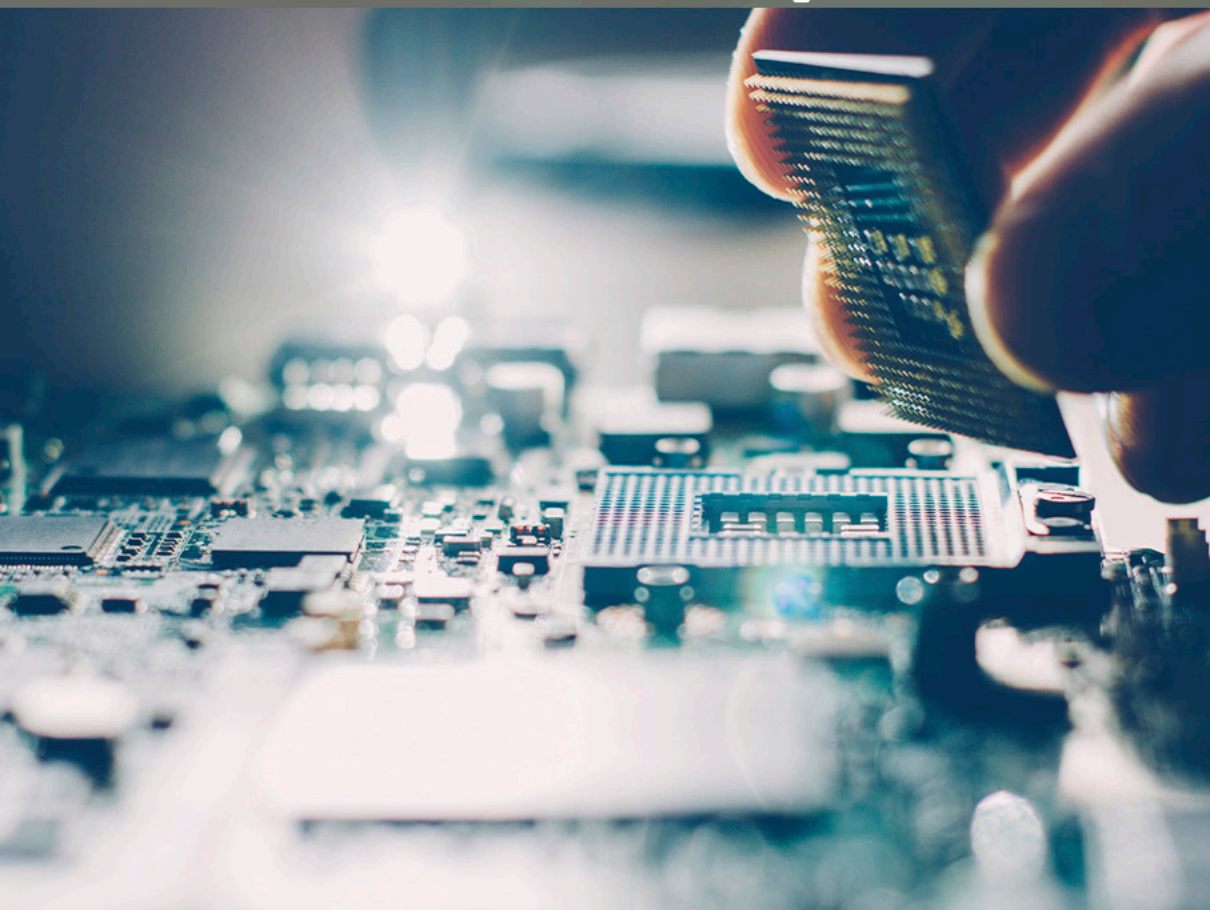


COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

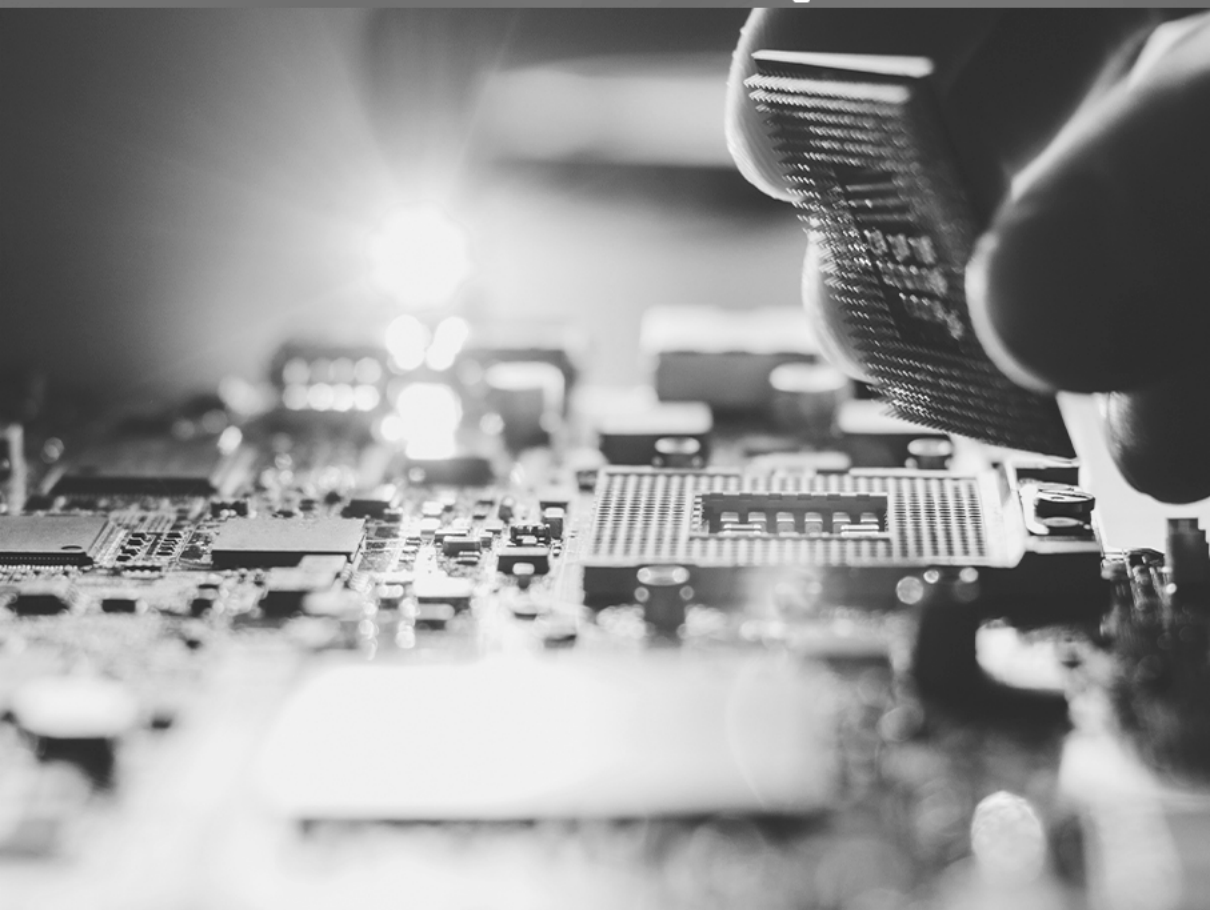


ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **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 Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa 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 Giralaldi

 <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

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

Data de aceite: 02/08/2021

Marconi Junio Henriques Magnani

Graduate Program in Automation and Control,
Federal Institute of Espírito Santo
Serra/Espírito Santo, Brazil

Jorge José Fernandes Filho

Graduate Program in Automation and Control,
Federal Institute of Espírito Santo
Serra/Espírito Santo, Brazil

Thyago Rosa Souza

Graduate Program in Automation and Control,
Federal Institute of Espírito Santo
Serra/Espírito Santo, Brazil

Marco Antonio de Souza Leite Cuadros

Graduate Program in Automation and Control,
Federal Institute of Espírito Santo
Serra/Espírito Santo, Brazil

ABSTRACT: Iron ore pellets are a prime input for iron production. Therefore there is a need for a rigorous control of the quality of the pellets to apply them in the industrial process. The pellets are degraded due to impacts caused by their handling or transport systems. As a result of these degradations many pellet shipments reach the customer with a proportion of cracks. Laboratory drop test trials are required on wet raw pellets to assess their resistance to the various drops they suffer in the industrial process. Currently the drop test is performed manually, where the whole test process, from pellet manipulation and data collection, depends on human action.

The present work aims at the application of Deep Learning to carry out the analysis of pellet cracks, pellet segmentation is initially presented in this article. A network of light deep learning was designed, generating a data set of the pellet drop test for training the network for pellet classification. This network will be applied in the autonomous prototype for the drop test, a technological innovation that is being developed by the Research and Automation Group (GAI), of the Federal Institute of Espírito Santo, located in the Municipality of Serra, for the analysis of cracks in the pellets.

KEYWORDS: Pellets, Industrial Process, Drop Test, Deep Learning, Pellet Cracks.

RESUMO: As pelotas de minério de ferro são um insumo nobre na produção de ferro. Por tanto tem uma necessidade de um controle rigoroso da qualidade das pelotas para aplicação das mesmas no processo industrial. As pelotas sofrem degradações devido aos impactos provocados pelos seus sistemas de manuseio ou transporte. Como resultado dessas degradações muitos carregamentos de pelotas chegam ao cliente com uma proporção de fissuras. São necessários ensaios de testes de queda laboratoriais realizados em pelotas cruas úmidas para avaliação de sua resistência às diversas quedas que as mesmas sofrem no processo industrial. Atualmente o ensaio do teste de queda é realizado de forma manual, onde todo o processo do teste, desde a manipulação das pelotas e obtenção dos dados, depende de uma ação humana. O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de aprendizagem profunda

para realizar a análise das fissuras das pelotas, sendo apresentado inicialmente neste artigo a segmentação da pelota.

PALAVRAS-CHAVE: Pelotas; Processo Industrial; Teste de Queda; Aprendizagem Profunda; Fissuras das Pelotas.

1 | INTRODUCTION

Currently cars, trucks, bicycles, airplanes, appliances and most of the products we use in our daily lives are made from the steel produced in the steel mills. To obtain it, an important raw material used is the pellet. Pelletizing is a process responsible for pellet production.

Iron ore pellet is one of the main inputs in the primary iron production stage within the production route of steel, as it presents physical, chemical and metallurgical companies more favorable to reduction operations compared to other raw materials such as iron ore granulate and the sinter. Among these characteristics, cite the narrowest size distribution, the high porosity, low ignition loss, the highest content of iron, among others, as Meyer [1] mentions.

Strict control over the quality of pellets, a control method used is the drop test, performed on raw wet pellets, this test allows to evaluate the resistance of the raw wet pellets to several falls that they suffer from the disc of pelletizing to the mobile grid oven.

Each pellet is individually released from a height of approximately 45cm several times until the same present some crack. Thus, the number of falls that pellet endured will be the resilience value (ability to return to the natural state after an unusual situation). After several tests the average value is reported as a result.

Currently the test of the drop test is carried out in a manual, where the entire testing process, from handling pellets and obtaining the data, depends on an action human.

Neural networks and deep learning techniques are being widely used in the most diverse areas and segments as, for example in medicine where they are used for determination of kidney diseases by analyzing the most diverse characteristics of this organ, said Raju, Rao and Rao [2].

In recent years, Deep Learning has revolutionized the field of machine learning, for computer vision in Special. In this approach, an artificial neural network (RNA) deep (multilayer) is trained, usually in a manner supervised using backpropagation. Are required large amounts of labeled training examples, but the accuracy of the resulting classification is really impressive, sometimes surpassing humans as Tavanaei, Ghodrati, Kheradpisheh, Masquelier and Maida [3]. Numerous works related to detection using Deep Learning can be found in the literature in Duan, Liu, Wu and Mao [4] a lightweight network of deep network learning was designed U-net to automatically detect image pellets and obtain pellet contour probability maps, deep learning techniques were used in medicine for determining kidney

disease by analyzing the more diverse characteristics of this organ, performed by Raju, Rao and Rao [2].

This article proposes the use of Intelligence techniques Artificial for a technological innovation project, where it will be A deep convolutional network for analysis and segmentation of pellets.

This article is divided into 5 chapters. This, chapter 1, which contextualizes the problem to be solved, exposes the justification and importance of work. Chapter 2 on the process pelletizing process and the quality test called (drop test), a test performed manually with the objective of check the number of falls that the ball can take. The chapter 3 that presents the theoretical framework that supports this research. Chapter 4, which explains the development of work and ends with chapter 5 with the conclusion of the work.

2 I PELLETIZING

Bridges, cars, planes, bicycles, appliances and large part of the products we use in our daily lives are made from steel produced in steel mills. To obtain it, an important raw material used is pellet, whose processing from ultrafine fractions of ore iron, takes place in our pelletizing plants, according to Vale [5].

The production system for these small spheres begins with the extraction of iron ore in Minas Gerais. The fine iron ore, called pellet-feed, arrives at the yards of the producing units from the mines. In the courtyards are piles are formed which are subsequently recovered and conveyed on belts for the grinding process. In parallel, the yards receive inputs, such as limestone, that will be added to the ore. In grinding, the ore is ground with water, forming a pulp classified by hydrocyclones (equipment for separating solid and liquid) and sent to the thickener, where it is sedimented and, in then forwarded to homogenizing tanks, as reported by Vale [5], as shown in Figure 1.

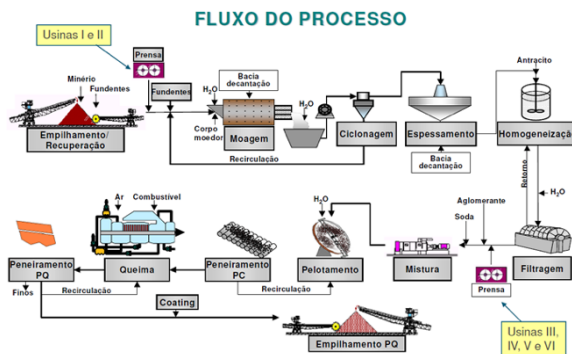


Figure 1. Pelletizing Process Flow.

Source: Vale (2014).

The quality of the pellets is verified through several tests, and one of them is the drop test, performed on pellets raw wet, this test allows to evaluate the resistance of the damp raw pellets to the various falls that they suffer from the pellet disc to the grid. Each ball is released individually from a height of approximately 45cm several times.



Figure 2. Drop Test.

Figure 2 shows the equipment used for the test.

3 | SMART SYSTEM

3.1 Neural Networks

Artificial Neural Networks are simultaneous systems composed of simple processing units, neurons, that calculate certain mathematical functions, linear or non-linear, according to Braga, Ludemir and Carvalho [6].

According to Sugomori [7] while the other methods use probability and statistics, the neural network algorithms seek to imitate the structures of the human brain.

3.2 Convolutional Neural Network

In the context of deep neural networks, convolutional networks have been shown to be very efficient in image processing applications. According to Ponti [8], deep learning methods are now the state of the art in many machine learning problems, in particular in classification problems.

Also according to Ponti [8], CNNs (Convolutional Neural Networks), are the models of Deep Learning networks most known and used today. What characterizes this type of network is that convolutional layers are placed, which process the inputs considering local fields, among other devices, such as pooling, which reduces the spatial dimension of the inputs. Figure 3 shows the application of convolution in regions of an input image.

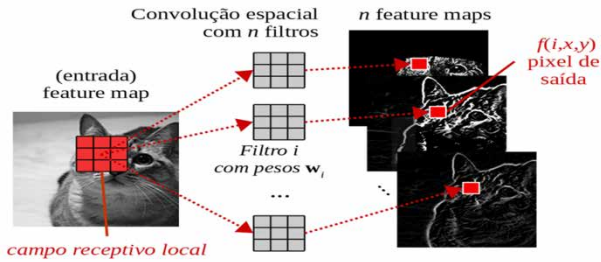


Figure 3. Space Convolution.

Source: Ponti (2017).

In the convolutional layer each neuron is a filter applied to an input image and each filter is a matrix of weights.

In Figure 4, it is possible to observe the application of two layers of convolution in an RGB image, that is, an image with three dimensions. In the first layer, 4 $5 \times 5 \times 3$ filters are applied, producing 4 feature maps, and then another convolutional layer with 5 $3 \times 3 \times 4$ filters, generate new feature maps, as detailed by Ponti [8].

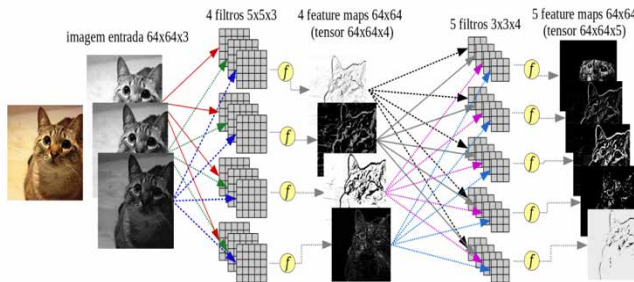


Figure 4. CNN with two convolutional layers.

Source: Ponti (2017).

4 | DEVELOPMENT

For the development of the system, a pellet drop test data set was created for training the deep learning network, that is, images of the pellets were obtained in the course of the tests to create the data set, initially approximately 50 test figures were used fall, some had fractures and others did not, techniques were used to treat the images as shown in Figure 5 for network training.

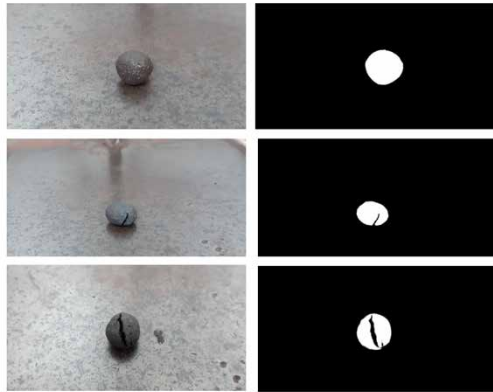


Figure 5. Image processing.

A lightweight deep learning network was designed as shown in Figure 6.

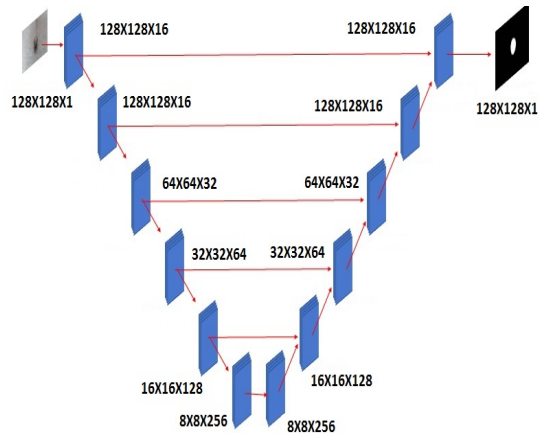


Figure 6. Network structure used.

To classify the pellets, a light deep learning network from the U-net network was used to automatically detect pellets from images and obtain the pellet contour probability maps as shown in Figure 7, Figure 8 and Figure 9.

```
[ ] 1 from google.colab import drive
2 drive.mount('/content/drive')

Go to this URL in a browser: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth?client\_id=947318989803-6bn6gk8g
Enter your authorization code:
.....
Mounted at /content/drive

[ ] 1 import os
2 import cv2
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from numpy import expand_dims
6 import random
7 import pandas as pd
8 import numpy as np
9 import matplotlib.pyplot as plt
10 plt.style.use("ggplot")
11 %matplotlib inline
12
13 from tqdm import tqdm_notebook, trange
14 from itertools import chain
15 from skimage.io import imread, imshow, concatenate_images
```

Figure 7. Program code.

Figure 7 represents the program code, the tool used to develop the program was Google Collaboratory, known commercially as Google Colab.

```
[ ] 1 def get_unet(input_img, n_filters=16, dropout=0.5, batchnorm=True):
2     # contracting path
3     c1 = conv2d_block(input_img, n_filters=n_filters*1, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
4     p1 = MaxPooling2D((2, 2)) (c1)
5     p1 = Dropout(dropout*0.5)(p1)
6
7     c2 = conv2d_block(p1, n_filters=n_filters*2, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
8     p2 = MaxPooling2D((2, 2)) (c2)
9     p2 = Dropout(dropout)(p2)
10
11    c3 = conv2d_block(p2, n_filters=n_filters*4, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
12    p3 = MaxPooling2D((2, 2)) (c3)
13    p3 = Dropout(dropout)(p3)
14
15    c4 = conv2d_block(p3, n_filters=n_filters*8, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
16    p4 = MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)) (c4)
17    p4 = Dropout(dropout)(p4)
18
19    c5 = conv2d_block(p4, n_filters=n_filters*16, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
20
21    # expansive path
22    u6 = Conv2DTranspose(n_filters*8, (3, 3), strides=(2, 2), padding='same') (c5)
23    u6 = concatenate([u6, c4])
24    u6 = Dropout(dropout)(u6)
25    c6 = conv2d_block(u6, n_filters=n_filters*8, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
26
27    u7 = Conv2DTranspose(n_filters*4, (3, 3), strides=(2, 2), padding='same') (c6)
28    u7 = concatenate([u7, c3])
29    u7 = Dropout(dropout)(u7)
30    c7 = conv2d_block(u7, n_filters=n_filters*4, kernel_size=3, batchnorm=batchnorm)
31
32    u8 = Conv2DTranspose(n_filters*2, (3, 3), strides=(2, 2), padding='same') (c7)
```

Figure 8. Designed U-Net deep learning network.

Figure 8 represents the configuration of the U-Net network, where all network parameters were defined.

Model: "model_2"

Layer (type)	Output Shape	Param #	Connected to
img (InputLayer)	(None, 128, 128, 1)	0	
conv2d_20 (Conv2D)	(None, 128, 128, 16)	160	img[0][0]
batch_normalization_19 (BatchNo)	(None, 128, 128, 16)	64	conv2d_20[0][0]
activation_19 (Activation)	(None, 128, 128, 16)	0	batch_normalization_19[0][0]
conv2d_21 (Conv2D)	(None, 128, 128, 16)	2320	activation_19[0][0]
batch_normalization_20 (BatchNo)	(None, 128, 128, 16)	64	conv2d_21[0][0]
activation_20 (Activation)	(None, 128, 128, 16)	0	batch_normalization_20[0][0]
max_pooling2d_5 (MaxPooling2D)	(None, 64, 64, 16)	0	activation_20[0][0]
dropout_9 (Dropout)	(None, 64, 64, 16)	0	max_pooling2d_5[0][0]
conv2d_22 (Conv2D)	(None, 64, 64, 32)	4640	dropout_9[0][0]
batch_normalization_21 (BatchNo)	(None, 64, 64, 32)	128	conv2d_22[0][0]
activation_21 (Activation)	(None, 64, 64, 32)	0	batch_normalization_21[0][0]
conv2d_23 (Conv2D)	(None, 64, 64, 32)	9248	activation_21[0][0]
batch_normalization_22 (BatchNo)	(None, 64, 64, 32)	128	conv2d_23[0][0]
activation_22 (Activation)	(None, 64, 64, 32)	0	batch_normalization_22[0][0]
max_pooling2d_6 (MaxPooling2D)	(None, 32, 32, 32)	0	activation_22[0][0]

Figure 9. Parameters of the designed U-Net deep learning network.

A network training was carried out using the data set created, in this step the number of times was defined, and network parameters in order to obtain the greatest possible amount of correctness, always observing the accuracy of the test results. After training, the result of accuracy as a goal will be over 87% as shown in Figure 10.

```

Epoch 00020: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 21/200
432/432 [=====] - 2s 5ms/step - loss: 0.2883 - acc: 0.9537 - val_loss: 0.3294 - val_acc: 0.9495

Epoch 00021: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 22/200
432/432 [=====] - 2s 5ms/step - loss: 0.2858 - acc: 0.9540 - val_loss: 0.3249 - val_acc: 0.9500

Epoch 00022: ReduceLRonPlateau reducing learning rate to 1e-05.
Epoch 00022: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 23/200
432/432 [=====] - 2s 5ms/step - loss: 0.2876 - acc: 0.9537 - val_loss: 0.3210 - val_acc: 0.9504

Epoch 00023: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 24/200
432/432 [=====] - 2s 4ms/step - loss: 0.2854 - acc: 0.9541 - val_loss: 0.3170 - val_acc: 0.9508

Epoch 00024: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 25/200
432/432 [=====] - 2s 5ms/step - loss: 0.2871 - acc: 0.9539 - val_loss: 0.3137 - val_acc: 0.9512

Epoch 00025: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 26/200
432/432 [=====] - 2s 5ms/step - loss: 0.2859 - acc: 0.9540 - val_loss: 0.3106 - val_acc: 0.9515

Epoch 00026: val_loss did not improve from 0.29790
Epoch 00026: early stopping

```

Figure 10. Network training.

Figure 11 represents the network learning curve after training the network, to perform the training of the network it was considered the use of some training optimization tools such as early stop and the reduction of the network learning rate. The early stop method is a method that retains the best training result within a sequence of subsequent results, it is used to prevent overfit training, in which case a 12-season early stop was used which means that after the best result will occur 12 seasons of worst results and will end the training. The reduction in the learning rate of the network was used so that in the event of a worsening trend in training, the learning rate is adjusted for an attempt to converge the training. In this case, a rate adjustment was used every two sequential times of worse results

than the best learning outcome. When the training started, the loss (loss) and the loss of validation (loss) started high as expected, the loss curve was characterized as asymptotic and stabilizing, the validation loss had a variable behavior, being that in times 7 , 19 and 22 the rate was adjusted according to the worsening of the response to training, the best result was obtained in the 2000 season, it was not necessary to stop early, as shown in Figure 11.

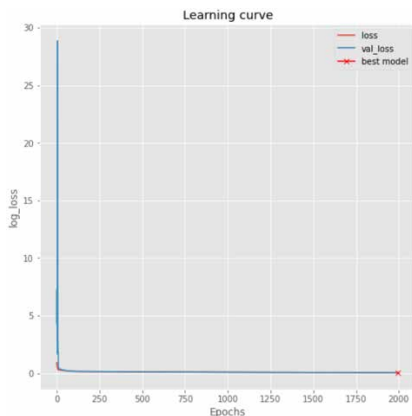


Figure 11. Network learning curve.

After training the network, the images were predicted in order to verify the quality of the training, Figure 12 represents the result of two predictions of incoming images in the trained U-Net network. The first image is the input image of the network, the second image is the image of the input image mask, that is, it is the image with which we will compare with the image of the network output. The third image is the prediction output from the network and the fourth image is the prediction output with binary pixel values (values 0 or 1).

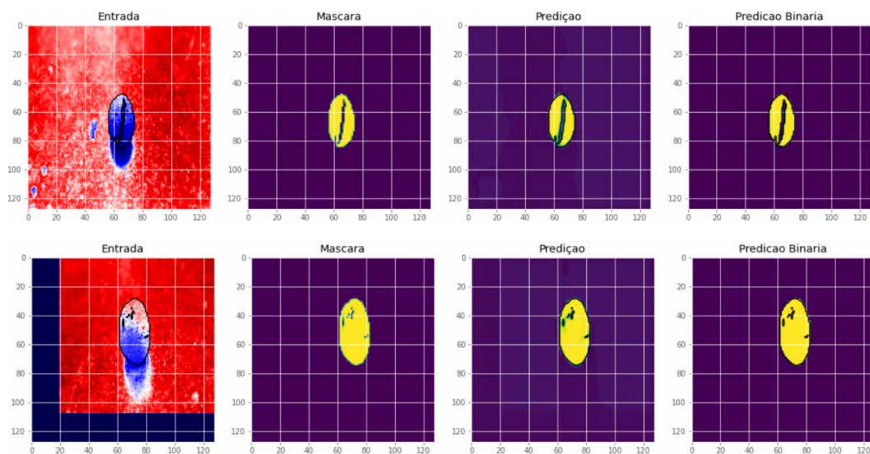


Figure 12. Test prediction.

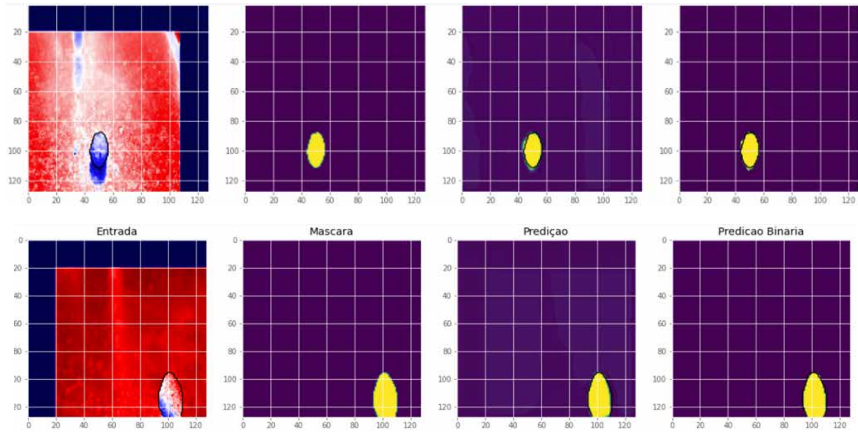


Figure 13. Validation test.

Figure 13 represents the validation of the network training, where 48 images were used that are not part of the network training data for network validation, and the results can be observed in three images as shown in Figure 13, entry, mask, prediction and binary prediction.

```

1 import sklearn.metrics as metrics
2 from skimage import measure
3
4 med=0
5 for a in range(len(preds_val)):
6     s = measure.compare_ssim((preds_val[a][:,:,0]> 0.5).astype(np.uint8), (y_valid[a][:,:,0]> 0.5).astype(np.uint8))
7     med=med+s
8
9 med = med/len(preds_val)
10 print(med)

```

0.9999555360027715

Figure 14. Checking the model.

To compare the masks generated by the mapped masks, the method of comparison by structural similarity was used, the same method was applied and compared the image from the prediction with the mask created, as a result the result was 99.9955%, that means that both images are approximately 100% identical, validating the quality of the network training.

5 | CONCLUSIONS

The projected network met the expectations, we used an accuracy target above 87% and the trained network showed an average accuracy of 97% during training and greater than 99% for validation. When analyzing the result for a prediction of an image not used in the training, it was found that the quality of the prediction exceeds the expectations and

goals created at the beginning of the project.

For future work, a dense network will be applied at the exit of the U-net to classify good or bad pellets where real-time images will be collected that will be used as input to the network, for validation and application in the autonomous prototype.

This network will be applied in the autonomous prototype for the drop test, a technological innovation that is being developed by the Research and Automation Group (GAIIn), of the Federal Institute of Espírito Santo, located in the Municipality of Serra, to analyze the cracks in the pellets.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank God first, because without Him, nothing would be possible, we also thank our families and friends.

AUTHORSHIP STATEMENT

The authors hereby confirm that they are the sole liable persons responsible for the authorship of this work, and that all material that has been herein included as part of the present paper is either the property (and authorship) of the authors, or has the permission of the owners to be included here.

REFERENCES

- [1] Meyer, K., 1980, Pelletizing of Iron Ores, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Germany.
- [2] Raju, P., Rao, V. M., & Rao, B. P. (2018). Grey Wolf Optimization-Based Artificial Neural Network for Classification of Kidney Images. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 27(14), 1–21. <https://doi.org/10.1142/S0218126618502316>.
- [3] Tavanaei, A., Ghodrati, M., Kheradpisheh, S. R., Masquelier, T., & Maida, A. (2019). Deep learning in spiking neural networks. *Neural Networks*, 111, 47–63. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2018.12.002>.
- [4] Duan, J., Liu, X., Wu, X., & Mao, C. (2019). Detection and segmentation of iron ore green pellets in images using lightweight U-net deep learning network. *Neural Computing and Applications*, 8. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04045-8>.
- [5] VALE. (2014). Entenda como funciona o processo de pelotização em nossas usinas. Retrieved from <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/entenda-funciona-processo-pelotizacao-usinas.aspx>
- [6] BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. *Redes Neurais Artificiais: teoria e aplicações*. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- [7] SUGOMORI, Y. et al. *Deep Learning: Practical Neural Networks with Java*. [S.I.]: Packt Publishing Ltd, 2017.

[8] Ponti MA, Costa GBP da. Como funciona o deep learning [Internet]. In: Tópicos em gerenciamento de dados e informações 2017. Uberlândia: SBC; 2017. Available from: <http://sbbd.org.br/2017/wp-content/uploads/sites/3/2017/10/topicos-em-gerenciamento-de-dados-e-informacoes-2017.pdf>

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