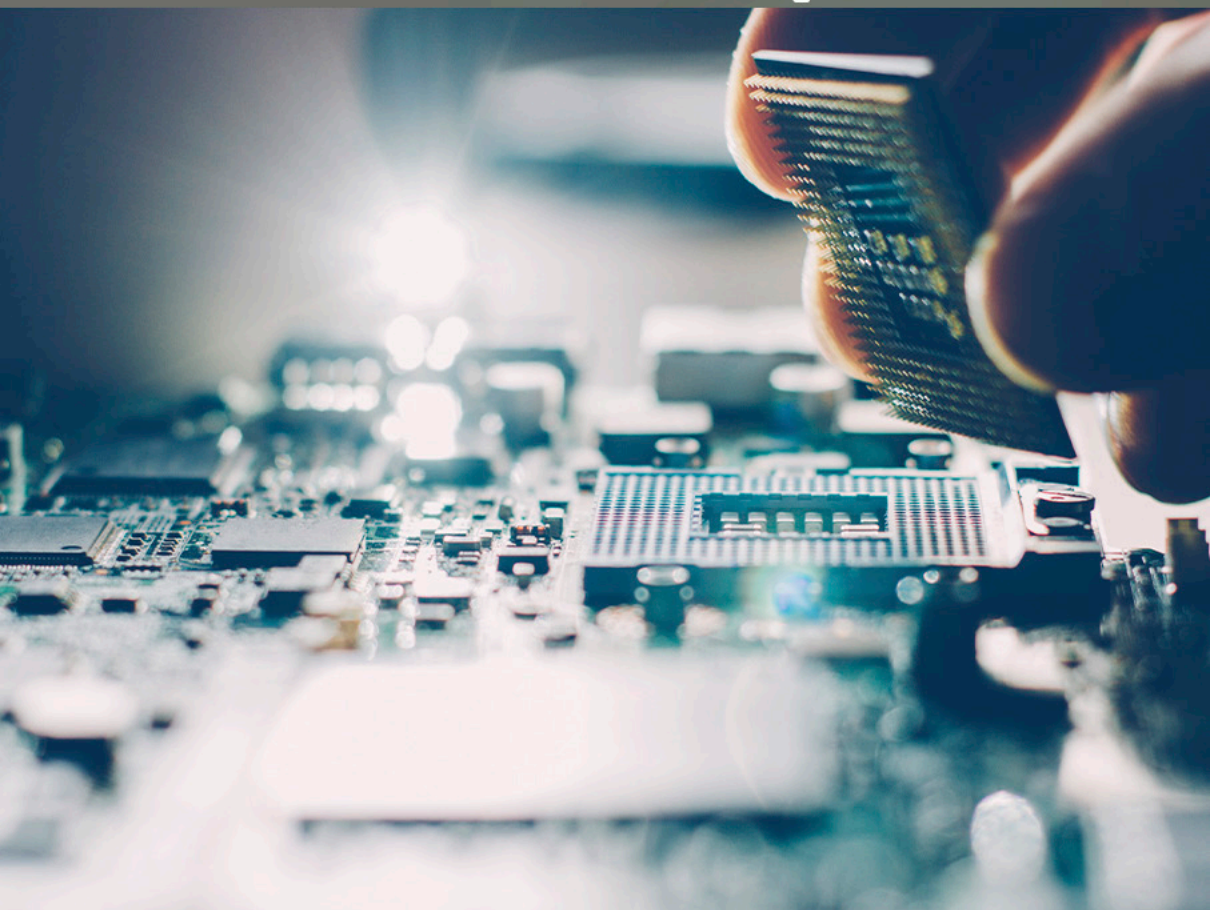


COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

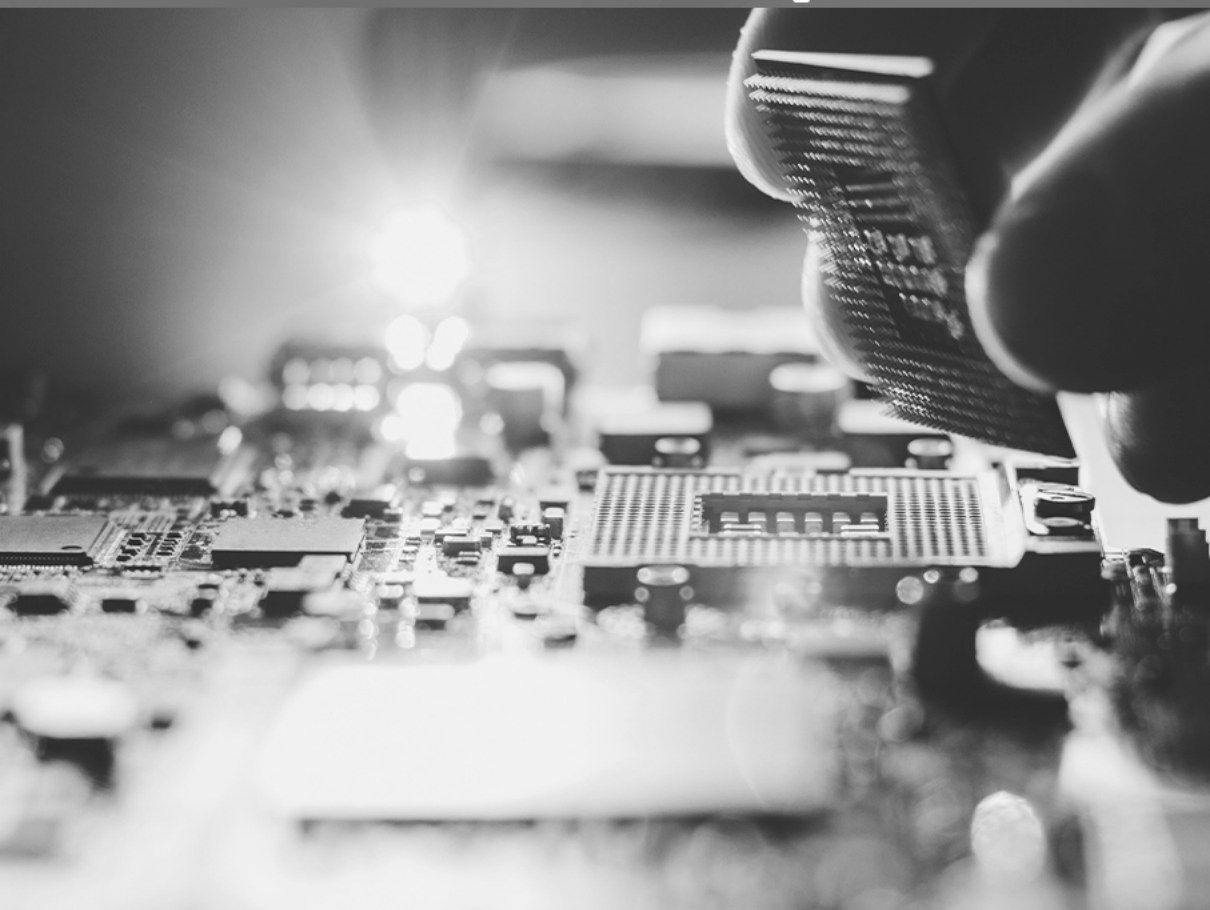


ERNANE ROSA MARTINS  
(ORGANIZADOR)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2**



**ERNANE ROSA MARTINS**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

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

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacão 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 Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

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

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-384-9

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

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

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **NONLINEAR LIFTING LINE IMPLEMENTATION AND VALIDATION FOR AERODYNAMICS AND STABILITY ANALYSIS**

André Rezende Dessimoni Carvalho

Pedro Paulo de Carvalho Brito


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

### **CAPÍTULO 2..... 11**

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

Caio Cezar Neves Pimenta

André Luiz Seixlack

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

### **CAPÍTULO 3..... 24**


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

Jéssica Ferreira Borges

Luciano Mendes Bezerra

Francisco Evangelista Jr

Valdeir Francisco de Paula

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


### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **INFORMATION THEORY BASED STOCHASTIC HETEROGENEOS MULSTISCALE**

Ianyqui Falcão Costa

Liliane de Allan Fonseca

Ézio da Rocha Araújo

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

### **CAPÍTULO 5..... 59**

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

Roberson Carlos das Graças

Edyene Cely Amaro Oliveira

Guilherme Ribeiro Brandao


Igor Siqueira da Silva

Samara de Jesus Duarte

Samara Lana da Rocha

Hermes Francisco da Cruz Oliveira

Guilherme Henrique Chaves Batista

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

**CAPÍTULO 6..... 67**

**ANÁLISE DE DESEMPENHO MECÂNICO DE PLACAS A PARTIR DE MÉTODOS APROXIMADOS**

Gabriel de Bessa Spínola  
Edmilson Lira Madureira  
Eduardo Morais de Medeiros

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

**CAPÍTULO 7..... 85**

**M-LEARNING E VIRTUAL REALITY NO ENSINO TÉCNICO DE AGROPECUÁRIA**


Gabriel Pinheiro Compto  
Jeconias Ferreira dos Santos

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

**CAPÍTULO 8..... 95**

**MODELLING AND ANALYSIS OF AEROBOAT JAHU**


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

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

**CAPÍTULO 9..... 113**

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

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






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

**CAPÍTULO 10..... 127**


**OTIMIZAÇÃO MULTI-LIMAR PARA SEGMENTAÇÃO DE MRI POR ALGORÍTIMO GENÉTICO**

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

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

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

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

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

**CAPÍTULO 17..... 230**

**REALIDADE VIRTUAL APLICADA COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO ENSINO**

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

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

**CAPÍTULO 18..... 245**

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

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

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

**CAPÍTULO 19..... 258**

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

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


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

**CAPÍTULO 20..... 266**

**SIMULAÇÃO DE UMA LONGARINA COMPÓSITA DE UMA AERONAVE ESPORTIVA LEVE**

Felipe Silva Lima  
Álvaro Barbosa da Rocha  
Daniel Sarmento dos Santos

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

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

**CAPÍTULO 21.....279**

**SISTEMA RFID PARA CONTROLE DE ATIVOS PÚBLICOS**

João Felipe Fonseca Nascimento

Jislane Silva Santos de Menezes

Jean Louis Silva Santos

Jennysson D. dos Santos Júnior

Luccas Ribeiro Cruz

Jean Carlos Menezes Oliveira

João Marcos Andrade Santos

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

**CAPÍTULO 22.....292**

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

Pablo Juan Lopes e Silva Santos


Carlos Henrique Leal Viana

Sávio Torres Melo

Rebeka Manuela Lobo Sousa

Tiago Monteiro de Carvalho

Thiago Rodrigues Piauilino Ribeiro

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

**CAPÍTULO 23.....303**

**SOCIEDADE 5.0 CORRELACIONADA COM A INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL**

Pablo Fernando Lopes

Thiago Silva Souza

Fernando Hadad Zaidan

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

**CAPÍTULO 24.....313**

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

Carlos Eduardo Nascimento

Cesar da Costa

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

**CAPÍTULO 25.....332**





**UNCERTAINTY QUANTIFICATION OF FRACTURE POTENTIAL AT CONCRETE-ROCK INTERFACE**

Mariana de Alvarenga Silva

Francisco Evangelista Junior

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



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

## USANDO MINERAÇÃO DE DADOS PARA IDENTIFICAR FATORES MAIS IMPORTANTES DO ENEM DOS ÚLTIMOS 22 ANOS

*Data de aceite: 02/08/2021*

### **Jacinto José Franco**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)  
Barra do Garças, MT – Brazil

### **Fernanda Luzia de Almeida Miranda**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)  
Barra do Garças, MT – Brazil

### **Davi Stiegler**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)  
Barra do Garças, MT – Brazil

### **Felipe Rodrigues Dantas**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)  
Barra do Garças, MT – Brazil

### **Jacques Duílio Brancher**

Departamento de Ciências da Computação  
Universidade Estadual de Londrina (UEL) -  
Londrina, PR – Brasil

### **Tiago do Carmo Nogueira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
Guanambi, BA – Brasil

**RESUMO:** O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) é uma prova requerida pela maioria das universidades brasileiras para seleção de estudantes. Neste exame, são coletadas

várias características sobre os candidatos. Algumas dessas características não contribuem de forma significativa para a predição de desempenho, representando assim, um conjunto demasiadamente grande de dados, o que requer recursos computacionais exponenciais para identificá-las. Para solucionar tal problema, este trabalho aplica algoritmos de seleção e de classificação de atributos, identificando as vinte principais características que contribuem para o desempenho alto ou baixo dos estudantes neste exame, nos últimos vinte e dois anos (1998-2019).

**PALAVRAS - CHAVE:** Enem, Mineração de Dados Educacionais, Experimentos, Algoritmos de seleção

**ABSTRACT:** The national high school exam (Enem) is a test required by most Brazilian universities to select students. In this exam, several characteristics about the candidates are collected. Some of these characteristics do not contribute significantly to the performance prediction, thus representing an excessively large dataset, requiring exponential computational resources to identify them. To solve this problem, this work applies algorithms for the selection and classification of attributes, identifying twenty main characteristics that contribute to the high or low performance of students in this exam, in the last twenty-two years (1998-2019).

**KEYWORDS:** Enem, Educational Data Mining, Experiments, Feature selection Algorithms.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, os estudantes de nível médio que almejam ingressar em algum curso de nível superior precisam realizar testes para avaliar seus conhecimentos. Essa avaliação pode ocorrer de duas formas, via vestibular ou pelo Exame Nacional do Ensino Médio, o Enem. Este é aplicado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) (Lima et al., 2019).

Nos anos iniciais de aplicação do Enem, o teste contou com um número pequeno de inscritos; contudo, esse número foi crescendo ao longo dos anos ao longo dos anos à medida que as instituições brasileiras de ensino superior foram adotando-o como requisito para o ingresso em seus cursos. Atualmente, essa prova é largamente utilizada por grande parte das instituições públicas e privadas do país, pois provê uma métrica confiável para avaliar os conhecimentos do público estudantil.

O resultado de cada edição do Enem realizada nos últimos anos está disponível via microdados anonimizados pelo Inep<sup>1</sup>, o que viabiliza análises quanto a relevância de cada fator. Uma dificuldade que muitos pesquisadores podem ter ao analisar o Enem diz respeito ao número de fatores coletados pelo Inep em cada prova, que pode chegar a 327 variáveis coletadas em um único ano. Para resolver esse tipo de problema, em mineração de dados, vários métodos foram desenvolvidos com o intuito de reduzir a dimensionalidade, permitindo dizer quais fatores são mais importantes e eliminar os que são redundantes ou irrelevantes (Stańczyk & Jain, 2015).

Considerando a mencionada constatação, este trabalho fez uso de métodos de seleção de atributos e de classificação para identificar os fatores que mais contribuem para o desempenho do estudante como sendo baixo ou alto. Nos datasets avaliados foram considerados todos os fatores como entrada dos algoritmos de seleção de atributos, com exceção dos que se referiam às notas, às informações do gabarito e à presença dos candidatos. Ao final, escolheram-se somente os 10 melhores atributos retornados por cada algoritmo de acordo com o *ranking*. As 10 características de cada ano foram aglutinadas em um *ranking* global após a conclusão dos experimentos de cada ano.

Para mensurar a qualidade dos fatores retornados pelos métodos de seleção, este trabalho fez uso de algoritmos de classificação e da média das dez execuções, estabelecendo-se a melhor combinação de fatores cuja taxa de acertos foi maximizada.

Com a finalidade de avaliar os dados entre 1998 e 1999, este trabalho aplicou uma abordagem exploratória para identificar algoritmos que possuem melhores desempenhos em relação às informações contidas nos *datasets* do Enem. A partir dos resultados obtidos, os quatro melhores métodos de seleção e os dois melhores algoritmos de classificação foram selecionados para evidenciar os fatores mais relevantes no contexto educacional para a performance dos estudantes.

---

<sup>1</sup> <http://inep.gov.br/microdados>

Quanto à sua estrutura, além desta introdução (seção 1), este artigo apresenta: a seção 2, que traz a revisão da literatura, com intuito de identificar os principais trabalhos sobre mineração de dados educacionais no Enem; a seção 3, na qual se realiza o delineamento experimental demonstrando as fases de pré-processamento, seleção e classificação das melhores características aplicadas no Enem; a seção 4, que apresenta os resultados e discussões; e a seção 5, que traz as conclusões deste estudo.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

Para a identificação de possíveis lacunas na literatura, buscou-se por trabalhos que aplicassem a mineração de dados educacionais no conjunto de dados do Enem. Essa procura ocorreu de maneira exploratória, utilizando-se as engines de buscas *Google Scholar*, *ISI Web of Science*, *ACM Digital Library*, *IEEE Digital Library*, *Scielo*, *Science Direct*, *Scopus* e *Springer*.

Dessa forma, definiu-se uma *string* de busca genérica a fim de detectar o maior número de estudos possíveis sobre a temática, elencando-se, como a principal *string*, a palavra-chave 'Enem'. Todos os resultados advindos das *engines* acima elencadas foram considerados, desde que a quantidade de entradas fosse inferior a 1.000 registros. Não obstante, por ser considerado uma *string* de busca genérica, que gera muitos registros no Google Scholar passíveis de descarte por estarem fora do escopo deste trabalho, acrescentou-se ao protocolo mais uma palavra-chave. Assim, utilizando-se dos conectores lógicos, a *string* de busca final foi ('Enem' and 'mineração de dados'), limitando as buscas em 500 registros. Ao final da aplicação deste protocolo, obteve-se o quantitativo de 11 estudos sobre mineração de dados e Enem, em todas as engines utilizadas nesta pesquisa.

Para realizar a tarefa de filtrar os registros, foi considerado apenas artigos publicados em periódicos e eventos, sendo sua seleção feita pelo título, resumo, palavras chaves e conclusões, conforme recomenda (Rf & Mc, 2007) para revisões e o software usado nessa atividade foi o Parsifal. Com essa filtragem, constatou-se que somente 11 artigos de fato usavam algum método de mineração de dados aplicado aos datasets do Enem.

A grande parte dos trabalhos encontrados na literatura não levam em consideração o uso dos algoritmos para a redução da dimensionalidade, com exceção de (Santos et al., 2020) que aplica o *Principal Component Analysis* (PCA) no *dataset* de 2016 do Enem em conjunto com Redes Bayesianas, o que permite gerar redes reduzidas, facilitando assim a interpretação dos resultados. No estudo considerou-se 43 variáveis e após a aplicação do PCA o número foi reduzido para apenas 23. Segundo os autores, a renda, a escolaridade dos pais e o tipo de escola são fatores de grande influência no resultado.

A maioria dos trabalhos quando faz a seleção dos atributos, o faz sem o auxílio de algoritmos, apenas avaliando o conjunto de variáveis alvo do estudo. Isso é realizado por (Gomes et al., 2017) e (COSTA et al., 2017), para estabelecer a composição das variáveis

da pesquisa. Essa abordagem também é encontrada em trabalhos que realizam análises estatísticas da seção seguinte.

Os artigos identificados nas análises focam-se majoritariamente em classificadores, sendo esse o caso de (Alves et al., 2018), (Braga & Drummond, 2016), (COSTA et al., 2017), (Adeodato et al., 2014), (Silva & Bernardino, 2019), (Stearns et al., 2017), (Simon & Cazella, 2017), e (Gomes et al., 2017). Os algoritmos mais referenciados são: KNN, Naive Bayes, J48, SVM, Redes Neurais, Redes Bayesianas, XGBoost e AdaBoost.

Embora este trabalho se foque somente em algoritmos de classificação, no processo, identifica-se que os trabalhos de (Gomes et al., 2017), (Braga & Drummond, 2016), (Adeodato et al., 2014) e (Alves et al., 2018) fazem uso de regras de associação. Identifica-se também que (Ideas, 2019) e (Albertini & Backes, 2017) utilizam agrupamento e (Alves et al., 2018) de regressão alucidar conhecimentos dos *datasets*.

Nota-se que a maior parte dos artigos lidam com apenas um único *dataset*, com exceção de (Ideas, 2019) que explorou os *datasets* de 2009 à 2015 e (Albertini & Backes, 2017) com dados de 2010 e 2011, os demais artigos focaram-se em apenas um ano do Enem. Destes trabalhos, é possível notar que nenhum dos autores fez uso de métodos da mineração de dados para prover uma visão geral acerca dos fatores de todos os *datasets* do Enem.

Em decorrência dessa constatação, este trabalho utilizou métodos de seleção de atributos para identificar os 10 fatores mais importantes de todos os anos do Enem, tendo sua validação provida por meio de algoritmos de classificação.

A partir do que se verificou na literatura, observou-se que muito do que se coletou em todos os anos do Enem ainda não foi analisado utilizando métodos de mineração de dados. Sendo assim, o presente trabalho preenche essa lacuna com um desenho experimental replicado para todos os anos, provendo uma visão de alto nível acerca dos 20 fatores considerados mais importantes na classificação.

## 3 | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Nesta seção são apresentados os três passos usados para obter as 10 melhores características do Enem, que consistem no pré-processamento, na seleção de 10 atributos mais relevantes para cada *dataset* desde 1998 e na validação pela classificação.

### 3.1 Pré-processamento

O primeiro passo efetuado consistiu em calcular as médias aritméticas de todas as notas para cada prova. O limite de 600 pontos determina se o aluno tem desempenho baixo ou alto, sendo considerado alto quando o aluno alcança a média cujo valor é igual ou superior a 600 pontos e baixo se o valor for inferior ao mencionado limite.

Essa abordagem foi aplicada somente para o ano de 2018; para os demais,

considerou-se uma constante, que é 1,13, multiplicada pela média para estabelecer o limite de notas altas. É válido esclarecer que se chegou ao valor da constante por meio da divisão de 600 pela média obtida em 2018. Isso se fez necessário para normalizar entre os anos o conceito de aluno com desempenho alto ou baixo, pois a média de cada ano foi distinta, em virtude, dentre outros motivos, de possíveis variações quanto ao grau de dificuldade das provas entre as diferentes edições do exame.

Saliente-se, ainda, que as informações de todos os estudantes foram consideradas no experimento, com exceção às que se referiam aos alunos que não preencheram os questionários, que eram treineiros, que zeraram na(s) prova(s) e aos que faltaram às etapas do exame ou a alguma delas.

Após a definição do filtro inicial e do perfil de aluno com alto desempenho, o próximo passo consistiu em converter o *dataset* de cada ano em números inteiros com o comando *apply* da biblioteca Pandas em todas as colunas dos *datasets*. Cada nível das características coletadas tem um valor inteiro único, mesmo os valores nulos. Para estes, o mesmo resultado pode ser obtido usando a *SimpleImputer*<sup>2</sup> disponível no *Scikit-learn*.

Um problema observado quando se utilizou de classificação foi o desbalanceamento das classes. Nessa situação, ao se aplicar os algoritmos de classificação, percebeu-se que enquanto houve grande índice de acerto na apresentação da classe de alunos com baixo desempenho, o mesmo não ocorreu em relação à categoria de alunos com alto desempenho, o que invalidou o resultado. Uma abordagem muito comum em ciência de dados é usar algum método sintético para balancear as classes. Essa tarefa foi executada usando o SMOTE (*Synthetic Minority Oversampling Technique*) implementado na biblioteca *imblearn*<sup>3</sup>.

Com o pré-processamento concluído, o *dataset* ficou pronto para a próxima etapa, a seleção de atributos, podendo, na sequência, ser realizada a execução dos classificadores. Um aspecto relevante a ser observado sobre os *datasets* em questão referiu-se ao número de fatores coletados. Nota-se que esse número variou entre 100 e 327, conforme a Figura 1, e com apenas 10 características foi possível obter taxas de acerto de 69.2% a 89%, o que pode ser verificado na Figura 2 da seção 4.

---

<sup>2</sup> <https://scikit-learn.org/stable/modules/impute.html>

<sup>3</sup> <https://imbalanced-learn.readthedocs.io/en/stable/index.html>

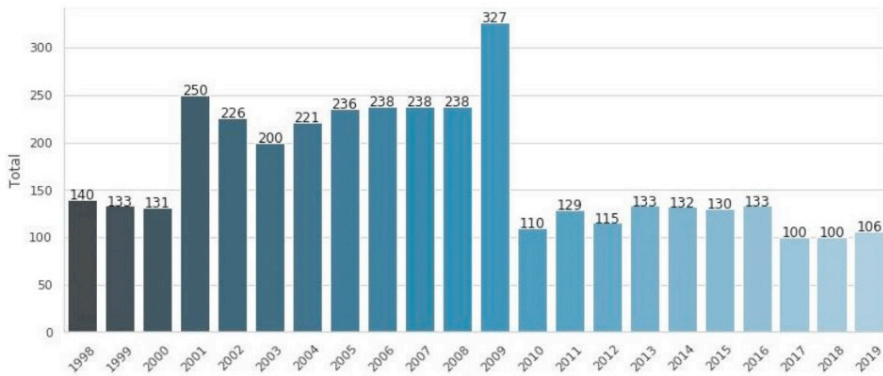


Figura 1: Total de características consideradas de todos os anos do Enem.

#### 4 | SELEÇÃO DOS ATRIBUTOS MAIS RELEVANTES

Inicialmente o experimento partiu de uma abordagem exploratória no sentido de testar vários algoritmos de seleção de atributos e de classificação, não sendo viável executar em *datasets* muito grandes, devido ao tempo requerido para isso. Portanto, escolheram-se os dados de 1999 para apontar os algoritmos mais eficientes em identificar os fatores que propiciam melhor resultado na classificação.

Considerando haver na literatura muitos algoritmos de seleção de atributos e que a execução de todos iria requerer muito tempo, neste trabalho foram escolhidos alguns algoritmos disponíveis no software Weka na versão 3.9.4, Scikit-learn na versão 0.23.1 e na biblioteca MLxtend<sup>4</sup> na versão 0.17.2. Outra abordagem usada para evidenciar os atributos mais significativos consistiu em executar algoritmos de classificação e extrair o *feature\_importances\_* após o treinamento do modelo. Somado aos algoritmos, também foi testado os atributos cujo fator de correlação e Predictive Power Score (PPS) é maior. O fator de correlação foi obtido pela biblioteca pandas na versão 1.0.1 e o PPS pela biblioteca ppscore 0.0.2.

Foram considerados inicialmente os seguintes algoritmos de seleção de atributos:

- **Weka** - InfoGainAttributeEval, SymmetricalUncertAttributeSetEval e GainRatioAttributeEval.
- **Scikit-learn** - SelectKBest, RFE, GenericUnivariateFeatures e PCA.
- **MLxtend** - SequentialFeatureSelector (SFS) combinado com o classificador LinearRegression do Scikit-learn.

Os classificadores abaixo foram usados para extrair as características mais importantes providas pelo atributo *feature\_importances\_*:

- XGBoost provido pela biblioteca xgboost na versão 1.0.2.

<sup>4</sup> <http://rasbt.github.io/mlxtend/>

- LinearSVC e ExtraTreesClassifier disponíveis no Scikit-learn.

## 5 | CLASSIFICAÇÃO

No experimento, os algoritmos de classificação serviram para dizer o quanto é possível chegar em termos de classificação e definir a melhor combinação de fatores. Quanto ao número de classificadores, o experimento não explorou tantas opções devido à quantidade de dados que precisaram ser processados.

Os seguintes classificadores foram considerados: *XGBoost*, *LightGBM*, redes neurais e árvores de decisão implementados nas classes *MLPClassifier* e *DecisionTreeClassifier* do *Scikit-learn*. Nos algoritmos *XGBoost* e *LightGBM* não foi aplicada nenhuma personalização, no *DecisionTreeClassifier* alterou-se somente o parâmetro `n_jobs` com valor -1 para permitir o uso pleno de todos os núcleos. Como entrada, os algoritmos tiveram 30% do *dataset* para teste e 70% para treinamento e cada classificador foi repetido 10 vezes com conjuntos de teste e de treinamento distintos gerados pelo `train_test_split` do *Scikit-learn*, alterando-se apenas o `random_state` de cada execução.

## 6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados todos os resultados obtidos experimentalmente combinando fatores, algoritmos de seleção e de classificação que proporcionam a melhor taxa de acerto. Inicialmente, parte-se de uma abordagem exploratória quanto ao número de algoritmos testados e, depois, passa-se a discorrer sobre a escolha dos quatro melhores algoritmos para a seleção de atributos e dos dois melhores para a classificação.

### 6.1 Dataset de 1998 e 1999

Os dois primeiros anos do Enem foram testados com o intuito de identificar os algoritmos de seleção e classificações que seriam mais confiáveis quanto à qualidade dos resultados possíveis de serem obtidos nos demais anos.

| Ranking | Método               | Algoritmo de classificação | Quantidade de características | Taxa de acerto |
|---------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|
| 1       | XGBClassifier        | LightGBM                   | 10                            | 76.31567       |
| 2       | ExtraTreesClassifier | XGBClassifier              | 10                            | 76.31279       |
| 3       | SFS                  | XGBClassifier              | 10                            | 76.24993       |
| 4       | ExtraTreesClassifier | NeuralNet                  | 10                            | 76.24670       |

Tabela 1: 4 melhores resultados combinando todos os algoritmos no dataset de 1999.



| Ranking | Método de seleção | Algoritmo de classificação | Quantidade de características | Taxa de acerto |
|---------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|
| 1       | SFS               | LightGBM                   | 10                            | 80.46193       |
| 2       | PCA               | XGBoost                    | 10                            | 80.36647       |

Tabela 2: Duas melhores combinações com o dataset de 1998.

A partir da execução, repetida por 10 vezes, de todos os algoritmos com 10 características, foram escolhidos para a tarefa de classificação os algoritmos *XGBoost* e *LightGBM*; já para a tarefa de seleção, os *XGBoost*, *ExtraTreesClassifier*, *PCA* e *SFS*. A partir do ano 2000 somente esses algoritmos foram usados, pois executar todos os algoritmos disponíveis geraria um alto custo computacional.

## 7 | RESULTADO COMBINADO DE TODOS OS ANOS

Conforme a Figura 2, os resultados obtidos experimentalmente indicaram que, no período de 1998 a 2019 a taxa de acerto possível variou entre 69.2% e 89.0% com 10 características.

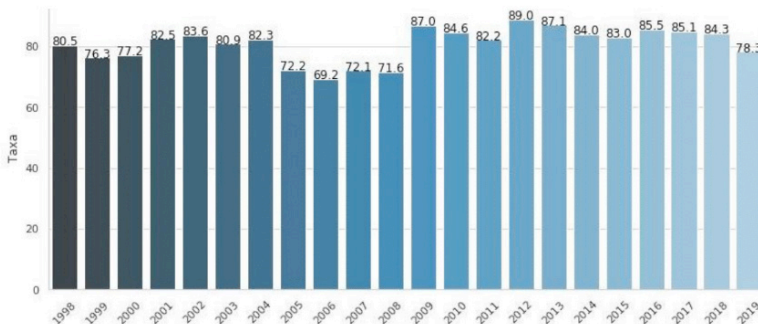


Figura 2: Taxa de acerto do experimento dos últimos 22 anos.

Em razão do grande número de características gerado pela busca efetuada nos 22 anos de exame, para elencar as mais relevantes em cada ano, optou-se por usar o atributo `feature_importances_` obtido a partir de uma execução em cada *dataset* com o *XGBoost* para indicar os 20 atributos considerados mais importantes. A partir da média do valor `feature_importances_`, permitiu-se indicar os atributos que em média foram mais relevantes para a atividade de classificação.

| Ranking | Descrição   | Anos   | Score Médio       |
|---------|---|--|-------------------|
| 1       | Língua Estrangeira  | 2016, 2018, 2019, 2011, 2012, 2013, 2014, 2010                         | 0,302309875       |
| 2       | Grau de importância quanto aos motivos que levaram a participar do ENEM Para Conseguir uma bolsa de estudos (ProUni, outras)          | 2010   | 0,280232          |
| 3       | O quanto você se interessa e acompanha: a política internacional  | 1999, 2000,  | 0,248994          |
| 4       | Se indicou indígena, qual(is) língua(s) você domina   | 2005, 2006, 2007, 2008   | 0,2179125         |
| 5       | Indique os motivos que levaram você a participar do ENEM: Conseguir uma bolsa de estudos (ProUni, outras).                            | 2015,2016, 2012, 2013, 2014  | 0,1878978         |
| 6       | Indique o que levou você a participar do ENEM: Conseguir uma bolsa de estudos (ProUni, outras)  | 2011   | 0,16978           |
| 7       | Você tem em sua casa? Microcomputador   | 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 | 0,160423333333333 |
| 8       | Fez curso de língua estrangeira   | 2009, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2013, 2010                         | 0,155758625       |
| 9       | Indique os cursos que você frequenta ou frequentou: Curso superior  | 2013, 2014, 2011, 2010   | 0,153418          |
| 10      | Em que tipo escola cursou ou está cursando o ensino médio (2º grau)   | 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2008, 2015, 2016, 2017, 2018, 1998 | 0,144833846153846 |
| 11      | Você considera que conhece suficientemente a atividade de trabalho Que você escolheu.   | 1999   | 0,129628          |
| 12      | O quanto você se interessa pela política dos outros países  | 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006                                     | 0,1238565         |
| 13      | Qual é a renda mensal de sua família? (Some a sua renda com a dos Seus familiares.)   | 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2010       | 0,1196753         |
| 14      | Sexo  | 2011, 2013, 2014, 2017, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008             | 0,11832           |
| 15      | Tem Acesso à Internet e quantos   | 2003, 2004, 2009, 2011   | 0,11703875        |
| 16      | Em que tipo de escola cursou o ensino fundamental (1º grau)   | 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2012                                     | 0,10934           |
| 17      | Durante o Ensino Fundamental, você abandonou os estudos e/ou Foi reprovado?   | 2015,2016  | 0,103279          |
| 18      | Em que turno cursou ou esta cursando o ensino médio (2º grau)   | 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 1998, 2005                               | 0,093806428571429 |
| 19      | Ao concluir o ensino médio (2º grau) o candidato do ENEM pretende fazer curso(s) profissionalizante(s) e me preparar para o trabalho. | 1999   | 0,087494          |
| 20      | Você tem em sua casa? Banheiro  | 2012   | 0,08709           |

Tabela 3: Ranking dos melhores atributos dos últimos 22 anos do Enem.

A Tabela 3 elencou os fatores mais importantes para os classificadores. O resultado seria diferente se fosse utilizado o fator de correlação como referência. Embora a correlação dos fatores com o resultado não seja o foco principal deste trabalho, é importante dizer que a renda familiar se tornou o fator de maior correlação com a definição do desempenho como baixo ou alto somente a partir de 2011. Na Tabela 4, considerou-se o maior fator de correlação que mais se aproxima de 1 positivo ou negativo.

Quanto ao algoritmo que permitiu a melhor classificação, o *XGBoost* destacou-se em quase todos os anos. Em média, foi possível obter a taxa de 80,85% de acerto, conforme a Tabela 5, o que proporcionou maior segurança para dizer que os fatores elencados na

Tabela 3 poderiam ser considerados relevantes. O melhor resultado foi o obtido com o *XGBoost* para o ano de 2012, tendo assertividade de 89%.

| Descrição  | Fator              | Ano  |
|--|--------------------|------|
| Tipo de escola que cursou o ensino médio (2º grau)   | 0,422846794455483  | 1998 |
| O quanto você se interessa e acompanha: a política internacional   | -0,32451507473847  | 1999 |
|  | -0,346604306461826 | 2000 |
| Em que tipo escola cursou ou está cursando o ensino médio (2º grau)  | 0,380182101996118  | 2001 |
| Tem Microcomputador e quantos  | -0,290258678805769 | 2002 |
| Está frequentando um curso profissionalizante  | 0,256403650140639  | 2003 |
| Até quando a mãe estudou   | 0,28581360289315   | 2004 |
| Se indicou indígena, qual(is) língua(s) você domina  | 0,249277195498918  | 2005 |
|  | 0,216173206398373  | 2006 |
|  | 0,219766219644129  | 2007 |
|  | 0,257849686576848  | 2008 |
| Até quando sua mãe estudou   | 0,218394601633761  | 2009 |
| Grau de importância quanto aos motivos que levaram a participar do ENEM para Conseguir uma bolsa de estudos (ProUni, outras) | -0,329040009597119 | 2010 |
| Qual é a renda mensal de sua família?<br>(Some a sua renda com a dos seus familiares.)                                       | 0,397946320171181  | 2011 |
|  | 0,410388728724133  | 2012 |
|  | 0,39844400990799   | 2013 |
|  | 0,401047691589809  | 2014 |
|  | 0,248671127151669  | 2015 |
|  | 0,404529502005125  | 2016 |
|  | 0,407309507632146  | 2017 |
|  | 0,410839404783366  | 2018 |
|  | 0,439258036363207  | 2019 |

Tabela 4: Maior fator de correlação de todos os anos do Enem.

Observa-se que a melhor combinação de algoritmos obtida no experimento foi o do *ExtraTreesClassifier* com o *XGBoost* para a classificação, em 8 anos, seguido do *XGBoost* para a classificação e seleção, em 7 anos, e do *SFS* com o *XGBoost*, em 4 anos. Entre os quatro métodos escolhidos para a seleção de atributos, o *PCA* é o seletor de atributos menos eficiente.

Utilizando o método de classificação supracitado, foi possível constatar que o que é perguntado aos candidatos no questionário de cada Enem influencia diretamente o resultado da classificação. Partindo dessa premissa, o questionário do exame de 2012 foi considerado o melhor estruturado de todas as edições, pois, no referido ano, foi possível obter a taxa de acerto de 88,97% executando o *XGBoost*.

Segundo a Tabela 5, corroborada pela Figura 3, o fator de classificação considerado mais importante para 2012 foi o tipo de escola que o estudante cursou o ensino fundamental. Uma possível justificativa para isso seria o fato de, na educação escolar brasileira, esse nível de ensino representar 3/4 dos estudos anteriores ao ingresso da maioria dos candidatos em algum curso de nível superior. Infelizmente tal informação não pôde ser coletada nas últimas edições do Enem, em virtude de seus respectivos questionários não contemplarem mais essa pergunta

| Importância | Fator     | Descrição   |
|-------------|-----------|---|
| 0.231240    | Q32       | Em que tipo de escola você cursou o Ensino Fundamental?   |
| 0.191640    | TP_LINGUA | Tipo de Língua Estrangeira  |
| 0.104269    | Q3        | Qual é a renda mensal de sua família? (Some a sua renda com a Dos seus familiares.)   |
| 0.087090    | Q21       | Você tem em sua casa? Banheiro  |
| 0.082882    | Q38       | Caso você ingresse no Ensino Superior privado pretende recorrer aos auxílios abaixo para custeio das mensalidades? Bolsa de estudos da empresa onde trabalho. |
| 0.076745    | Q10       | Você tem em sua casa? Microcomputador   |
| 0.064528    | Q30       | Quantos anos você levou para concluir o Ensino Fundamental?   |
| 0.061394    | Q16       | Você tem em sua casa? Telefone celular  |
| 0.050122    | Q28       | Indique os motivos que levaram você a participar do ENEM: Conseguir uma bolsa de estudos (ProUni, outras)   |
| 0.050088    | Q4        | Quantas pessoas moram em sua casa (incluindo você)?   |

Tabela 5: Melhores características para a classificação de 2012.

Em 2012, o desempenho do aluno foi considerado alto, se obteve média maior ou igual a 570,30 pontos. A partir das porcentagens da Tabela6, notou-se que somente 7,71% dos alunos que cursaram o ensino fundamental na rede pública conseguiram atingir notas acima de 570,30 pontos, ao passo que as alcançaram 45,92% dos que cursaram esse nível escolar na rede particular de ensino. Essa constatação provavelmente se aplica aos demais anos, pois o Brasil não avançou muito em termos de qualidade do ensino fundamental, que, conforme se averiguou neste estudo, foi o nível que fez toda a diferença para classificar o desempenho dos estudantes em alto ou baixo.

| Descrição  | Conceito | Quantidade | Porcentagem   |
|--|----------|------------|---------------|
| Somente em escola pública                              | Alto     | 336.782    | 7,71%         |
|  | Baixo    | 4.029.581  | <b>92,29%</b> |
| Maior parte em escola pública                          | Alto     | 78.548     | 17,75%        |
|  | Baixo    | 364.073    | <b>82,25%</b> |
| Somente em escola particular                           | Alto     | 338.140    | 45,92%        |
|  | Baixo    | 398.168    | <b>54,08%</b> |
| Maior parte em escola particular                       | Alto     | 68.270     | 28,17%        |
|  | Baixo    | 174.068    | <b>71,83%</b> |
| Somente em escola indígena                             | Alto     | 99         | 6,86%         |
|  | Baixo    | 1.345      | <b>93,14%</b> |
| Maior parte em escola indígena                         | Alto     | 55         | 7,97%         |
|  | Baixo    | 635        | <b>92,03%</b> |
| Somente em escola situada em comunidade quilombola.    | Alto     | 53         | 8,33%         |
|  | Baixo    | 583        | <b>91,67%</b> |
| Maior parte em escola situada em comunidade Quilombola | Alto     | 74         | 11,13%        |
|  | Baixo    | 591        | <b>88,87%</b> |

Tabela 6: Porcentagem de alunos cuja nota é considerada é baixo ou alto para 2012.

## 8 | CONCLUSÕES

A partir dos dados evidenciados nesta pesquisa, foi possível inferir que a redução da dimensionalidade do conjunto de características simplificou o estudo, pois diminuiu seu escopo, permitindo que se focasse no que é de fato relevante para avaliar o desempenho da maior parte dos estudantes brasileiros no ENEM.

Cumprido ressaltar que a consideração de um maior número de atributos não pressupõe necessariamente uma melhor classificação, pois alguns deles são redundantes e/ou irrelevantes para os resultados, conforme verificou-se em alguns classificadores pela variável *feature\_importance* e pelo ranking fornecido pelos algoritmos de seleção de atributos.

Foi possível perceber que alguns atributos considerados importantes nos experimentos foram removidos do questionário do Enem dos últimos anos, a exemplo dos dados relacionados ao ensino fundamental do estudante. Do ponto de vista educacional, observou-se que algumas informações retiradas eram mais relevantes que as que permaneceram no questionário.

Notou-se, ainda, que embora sejam computacionalmente menos onerosos, os métodos *filters* selecionam características menos eficientes para classificar os alunos quanto aos seus desempenhos no referido Exame.

Pelos resultados obtidos, mesmo que este estudo não tenha explorado muitos fatores para todos os anos e tenha executado os ensembles sem qualquer otimização, mostrou-se mais eficiente que os trabalhos analisados na literatura.

Verificou-se que a importância e a correlação dos atributos entre os anos analisados foram distintas. Após análise das Tabelas 3, 4 e 5, percebeu-se também que os fatores nelas descritos foram os que permitiram classificar melhor os alunos brasileiros de nível médio. Além disso, constatou-se a necessidade de uma reformulação no questionário a ser preenchido pelos estudantes, a fim de melhorar a acurácia do modelo de aprendizagem de máquina, pois, em 2019, foi possível obter apenas 78.3% de acerto contra 88.97% de 2012.

Diante de todo o exposto, o presente estudo pode servir de base para um trabalho futuro, pois provê subsídios para a realização de análises estatísticas acerca dos fatores evidenciados experimentalmente, bem como fornece meios para averiguar quais interações os fatores podem ter entre si, permitindo, assim, uma melhor compreensão dos atributos e arranjos que mais influenciam o desempenho dos estudantes no ENEM.

## REFERÊNCIAS

Adeodato, P. J. L., Santos Filho, M. M., & Rodrigues, R. L. (2014). Predição de desempenho de escolas privadas usando o ENEM como indicador de qualidade escolar. *Anais Do XXV Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação (SBIE 2014)*, 1(1), 891. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.891>

Albertini, M. K., & Backes, A. R. (2017). Visualization of Clusters in an Educational Data Set Based on Convex-Hull Shape Preservation Algorithm. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 31(02), 1750004.

Alves, R. D., Cechinel, C., & Queiroga, E. (2018). Predição do desempenho de Matemática e Suas Tecnologias do ENEM utilizando técnicas de Mineração De Dados. *Anais Dos Workshops Do Congresso Brasileiro de Informática Na Educação*, 7(1), 469.

Braga, L. C. C., & Drummond, I. N. (2016). Uma abordagem de mineração descritiva aplicada a dados abertos governamentais empregando a ferramenta R. *Anais Do Computer on the Beach (2016)*, 51–60. <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/acotb/article/view/10709>

COSTA, J. A. R., REIS, ; André L., SOUZA, ; Daniel C. L., CRISTINO, ; Kaessa G. S., M., ; Marcelo, AURELIANO, SOARES, ; Salles R., SANTOS, ; Thiago E., & SILVA, ; Yasmin V. S. (2017). *Técnicas de mineração de dados aplicadas em dados do enem 2015*. 2–5. <https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmch4/jcmch4/paper/viewFile/3406/2282>

Gomes, T., Gouveia, R., & Batista, M. (2017). Dados Educacionais Abertos: associações em dados dos inscritos do Exame Nacional do Ensino Médio. *Anais Do Workshop de Informática Na Escola*, 23(1), 895.

Ideas, N. (2019). *Desempenho das Instituições Brasileiras no ENEM: uma Abordagem Usando Mineração de Dados*. 106–113.

Lima, P. da S. N., Ambrósio, A. P. L., Ferreira, D. J., & Brancher, J. D. (2019). Análise de dados do Enade e Enem: uma revisão sistemática da literatura. *Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas)*, 24(1), 89–107.

Rf, S. A., & Mc, E. M. A. (2007). Estudos De Revisão Sistemática : Um Guia Para Síntese. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83–89. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>

Santos, A. T. B., Paulino, J., Silva, M. S., & Rego, L. (2020). Educational Data Mining: A Study on Socioeconomic Indicators in Education in INEP Database. In S. Borah, V. Emilia Balas, & Z. Polkowski (Eds.), *Advances in Data Science and Management* (pp. 51–65). Springer Singapore.

Silva, J. E. H., & Bernardino, H. S. (2019). *A Data Mining Approach Applied to the High School National Examination: Analysis of Aspects of Candidates to Brazilian Universities* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30241-2>

Simon, A., & Cazella, S. (2017). Mineração de Dados Educacionais nos Resultados do ENEM de 2015. *Anais Dos Workshops Do VI Congresso Brasileiro de Informática Na Educação (CBIE 2017)*, 1(Cbie), 754. <https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2017.754>

Staćzyk, U., & Jain, L. C. (2015). *Feature selection for data and pattern recognition*. Springer.

Stearns, B., Rangel, F., Firmino, F., Rangel, F., & Oliveira, J. (2017). Prevendo Desempenho dos Candidatos do ENEM Através de Dados Socioeconômicos. *Anais Do XXXVI Concurso de Trabalhos de Iniciação Científica Da SBC*.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

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

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

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

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

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

Artificial Intelligence 16, 60, 354, 355

### B

Blender 231, 236, 237

### C

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

Computational Vision 355, 356

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

Coronavírus 59, 60, 65

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

### D

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

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

Diagramas 115, 283, 284, 371, 372

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

### E

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

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

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

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

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

Estruturação de dados 194

## **F**

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

Fracture Mechanics 332, 334, 341

## **G**

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

Geração Fotovoltaica 12, 113, 115, 124, 125

## **I**

Image Processing 128, 130, 136, 356, 364

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

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

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

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

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

## **L**

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

## **M**

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

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

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

Metodologias Ativas 231, 232, 244

Mineração de dados 343, 344, 345, 354

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

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

Modelo distribuído 9, 11, 11, 14, 22

Modelo Numérico 259, 271

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

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



## **P**

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

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

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

## **R**

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

Rectilinear grids 13, 210, 212, 218, 227

Redes Neurais Artificiais 60, 62, 355, 364

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

## **S**

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

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

Sistema de controle 194, 290

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

Smartphone 90, 91, 94, 376

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

Sociedade Criativa 303, 304, 306, 308, 309

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

## **T**

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

TICs na Educação 85, 93

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

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

## **U**

Uncertainty Quantification 15, 332, 336, 341

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

394, 395, 396, 397, 398

## **V**

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

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

## **W**

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

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**






**ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2**

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

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

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