G+1,0Q+1,0V), bloco B, PGR.

Fonte: Programa SAP 2000, desenho dos autores.

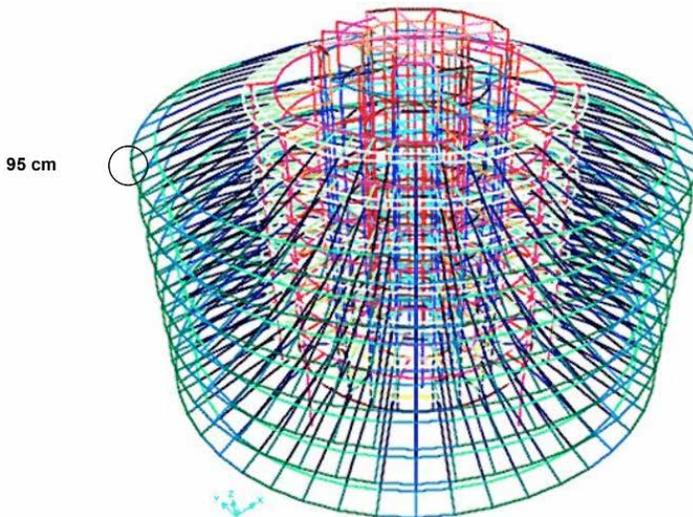


Figura 17. Perspectiva de deslocamento elástico de estrutura, Combinação 4.

Fonte: SAP2000, desenho dos autores.

Mostra-se no modelo convencional, como nas figuras 18 e 19 o momento fletor nas vigas estruturais do prédio B. Os momentos principalmente próximos aos apoios e na conexão de viga – pilar, resultando com um valor de -117 tf para o encontro viga – pilar externo e com um valor de -390 tf acontecendo na ligação viga – pilar interno.

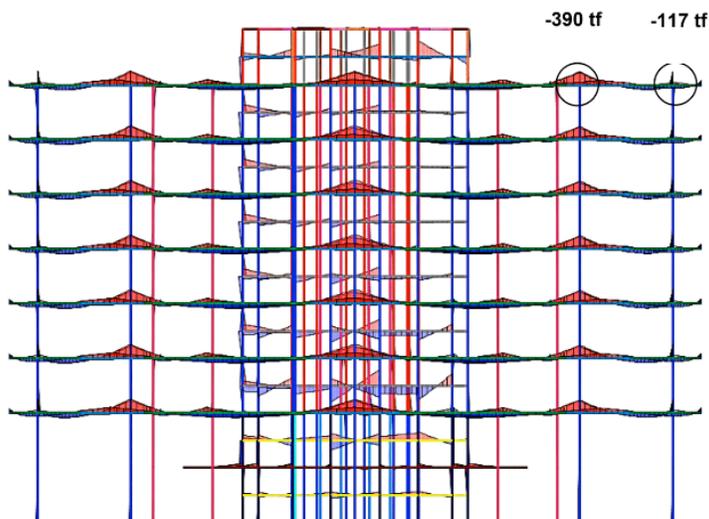


Figura 18. Digrama do Momento fletor das vigas.

Fonte: SAP2000, desenho dos autores.

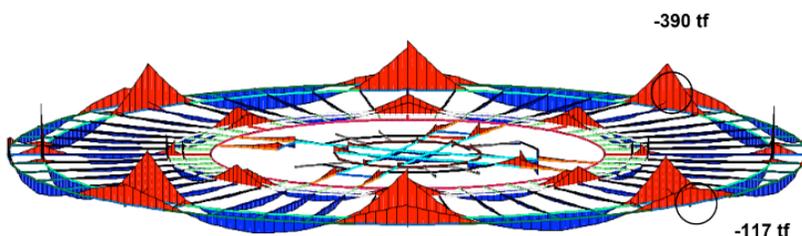


Figura 19. Digrama do Momento fletor das vigas.

Fonte: SAP2000, desenho dos autores

4 | CONCLUSÕES

A arquitetura de Niemeyer é efusivamente marcada pela sua estrutura. Contudo, apesar de existir vasta bibliografia sobre sua arquitetura, pouco existe sobre a estrutura. Portanto, existe a necessidade de melhorar o registro histórico no que tange aos detalhes estruturais, memórias de cálculo e documentos informativos. Este trabalho preenche esta lacuna referente ao bloco B do edifício sede da Procuradoria Geral da República.

O bloco B, apesar de suas proporções monumentais e arquitetura expressiva, utiliza um sistema estrutural convencional de vigas x pilares. Seu apeço estrutural fica mais evidenciado quando comparado ao bloco A, que utiliza estrutura atirantada.

A utilização do concreto de alto desempenho (CAD) permitiu a utilização de peças estruturais de proporções menores.

As tensões encontradas não justificaram a aplicação de protensão. Por esta razão,

a estrutura utiliza concreto armado convencional (estrutura passiva).

As deformações das peças estruturais estão dentro dos limites da norma. O engenheiro José Carlos Sussekind tem contribuído de forma notória para interessantes avanços no estudo de estruturas, em especial naquelas desenvolvidas em parceria com o arquiteto Oscar Niemeyer.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). *NBR 15575 – Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais*. Rio de Janeiro, 2013.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). *NBR 6327 – Cabos de aço para uso geral – Requisitos mínimos*. Rio de Janeiro, 2004.

Faria, Francisco. *Oscar Niemeyer: O Espetáculo Arquitetural: Caderno dos Instrutores. MON – O Olhar do Aprendiz*. Curitiba – PR. Museu Oscar Niemeyer, 2007.

Fonseca, Régis Pamponet da. *A Estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos Históricos, Científicos e Tecnológicos de Projeto, Execução, Intervenções e Proposta de Estratégias para Manutenção*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

Freire, Cristina. *Além dos Mapas: Os Monumentos no Imaginário Urbano Contemporâneo*, São Paulo, Annablume, 1997.

Galimi, S., Camanho C. *Methodology of identification and inspection of pathologies in residential multi-story buildings: a case study*. XII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, Porto, 2016.

Gonçalves, Simone Neiva Loures. *Museus projetados por Oscar Niemeyer de 1951 a 2006: o programa como coadjuvante*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.

Ohtake, Ricardo. *Oscar Niemeyer*. Folha Explica. Publifolha, 2007.

Santos, J. A. *Fundações por estacas. Ações Verticais. Elementos teóricos*. Obras Geotécnicas, Instituto Superior Técnico, 2008.

Vasconcelos, Augusto Carlos de. *O Concreto no Brasil – Recordes, Realizações, História*, Volume 1. Editora Pini, 2ª edição, 1992.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 70, 82, 120, 168, 169, 182, 257, 262, 265, 322, 330

Análise avançada 53, 54, 55, 68

Análise computacional 84, 103

Análise estrutural 55, 71, 82, 84, 85, 92, 93, 94, 95, 97, 103, 109, 110, 111

Aprendizado 13, 174, 193, 194, 197, 208, 215, 224, 268

B

Bullying 206, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214

C

Carga crítica 143, 144, 147, 148, 149, 152, 153

Computational fluid dynamics 329, 330, 350

Constitutive model 1, 2, 5, 6, 10

Contorno 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 71, 299

Controlador neural 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 179

Controle 19, 119, 120, 131, 168, 169, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 240, 295, 312, 352, 353, 356, 358

D

Deep learning 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 141, 142

Descarte adequado 198

Desenvolvimento 11, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 35, 36, 40, 44, 82, 83, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 215, 216, 217, 221, 225, 226, 227, 254, 260, 265, 281, 294, 327, 352, 354, 357, 359, 361, 362, 363, 364

Design patterns 155, 156, 166, 167, 226, 227, 228, 230, 231, 234, 238

Diferenças finitas 38, 39, 40, 45, 50, 51, 52, 315

Digital 167, 197, 206, 207, 210, 213, 239, 243, 319, 320, 358, 359, 360, 362, 363, 365

Drop test 131, 132, 133, 134, 135, 141

E

Educação 12, 13, 14, 21, 53, 68, 70, 191, 193, 195, 197, 208, 212, 215, 225, 279, 290, 311, 326, 359, 366

Educacional 14, 82, 206, 208, 209

Elemento hexaédrico 70, 72, 75, 77

Elementos finitos 53, 55, 69, 70, 71, 72, 83, 279, 280, 281, 285, 286, 290, 291, 294, 297,

299, 303, 306, 309, 321

Equações diferenciais 39, 40, 44, 51, 71, 294

Estabilidade estrutural 143

Estatística 21, 215, 216, 217, 218, 224, 225

Estrutura 17, 38, 54, 71, 72, 75, 77, 78, 81, 82, 84, 85, 87, 89, 90, 91, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 152, 218, 221, 253, 266, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 286, 288, 291, 292, 293, 297, 298, 302, 309, 362, 363

F

Ferramenta 15, 18, 22, 39, 193, 194, 195, 196, 200, 204, 210, 211, 216, 224, 294, 313, 354, 356, 360, 361, 363

Frequências naturais 143, 144, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153

Fundação elástica 143

G

Geometria irregular 38

Gestão de processos 351, 352, 354, 355, 358

I

Imperfeições geométricas iniciais 53, 54, 55, 62, 64, 67, 69

Inclusão 29, 33, 35, 36, 67, 68, 197, 359, 360

Industrial process 131

Informação 12, 21, 193, 205, 216, 351, 354, 355, 356, 357, 358, 360, 366

Inovação 86, 104, 105, 193, 366

Interfaces 215, 216, 225, 231, 232, 233, 234, 235, 361

J

Jogo 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 213

L

Layout 221, 222, 359, 360, 362

Libras 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22

M

Malha 38, 39, 40, 44, 45, 46, 49, 50, 72, 79, 108, 182, 285, 299, 303, 304, 313, 321, 322, 326

Modelagem 31, 33, 35, 36, 38, 39, 70, 72, 149, 194, 251, 255, 268, 280, 285, 294, 295, 299, 305, 351, 352, 353, 354, 356, 357, 358

Modos incompatíveis 70, 72, 75, 76, 77, 79, 80, 82, 83

O

Oscar Niemeyer 84, 85, 86, 87, 89, 101, 102, 103, 104, 105, 118

P

Pasternak 143, 144, 145, 149, 151, 153, 154

Processos 82, 171, 240, 312, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 361

Programação 72, 211, 215, 224, 361

Programas 55, 205, 206, 210, 214, 294, 359

Projeto socioambiental 198

R

Realidade aumentada 193, 194, 195, 196, 197

Rede neural 168, 169, 171, 175

Resistência 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 89, 96, 131, 145, 255, 256, 258, 261, 262, 263, 280, 294, 314

Robô 168, 169, 170, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179

Robótica 168

RPG 11, 12, 15, 16, 18

RStudio 215, 216, 217, 218, 220, 224, 225

S

Shiny 215, 216, 217, 218, 220, 221, 224, 225

Simulações 23, 24, 30, 31, 33, 35, 38, 44, 50, 168, 169, 175, 181, 311, 312, 326, 329

Sobretensões de manobras 23, 24, 25, 29, 30

Software 1, 6, 12, 18, 40, 53, 55, 66, 70, 71, 72, 77, 79, 80, 82, 103, 155, 156, 157, 158, 159, 166, 167, 196, 210, 215, 216, 217, 218, 220, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 237, 238, 239, 256, 257, 263, 265, 266, 267, 281, 285, 297, 299, 300, 311, 320, 321, 330, 356, 357, 359, 360, 363, 364

Stable hysteresis cycle 1, 3, 9

Summarization 329, 330, 331, 332, 343, 349, 350

Supressores de surto 23, 25, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36

Sustentabilidade 198, 199

T

Tecnologia 11, 12, 21, 54, 70, 168, 193, 194, 196, 197, 206, 208, 215, 279, 290, 311, 326, 351, 355, 358, 359, 362, 366

Tensão 1, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 59, 62, 63, 66, 67, 75, 170, 255, 256, 258, 260, 261,

266, 295

Tensões residuais 53, 54, 55, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Transformadores 23, 24, 25, 28, 30, 34, 35, 36

Transitórios eletromagnéticos 23, 24, 31

W

Web 54, 194, 195, 196, 200, 215, 216, 217, 218, 221, 222, 225, 355, 359, 360, 361, 362, 363, 365

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

-  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

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