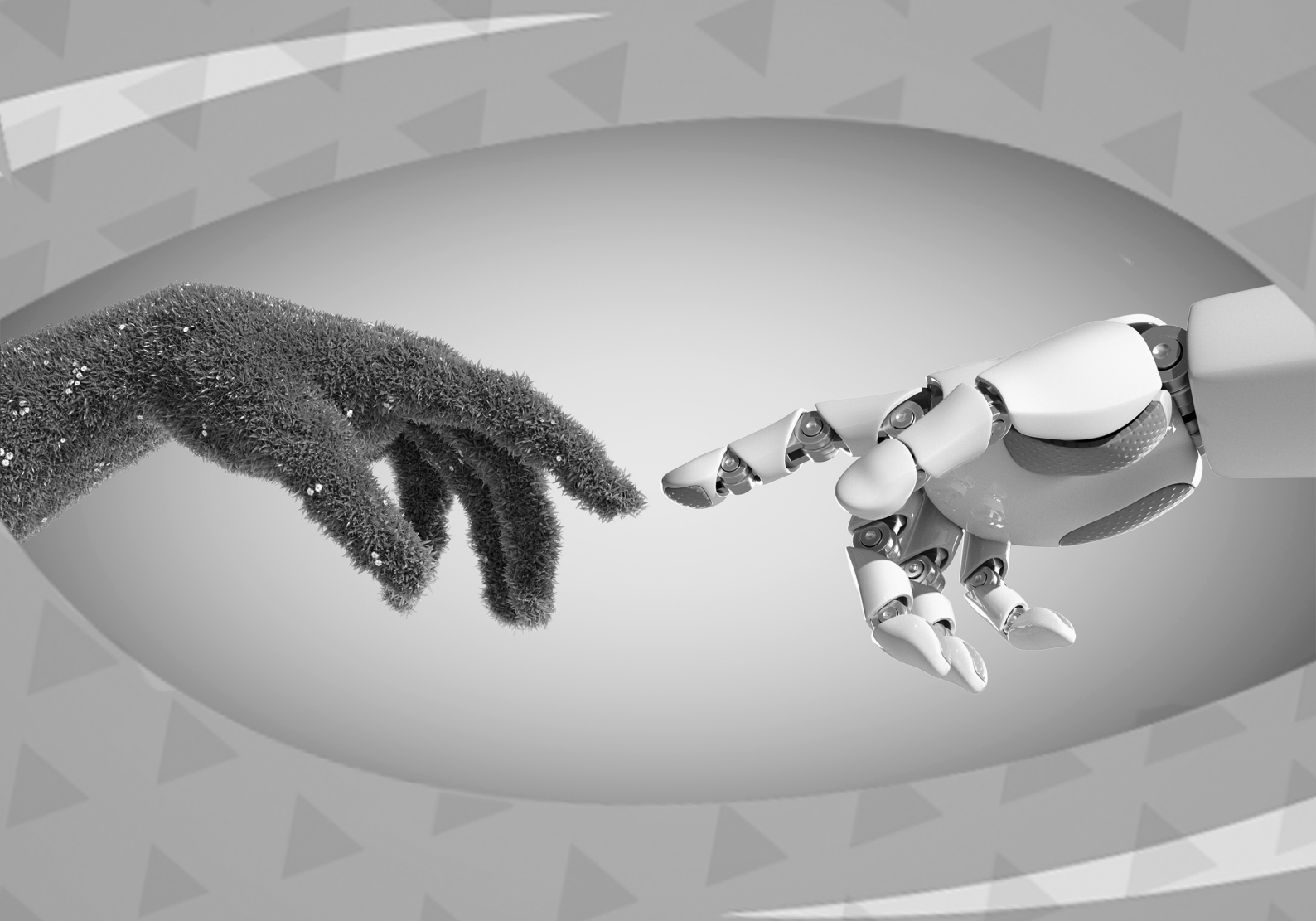


**Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio  
(Organizadores)**



# **As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5**

**Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio  
(Organizadores)**



# **As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Lorena Prestes

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
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. 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  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 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  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto



Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 5 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-087-2            DOI 10.22533/at.ed.872200806</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Tullio, Leonardo.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5” contempla vinte e um capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

Pesquisas na área de engenharia elétrica trazem informações sobre transmissão, geração de energia, bem como, pesquisas visando a sustentabilidade e eficiência energética.

São apresentados trabalhos referentes a robótica, demonstrando estudos sobre ferramentas que visam a construção de equipamentos que auxiliam as pessoas a executar determinadas atividades de forma autônoma.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre suas propriedades, o que permite a utilização em diversas áreas.

Estudos sobre urbanização, influência do vento na estrutura de edificações, conforto térmico e saneamento também são objetos desta obra.

Esperamos que esta obra promova ao leitor o desejo de desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que a sociedade vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade do meio ambiente e economia. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A EXPERIENCIA DA CHESF NA REPOTENCIAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS DA HIDRELÉTRICA PAULO AFONSO II	
Emmanuel Moura Reis Santos Edson Guedes da Costa Luiz Antônio Magnata	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
AVALIAÇÃO DO MODELO DE EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ADOTADO NO BRASIL DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE APRIMORAMENTO	
João Carlos de Oliveira Mello Evelina Maria de Almeida Neves Dalton Oliveira Camponês do Brasil Eduardo Nery Thais Prandini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
MEDIÇÕES DE CAMPO ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES DE CORRENTE CONTÍNUA – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE MEDIÇÃO PARA ATENDIMENTO AOS LIMITES DEFINIDOS PELA ANEEL	
Athanasio Mpalantinos Neto Carlos Ruy Nunez Barbosa Luís Adriano de Melo Cabral Domingues Paulo Roberto Gonçalves de Oliveira Rafael Monteiro da Cruz Silva Júlio César A. de Aguiar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO NO VIÉS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS PLANOS ENERGÉTICOS REFERENCIAIS DO SETOR ELÉTRICO DAS NAÇÕES	
Flavio Minoru Maruyama Andre Luiz Veiga Gimenes Luiz Claudio Ribeiro Galvão Miguel Edgar Morales Udaeta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
CONSTRUÇÃO DE TURBINA DE TESLA E VALIDAÇÃO DE MODELO TEÓRICO	
Lucas Vinicius Capistrano de Souza Leonardo Haerter dos Santos Jader Flores Schmidt Moises da Silva Pereira Agnaldo Rosso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008065</b>	



**CAPÍTULO 6 ..... 64**

DIMINUIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO COM A SUBSTITUIÇÃO DE BATERIAS POR SUPERCAPACITORES

Lourival Lippmann Junior  
Rafael Wagner  
Carlos Ademar Purim  
Francisco José Rocha de Santana

**DOI 10.22533/at.ed.8722008066**

**CAPÍTULO 7 ..... 75**

O FUTURO DAS TÉRMICAS NA MATRIZ BRASILEIRA – PRÁTICAS E FUNDAMENTOS

João Carlos de Oliveira Mello  
Thaís Melega Prandini  
Marcelo Ajzen  
Xisto Viera Filho  
Edmundo Pochman da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8722008067**

**CAPÍTULO 8 ..... 88**

UMA VISÃO DE MERCADO NA GESTÃO DE RISCOS DE CONSUMIDORES ELETROINTENSIVOS - MELHORES PRÁTICAS

João Carlos de Oliveira Mello  
Camila Câmara Lourenço  
Rodrigo Viana  
Rogério Catarinacho  
Nicolas Jardin Jr

**DOI 10.22533/at.ed.8722008068**

**CAPÍTULO 9 ..... 101**

CONTROLE SIMPLES E ROBUSTO PARA MANIPULADORES ROBÓTICOS ATRAVÉS DO MOVEIT

Kaike Wesley Reis  
Rebeca Tourinho Lima  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.8722008069**

**CAPÍTULO 10 ..... 109**

DOOGIE MOUSE: UMA PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA APLICAÇÃO DE ALGORITMOS INICIAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ROBÓTICA MÓVEL

Caio Alves Amaral  
Mateus dos Santos Meneses  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.87220080610**

**CAPÍTULO 11 ..... 118**

SEISMIC IMAGING USING FPGA APPLIED FOR REVERSE TIME MIGRATION

Joaquim Ranyere Santana de Oliveira  
João Carlos Nunes Bittencourt  
Deusdete Miranda Matos Junior  
Anderson Amorim do Nascimento  
Laue Rami Souza Costa de Jesus  
Georgina Gonzalez Rojas  
Rodrigo Carvalho Tutu  
Wagner Luiz Alves de Oliveira  
Silvano Moreira Junior

**DOI 10.22533/at.ed.87220080611**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

LOCALIZAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS EM AMBIENTE INTERNOS USANDO MARCOS FIDUCIAIS

Gabriel da Silva Santos  
Etevaldo Andrade Cardoso Neto  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.87220080612**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

AValiação de Nanopartículas de Amido como Aditivo a Lubrificantes

Matheus Gonçalves Leão de Oliveira  
Pollyana Grazielle Luz da Rocha  
Paulo Vitor França Lemos  
Denilson de Jesus Assis  
Adelson Ribeiro de Almeida Júnior  
Janina Betânia Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.87220080613**

**CAPÍTULO 14 ..... 146**

UTILIZAÇÃO DE COATINGS DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES (*Solanum lycopersicum*)

Luciano Pighinelli  
Anderson Rockenbach  
Pamela Persson  
Renata Cardoso Pospichil

**DOI 10.22533/at.ed.87220080614**

**CAPÍTULO 15 ..... 156**

ANÁLISE METALOGRAFICA DA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO AISI 1050 USADO NA HASTE DE DIREÇÃO DE UMA MÁQUINA AGRÍCOLA DA SÉRIE 8R

Vagner dos Anjos Costa  
Fábio Santos de Oliveira  
Sílvia Leonardo Valença  
Gabriela Oliveira Valença  
Paulo Henrique de Souza Viana  
João Vítor Chaves Cordeiro

**DOI 10.22533/at.ed.87220080615**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>165</b>
EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE	
<a href="#">Petronio Silva de Oliveira</a> <a href="#">José Laécio de Moraes</a> <a href="#">Francisco Evanildo Simão da Silva</a> <a href="#">Francisco Thiciano Rodrigues de Assis</a> <a href="#">Edyeleen Mascarenhas de Lima</a> <a href="#">Anderson Lima dos Santos</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>176</b>
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO LUCAIA, SALVADOR-BA	
<a href="#">José Orlando Oliveira Moura Júnior</a> <a href="#">Nicole Caroline B. Santos Xavier</a> <a href="#">Thayna Santana de Lima</a> <a href="#">Alexandre Boleira Lopo</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>182</b>
QUALIDADES DO URBANO	
<a href="#">Franklin Soldati</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>199</b>
ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE CONFORTO TÉRMICO E DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM UNIDADE DE SAÚDE	
<a href="#">Gabriela Regina Rosa Galiassi</a> <a href="#">Ana Clara Alves Justi</a> <a href="#">Gabriel Henrique Justi</a> <a href="#">Maribel Valverde Ramirez</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080619</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>215</b>
ANÁLISE DE VIBRAÇÕES INDUZIDAS PELO VENTO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	
<a href="#">Neilton dos Santos Seguins Costa</a> <a href="#">Vilson Souza Pereira</a> <a href="#">Dalmo Inácio Galdez Costa</a> <a href="#">Paulo César de Oliveira Queiroz</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080620</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>226</b>
TRANSPORTE DE CROMO (CR <sup>+3</sup> ) E NÍQUEL (NI <sup>+2</sup> ) EM CAMADA DE SOLO COMPACTADA	
<a href="#">Leonardo Ramos da Silveira</a> <a href="#">Newton Moreira de Souza</a> <a href="#">André Luis Brasil Cavalcante</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080621</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>241</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>242</b>

## DOOGIE MOUSE: UMA PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA APLICAÇÃO DE ALGORITMOS INICIAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ROBÓTICA MÓVEL

Data de aceite: 02/06/2020  
Data de submissão: 04/02/2020

### Caio Alves Amaral

Centro Universitário SENAI Cimatec  
Salvador – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/7666973722456785>

### Mateus dos Santos Meneses

Centro Universitário SENAI Cimatec  
Salvador – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/5755523863312144>

### Marco Antonio dos Reis

Centro Universitário SENAI Cimatec  
Salvador – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/5861154602467728>

**RESUMO:** Um estudo realizado no Brasil sobre o atual cenário de pesquisas na robótica demonstra que 53,48% dos robôs usados em pesquisas nacionais são construídos no país. Assim, para que pesquisadores eliminem a etapa de projeto de um novo robô em cada nova pesquisa, este trabalho busca realizar a concepção de uma plataforma *open source* do tipo micromouse, utilizando o *framework* ROS e o simulador Gazebo, em que conceitos primários de inteligência artificial podem ser aplicados. Para isso, foi formulado um *benchmarking* e,

por conseguinte, foi elaborada a arquitetura geral e eletrônica e idealizado o modelo mecânico do Doogie Mouse. Os resultados preliminares da simulação expressaram como o tipo de malha do modelo mecânico influenciam na estabilidade e realidade da simulação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Open source, ROS, Inteligência Artificial, Robótica Móvel, Micromouse.

DOOGIE MOUSE: AN OPEN SOURCE PLATFORM TO APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INITIAL ALGORITHMS ON MOBILE ROBOTIC

**ABSTRACT:** A survey carried in Brazil about the current research scenario in robotics shows that 53,48% of the robots used in national research are built in the country. Thus, for researchers to eliminate the design stage of a new robot in each new research, this work seeks to realize the design of an open source micromouse platform, using the ROS framework and the Gazebo simulator, whereby primary concepts of artificial intelligence can be applied. For this purpose, was made a benchmarking and, as consequence, the general and electronic architecture were elaborated and the mechanic model of the Doogie Mouse designed. Preliminary simulation results

expressed how the mesh type of the mechanical model influences the stability and reality of the simulation.

**KEYWORDS:** Open source, ROS, Artificial Intelligence, Mobile Robotic, Micromouse.

## 1 | INTRODUÇÃO

As aplicações em IA (Inteligência Artificial) tem crescido nos últimos anos (LI, 2018; PENSTEIN, 2017). Entre tantas aplicações, a IA tem sido bastante utilizada na construção de soluções dentro da robótica móvel, seja a partir de mecanismo de reconhecimento do ambiente em que está inserido o robô (NASCIMENTO, 2018; ALCANTARA, 2018), ou mesmo através do planejamento de trajetórias de movimento.

A competição Micromouse realizada pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) faz uso de alguma dessas soluções, na qual um robô diferencial é posto na entrada de um labirinto e deve encontrar uma determinada posição final a partir de seus algoritmos de inteligência no menor tempo possível.

Este trabalho, portanto, propõe a concepção de uma plataforma *open source* do tipo micromouse (KIBLER et al., 2011), permitindo o desenvolvimento de aplicações de conceitos primários de inteligência artificial, sobre forma de algoritmos de busca em plataformas móveis. A integração entre a inteligência artificial e a plataforma móvel será intermediada pelo *Robot Operating System* (ROS), um dos mais utilizados *frameworks* de robótica (TELLEZ; 2019), assim, permitindo o uso de sua vasta biblioteca de pacotes *open source* produzidos por sua comunidade de usuários, reduzindo o tempo gasto “reinventando a roda” ao utilizar-se de ferramentas já disponíveis no *framework* (TELLEZ; 2019). Além disso, o ROS possui integração com o ambiente de simulação Gazebo (KOENIG; HOWARD, 2004), que será utilizado para a concepção do robô (e de seus algoritmos de controle, navegação e percepção) e na realização de testes dentro do ambiente que serão confrontados futuramente com os testes realizados com o protótipo físico.

Assim, propõe-se uma solução para o atual cenário de pesquisas na robótica realizadas no Brasil, no qual 53,48% dos robôs usados em pesquisas nacionais são construídos no país, devido aos altos custos na importação das plataformas de robótica disponíveis no mercado (NETO et al., 2015). A plataforma robótica permitirá aos pesquisadores um maior foco em aplicações e soluções na robótica, ao eliminar a etapa de projeto de um novo robô e de sua interface de comunicação em cada nova pesquisa, contribuindo com o crescimento tecnológico e tornando o desenvolvimento da robótica mais acessível no país.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

A priori, este robô faz parte de um trabalho multidisciplinar de conclusão de curso de graduação que utiliza a metodologia TheoPrax, envolvendo alunos de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica. Assim, os tópicos subsequentes descrevem como a plataforma foi projetada, explorando a arquitetura geral do sistema, seu modelo



mecânico e sua arquitetura eletrônica.

## 2.1 Matriz de Comparação

Ao início do projeto, foi realizado um *benchmarking* visando comparar o que já existia dentro do estado da arte dos micromouse. Através dele, montou-se uma matriz de comparação de forma a quantificar atributos considerados mais significativos para o robô. Levou-se em conta, portanto, a existência da documentação disponível e seu nível de clareza; o uso de algum *framework* de robótica; se faz uso ou suporta algum ambiente de simulação; diversidade de linguagens que a plataforma pode ser programada; como é realizada a interface do usuário; quantidade de diferentes sensores e se a plataforma é expansível, podendo acrescentar a ela outros recursos (seja em *hardware* ou em *software*).

Área	Peso	GreenGiant	Kumamoto National College	Smartmouse	WolfieMouse	Raspberry Pi Mouse V2
Documentação	1	0,5	2	1	2	2,5
Framework de Robótica	1	0	0	0	0	2
Ambiente de Simulação	0,8	0	0	2	1	3
Linguagens de Programação	0,5	1	1	2	2	2
Interface do Usuário	0,5	3	1	1	2	3
Sensores	0,5	2	1	1	3	1
Expansível	0,8	1	0	0	0	1
	<b>Somatório:</b>	<b>4,3</b>	<b>3,5</b>	<b>4,6</b>	<b>6,3</b>	<b>10,5</b>

Tabela 1. Matriz de Comparação

Assim, mapeou-se 5 principais modelos concorrentes, conforme visto na Tabela 1. O

modelo que possui maior nível de detalhamento e mais pontuou em relação a todas as áreas foi o Raspberry Pi Mouse V2. Contudo, toda a documentação desse projeto encontra-se em língua japonesa, sendo inacessível à maior parte do público.

A partir disso, pode-se levantar requisitos para que o projeto do Doogie Mouse contemple seu objetivo. Observou-se que existe uma falta generalizada de documentação acessível dos projetos e pouco uso dos *frameworks* de robótica e de ambientes de simulação. O próprio Raspberry Pi Mouse V2, mesmo sendo capaz de rodar em ambiente de simulação Gazebo a partir do ROS, não possui nenhum modelo de labirinto ou qualquer cenário em que se possa simular o robô, nem possui exemplos de implementação de algoritmos de busca. Portanto, essas funções deverão estar disponíveis no modelo final do Doogie Mouse.

## 2.2 Arquitetura Geral

Inicialmente, foi elaborada uma arquitetura geral, expressa na Figura 1, para demonstrar de forma macro o funcionamento do Doogie Mouse. Embora não explicitado neste diagrama, o robô possui uma unidade central de processamento responsável pelo seu controle. Diante disso, foi especificado para essa função o microcomputador Raspberry PI Zero W.

Conforme Figura 1, o usuário pode interagir com o sistema de controle de três modos: acessando o robô remotamente utilizando o protocolo de rede *Secure Shell* (SSH) sobre uma rede *Ethernet* sem fio; percebendo alertas sonoros emitidos por um *Buzzer*; interagindo fisicamente através de dois botões momentâneos (*push button*). Para a mobilidade, foram escolhidos dois micromotores de corrente contínua com caixa de redução modelo HP-6V que são acionados por um *driver* de potência com dois canais independentes, também conhecido como ponte H. O dispositivo selecionado para o acionamento dos motores foi o TB6612FNG. Já para fornecer informações (posição, orientação e velocidade) para o controle de trajetória da plataforma, foram especificados dois sensores: um par de encoder magnético com sensores de efeito *hall* TLE4946-2K e uma *Inertial Measurement Unit* (IMU) MPU6050. Do mesmo modo, para orientar o sistema de controle nas tomadas de decisões de movimentação, foi adotado sensores ópticos reflexivos compostos por um *Light Emitter Diode* (LED) infravermelho (emissor) e um fototransistor (receptor). Os componentes escolhidos para isso foram o SFH4545 e o TFT4300 respectivamente.

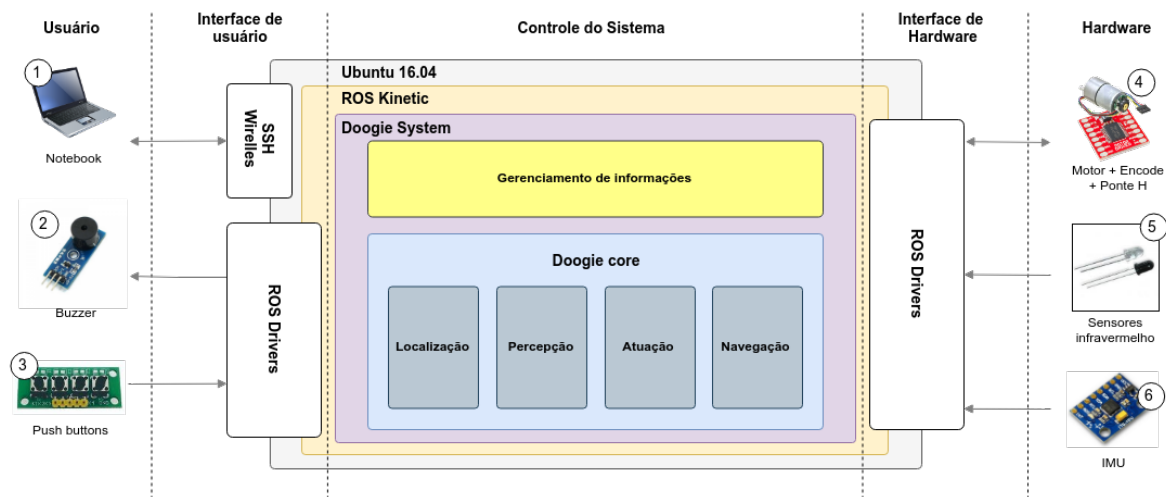


Figura 1: Arquitetura geral do Doogie Mouse

Por fim, para o controle do sistema, foi definida a utilização do *framework* ROS versão Kinetic Kame e o sistema operacional Ubuntu 16.04, ambos instalados na Raspberry Pi. Dessa forma, foram estabelecidos 4 módulos vinculados ao ROS que compõem o núcleo do robô: localização, que dispõe a célula do labirinto onde o robô se encontra; percepção, que fornece informações das paredes existentes em volta da plataforma; atuação, responsável pelo acionamento e controle dos motores; navegação, cujo o objetivo é escolher o caminho ótimo de movimentação, utilizando algoritmos introdutórios de inteligência artificial como busca em largura (KIBLER et al., 2011), busca em profundidade (KOENIG; HOWARD, 2004), *Flood Fill* (RUSSELL, 2013; TJIHARJADI; SETIAWAN, 2016) e *A\** (TJIHARJADI; WIJAYA; SETIAWAN, 2017). Ademais, a modularidade do sistema permite que o desenvolvedor implemente outros algoritmos de inteligência. Por conseguinte, o módulo Gerenciamento de Informações atua como um interlocutor entre o ROS e o usuário. Esses módulos são interfaceados através de ROS *drivers*, realizando conversões de protocolos de comunicação e comandos de controle em dados reconhecidos pelo ambiente ROS.

## 2.3 Modelo Mecânico

Para o design do robô, foi utilizado como um ponto de partida o TON-BOT V1.1, plataforma desenvolvida pela Ioton Technology (IOTON, 2019). Além disso, uma vez que o robô a ser desenvolvido é do tipo micromouse, ele deve ter suas dimensões não superiores a uma seção retangular de 25 x 25 cm (KIBLER et al., 2011).

A partir dessas premissas e da análise feita na subseção 3.1, buscou-se um design mecânico simples e de maior leveza. Dessa forma, será utilizado como *frame* do robô as próprias PCB, buscando posicionar suas rodas de forma a mantê-las alinhadas ao centro de massa de todo o conjunto mecânico. Para tanto, uma modelagem em CAD inicialmente foi realizada através de ferramenta Solidworks, buscando iterativamente a melhor disposição de seus elementos físicos (rodas, sensores e demais componentes eletrônicos das placas). O modelo mecânico final pode ser visualizado na Figura 2.

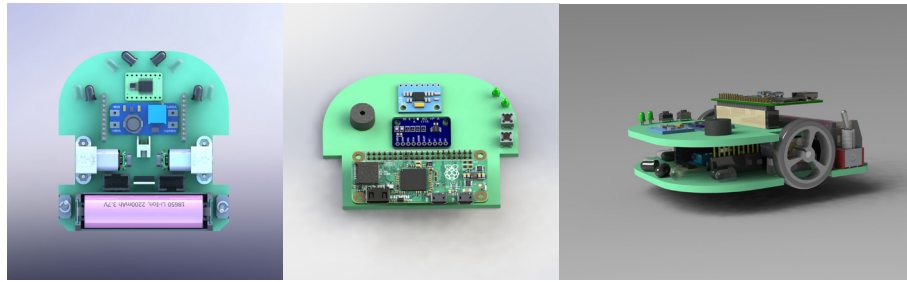


Figura 2. Arquitetura geral do Doogie Mouse

Da esquerda para direita visualiza-se as placas inferior, superior além do modelo do robô visto em perspectiva. A placa inferior possui 98 mm de comprimento e 92,90 mm de largura, enquanto a placa superior possui 75 mm de comprimento e 92,90 mm de largura. Foi necessário o uso de duas placas para melhor adequação dos componentes eletrônicos sem atrapalhar eventuais manutenções no dispositivo nem dificultar sua montagem.

## 2.4 Eletrônica

Com intuito de facilitar a replicação do robô por usuários que queiram utilizá-lo, optou-se pelo uso de *breakout boards*, que são placas eletrônicas pré-montadas. O Doogie possui seis *breakout boards*: dois conversores de tensão DC-DC, modelos MT3608 e U1V10F5, um conversor Analógico/Digital (A/D) ADS1115, uma IMU, um multiplexador analógico 74HC4051 e uma ponte H. Os demais componentes como resistores, transistores, LEDs infravermelho, fototransistores e conectores, são soldados diretamente na Placa de Circuito Impresso (PCI). Esses componentes foram distribuídos nas PCIs superior e inferior do robô, conforme Figura 2. A fim de fornecer energia elétrica para esses componentes, foi especificado uma bateria do tipo Li-Ion modelo 18650 com tensão nominal igual à 3,6 V. A arquitetura elétrica na Figura 3 demonstra como esses componentes descritos estão interligados eletricamente. A propósito de melhor visualização, o referencial de tensão (*Ground - GND*) foi omitido.

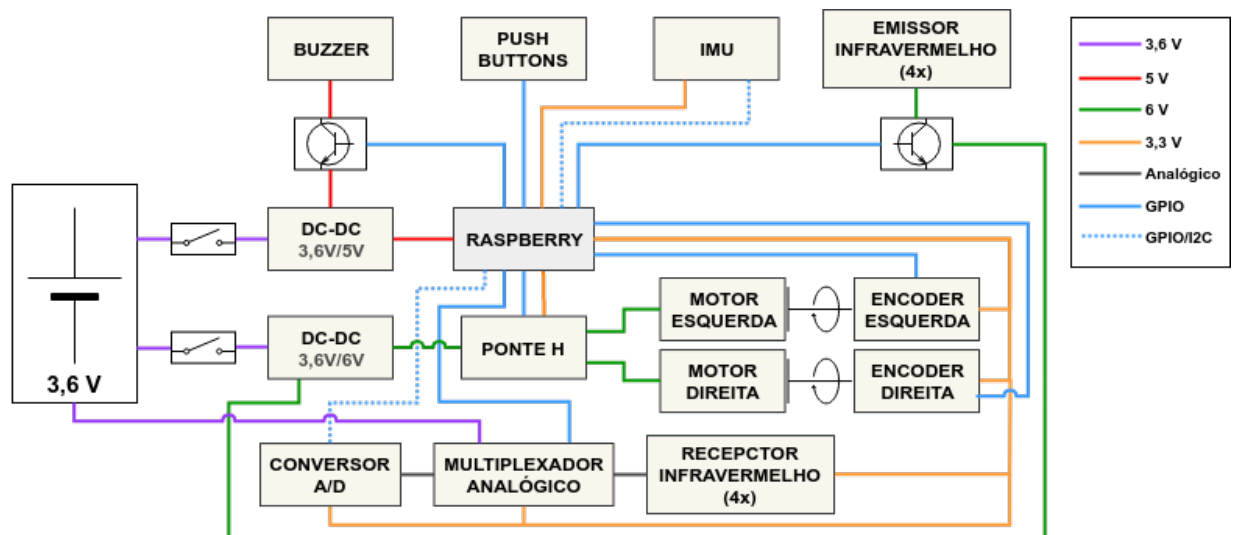


Figura 3. Representação elétrica do Doogie Mouse

### 3 | RESULTADOS PRELIMINARES

A simulação foi realizada no Gazebo 7.0.0, a partir do ROS através de suas bibliotecas do `ros_control` em um Inspiron 15 7548. Para o melhor uso do ambiente, tanto o FPS quanto o *Real Time Factor* foram levados em conta, para uma visualização pelo desenvolvedor mais estável e realista, respectivamente. Diante disso, foi necessário realizar simplificações na malha do robô para maior fluidez da simulação, suprimindo alguns dos elementos presentes no modelo mecânico. A fim de atingir o maior valor de FPS e um *Real Time Factor* mais próximo de um, utilizou-se de testes iterativos, avaliando como o número de faces das malhas afetam a simulação. Uma vez que o Gazebo possui tanto malhas para efeito visual quanto malhas de “*collision box*” (o envoltório do robô capaz de simular contato físico com outros objetos dentro da simulação), os dois foram incluídos no teste. Além disso, comparou-se a simulação com o uso de malhas carregadas a partir de arquivos COLLADA com as carregadas a partir de STL.



	Visual (Faces)	Colisão (Faces)	FPS	Real Time Factor
Doogie_lite_dae	70.410	70.410	~1,5	0,35
Doogie_real_dae	1.091.337	1.091.337	~0,6	0,03
Doogie_lite_stl	70.398	70.398	~4.2	0,33

Tabela 2. Comparativo entre malhas carregadas no Gazebo

	Visual (Faces)	Colisão (Faces)	FPS	Real Time Factor
Doogie_lite_dae	70.410	6	~8,0	0,52
Doogie_real_dae	1.091.337	6	~3,5	0,52

Tabela 3. Comparativo com simplificação da malha de colisão

Os testes foram realizados em um Dell Inspiron 15 7548, com o Ubuntu Xenial (16.04 LTS) e ROS Kinetic. Através deles, conforme a Tabela 2, é evidente como é essencial a simplificação da malha de colisão. Sem nenhum tipo de otimização, a taxa de quadros do Gazebo chega a 0,6 FPS, com a versão mais completa do robô (idêntico ao modelo mecânico gerado no SolidWorks), enquanto que quando a *collision box* é simplificada como um prisma de 6 faces, sua taxa de quadros aumenta em quase 6 vezes, atingindo uma média de 3,5 FPS.

Quanto a diferença entre as malhas em STL e COLLADA, nota-se uma melhora no número de quadros por segundo com o uso do formato STL: 4,2 FPS contra 1,5 FPS. Por outro lado, o Real Time Factor entre COLLADA e STL não diferiram significativamente: 0,35 e 0,33 respectivamente. Os resultados possivelmente são decorrentes da existência de menos arestas na malha, exigindo menor poder computacional para a simulação.

## 4 | CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um robô *open source*, explicando como uma plataforma baseada na competição Micromouse foi projetada utilizando novas concepções de construção como o uso do *framework* ROS, da Raspberry PI Zero W e da ferramenta de simulação Gazebo. Os resultados preliminares apontam uma melhor otimização da simulação ao se reduzir o número de faces presentes nas malhas renderizadas na simulação, atingindo na melhor configuração, 8,0 FPS com o Real Time Factor de 0,52. Posteriormente, um labirinto também será gerado no Gazebo, utilizando uma configuração de malha semelhante a obtida nos resultados, e a partir disso serão simulados os algoritmos de busca dentro da simulação. Além disso, como próximo passo para a concepção do Doogie Mouse, será realizada a montagem do protótipo e, conseqüentemente, os testes

em um labirinto físico. Assim, poderão ser confrontados os resultados em simulação e em ambiente real, verificando a acurácia da simulação. Ademais, por se tratar de um projeto *open source*, todos os documentos de hardware e software bem como um guia do usuário, estarão disponíveis para que o projeto possa ser replicado por estudantes e pesquisadores que queiram utilizar a plataforma.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, Pedro. **Classificação de Obstáculos Baseada no Classificador k-Nearest Neighbors Aplicada a um Robô de Inspeção de Linha de Transmissão**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2018. Disponível em: <http://www.pggee.eng.ufba.br/teses/cb28211baf41ec8222af61ab8a6d05a9.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2019.

IOTON Technologie. Disponível em: <https://github.com/iotontech>. Acesso em 17 ago. 2019.

KIBLER, S. G. *et al.* IEEE Micromouse for mechHistoryatronics research and education. **2011 IEEE International Conference on Mechatronics, ICM 2011 - Proceedings**, p. 887–892, 2011.

KOENIG, N.; HOWARD, A. Design and use paradigms for Gazebo, an open-source multi-robot simulator. **2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)**, Los Angeles, v. 3, p. 2149-2154, 28 set. 2004. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1389727>. Acesso em: 17 ago. 2019.

LI, Yangyuan. **Stable Modeling on Resource Usage Parameters of MapReduce Application**. Brain, Budapeste, v. 9, n. 2, p. 45-62, 1 maio 2018. DOI 10.5281/zenodo.1245887. Disponível em: <https://zenodo.org/record/1245887#.XVsH-3VKi00>. Acesso em: 17 ago. 2019.

**NASCIMENTO, Matheus. Detecção e classificação de obstáculos para robô de inspeção de linhas de transmissão**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Faculdade Área 1, Salvador, 2018.

NETO, R. P. *et al.* Robótica na educação: Uma revisão sistemática dos Últimos 10 anos. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, n. XXVI, p. 8, 2015.

PENSTEIN, C. R. **A social spin on language analysis**. Nature, Pittsburgh, n. 545, p. 166-167, 10 maio 2017. Disponível em: <https://www-nature.ez148.periodicos.capes.gov.br/articles/545166a#notes>. Acesso em: 17 ago. 2019.

RUSSELL, Stuart. **Inteligência artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. xxi, 988 p. ISBN 9788535237016.

**TELLEZ, Ricardo. A History of ROS (Robot Operating System)**. [S. l.], 9 jul. 2019. Disponível em: <http://www.theconstructsim.com/history-ros/>. Acesso em: 11 ago. 2019.

TJIHARJADI, S.; SETIAWAN, E. Design and implementation of a path finding robot using flood fill algorithm. **International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, v. 5, n. 3, p. 180–185, 2016.

TJIHARJADI, S.; WIJAYA, M. C.; SETIAWAN, E. Optimization maze robot using A\* and flood fill algorithm. **International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research**, v. 6, n. 5, p. 366–372, 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Biopolímeros 137, 146, 147

### C

Coatings 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155

Coeficiente de atrito 136, 137, 141, 144

Cogeração 50, 51, 90

Competitividade 77, 78, 81, 85, 86, 88, 94, 99

Computação verde 119

### D

Desenvolvimento sustentável 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 168

Desperdício 146, 147, 167

### E

Efluente líquido 165, 174

Energia 9, 1, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 35, 38, 39, 49, 50, 51, 52, 58, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 114, 119, 167, 217, 230, 231

Expansão da geração 15, 18, 75, 76, 85

### F

FPGA 12, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126

### G

Galvanoplastia 165, 166, 167, 168, 175

Geração 9, 1, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 49, 50, 51, 60, 62, 69, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 167, 168, 184, 188

Gerador 1, 2, 5, 6, 9, 10, 47, 58, 76

### H

Hidrelétrica 1, 10, 79

### I

Inteligência artificial 109, 110, 113

### L

Leilões de transmissão 11, 15, 16, 17, 19, 21

Localização 12, 17, 30, 85, 87, 113, 127, 128, 127, 128, 133, 134, 171, 178, 202

### M

Manipulador-H 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

Manutenção 6, 8, 10, 12, 21, 41, 51, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 76, 152, 158, 167, 185, 188, 189, 192  
Marcos fiduciais 127, 128, 129, 134  
Melhores práticas 77, 88, 89, 91, 100  
Mercado Livre 88, 99, 100  
Metalografia 156, 158, 159, 160  
Micromouse 109, 110, 111, 113, 166, 117  
Microscopia óptica 156  
Migração Sísmica 119  
Movelt 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

## **N**

Nanolubrificante 136, 139, 141  
Nanopartículas de amido 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144

## **O**

Open source 109, 110, 129  
Oportunidades 11, 13, 75, 88, 90, 95, 97, 134, 187

## **P**

PIR 35, 36, 37, 46, 47, 48  
Planejamento energético 35, 36, 38, 44, 46, 47, 48  
Project Finance 11

## **Q**

Qitosana 146, 147, 148, 149, 150, 152

## **R**

Rendimento 49, 50, 52, 53, 58, 60, 61  
Repotenciação 1, 3, 8, 9, 10  
Risco 4, 15, 51, 67, 76, 79, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 95, 97, 99, 228  
Robótica 9, 101, 102, 103, 107, 109, 110, 111, 112, 117, 127, 128, 135  
Robótica móvel 110, 109, 128  
ROS 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 129  
RTM 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

## **S**

Setor elétrico 11, 13, 15, 22, 24, 29, 35, 36, 41, 45, 47, 75, 76, 77, 85, 98, 99  
Simulação 17, 25, 34, 93, 94, 95, 96, 104, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 127, 129, 130, 132, 216, 226  
Smart Grid 64, 70  
Supercapacitor 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74  
Supercomputação 119  
Sustentabilidade 9, 64, 99

## T

Taxa de desgaste 136, 139, 143, 144

Térmicas 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 96, 209, 214

Tratamento 38, 128, 158, 156, 160, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 180, 229

Turbina de Tesla 49, 50, 51, 52, 60, 62



 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**