

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

3

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro  
(Organizadores)

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 3

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro  
(Organizadores)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**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.



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

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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Alfnas

### **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 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

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Vanessa 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. 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
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 – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
 Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** João Dallamuta  
 Henrique Ajuz Holzmann  
 Rennan Otavio Kanashiro

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

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar 3 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-65-5706-893-9  
 DOI 10.22533/at.ed.939211603

1. Engenharia. I. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Kanashiro, Rennan Otavio (Organizador). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
 Telephone: +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.

## APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Rennan Otavio Kanashiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **SUMARIZAÇÃO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO DE TIPO MILITAR NO BRASIL PARA ADAPTÁ-LO A PRODUTOS ESPACIAIS**

Daniel Rondon Pleffken

Marcelo Lopes de Oliveira e Souza

**DOI 10.22533/at.ed.9392116031**

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE PROBABILÍSTICA DE SEGURANÇA NO LICENCIAMENTO DE CENTRAIS NUCLEARES EM ÂMBITO NACIONAL E MUNDIAL**

Jônatas Franco Campos da Mata

Amir Zacarias Mesquita

Bárbara Luísa Nunes Pereira Mendes

Bianca dos Santos Vales

Eliane Alves Souza

Emanuel Henrique Alves Azevedo

Enis de Campos Maciel Sobrinho

Ianca Alberta Caires Vieira

Jackson Ramon Silva Alcântara

Luiza Souza Vilane

Matheus Jesus Soares

Pedro Henrique Gomes do Nascimento

Thalles Rômulo Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.9392116032**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **PROPOSTA DE UM CUBESAT UNIVERSITÁRIO PARA DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS ESPACIAIS NACIONAIS**

Eduardo Henrique da Silva

João Luiz Dallamuta Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.9392116033**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO NA LOCALIZAÇÃO DE UM TERMINAL PORTUÁRIO PARA O CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA – MA**

Michelle Carvalho Galvão da Silva Pinto Bandeira

Marcelo Xavier Guterres

Anderson Ribeiro Correia

Paulo Cesar Marques Doval

**DOI 10.22533/at.ed.9392116034**

### **CAPÍTULO 5..... 46**

#### **TWO-PHASE TANK EMPTYING AND BURNBACK COUPLED INTERNAL BALLISTICS PREDICTION ON HYBRID ROCKET MOTORS**

Maurício Sá Gontijo

Renato de Brito do Nascimento Filho

**DOI 10.22533/at.ed.9392116035**

**CAPÍTULO 6.....57**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO CABO COBERTO DUPLA CAMADA NAS REDES COMPACTAS DA CEMIG D: GESTÃO EFICIENTE DO ATIVO – CAPEX/OPEX**

Edmilson José Dias

Willian Alves de Souza

Fabio Lelis dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.9392116036**

**CAPÍTULO 7.....77**

**ANÁLISE DA SEGURANÇA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE TEÓFILO OTONI-MG**

Nadson Coimbra Amaral

Keytiane Iolanda Moura

**DOI 10.22533/at.ed.9392116037**

**CAPÍTULO 8.....87**

**A MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO E OS SEUS REQUISITOS MÍNIMOS REGULATÓRIOS**

Tito Ricardo Vaz da Costa

Isabela Sales Vieira

Thompson Sobreira Rolim Júnior

Felipe Gabriel Guimarães de Sousa

Saulo Rabelo de Martins Custódio

José Moisés Machado da Silva

Clarissa Melo Lima

**DOI 10.22533/at.ed.9392116038**

**CAPÍTULO 9.....99**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ARTICULADA PARA SIMULAÇÃO DE MOVIMENTO DE VEÍCULO AUTOMOTOR**

Douglas Lucas dos Reis

João Vitor da Costa da Silva

Diego Tiburcio Fabre

Périson Pavei Uggioni

**DOI 10.22533/at.ed.9392116039**

**CAPÍTULO 10.....112**

**MÉTODO HÍBRIDO PARA DETECÇÃO E REMOÇÃO DE SOMBRAS EM IMAGENS**

Marcos Batista Figueredo

Eugenio Rocha Silva Junior

**DOI 10.22533/at.ed.93921160310**

**CAPÍTULO 11.....120**

**MELHORIAS NO DESEMPENHO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA VIA PEQUENAS MUDANÇAS NO FLUXO DE CARGA CONTINUADO BASEADO NO PLANO**

## DETERMINADO PELAS VARIÁVEIS ÂNGULO E MAGNITUDE DA TENSÃO

Alfredo Bonini Neto  
Jhonatan Cabrera Piazentin  
Cristina Coutinho de Oliveira  
Dilson Amancio Alves

**DOI 10.22533/at.ed.93921160311**

## **CAPÍTULO 12..... 136**

### UMA REVISÃO SOBRE AS TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DE SINAL E CLASSIFICADORES INTELIGENTES UTILIZADOS PARA A DETECÇÃO DE ILHAMENTO NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Viviane Barrozo da Silva  
Ghendy Cardoso Júnior  
Gustavo Marchesan  
Júlio Cesar Ribeiro  
Júlio Sancho Linhares Teixeira Militão  
Hebert Sancho Linhares Garcez Militão  
Paulo de Tarso Carvalho de Oliveira  
Inarê Roberto Rodrigues Poeta e Silva

**DOI 10.22533/at.ed.93921160312**

## **CAPÍTULO 13..... 170**

### SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ESTABILIDADE E INÉRCIA DA REDE ELÉTRICA E DE CAIXA DE ENGRENAGENS DE AEROGERADORES COM TRANSMISSÃO CVT MAGNÉTICA

Antonio Carlos de Barros Neiva  
Fabricio Lucas Lório  
George Alves Soares

**DOI 10.22533/at.ed.93921160313**

## **CAPÍTULO 14..... 187**

### ANÁLISE DA OBTENÇÃO DE RESULTADOS DE UMA REDE MALHADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM UM BAIRRO NA CIDADE DE CACOAL/RO UTILIZANDO O EPANET E PLANILHA ELETRÔNICA

Renato Gomes Lima  
Jhonata Silva Nink  
Caciano Batista Pacheco  
Klinsman Enggleston Emerick Franco  
Martina Tamires Lins Cezano  
Helton Pires Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.93921160314**

## **CAPÍTULO 15..... 198**

### CORRELAÇÃO CRUZADA NA APRENDIZAGEM MOTORA: UM ESTUDO COM SINAIS DE EEG (ELETROENCEFALOGRAFIA) VIA ESTATÍSTICA DE SINAIS

Florêncio Mendes Oliveira Filho  
Gilney Figueira Zebende  
Juan Alberto Leyva Cruz

Arleys Pereira Nunes de Castro  
Everaldo Freitas Guedes  
Aloísio Machado da Silva Filho  
Andrea de Almeida Brito  
Basílio Fernandez Fernandez

**DOI 10.22533/at.ed.93921160315**

**CAPÍTULO 16.....206**

**DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE INSTRUMENTAÇÃO**

Luis Fernando Tolentino de Brito

**DOI 10.22533/at.ed.93921160316**

**CAPÍTULO 17.....218**

**GESTÃO DO CONHECIMENTO EMPREGANDO BPMN E PRÁTICAS DO GUIA PMBOK:  
ESTUDO DE CASO NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO PATRIMONIAL**

Marcelo Ferreira Albano

Pablo Dantas Evangelista dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.93921160317**

**CAPÍTULO 18.....233**

**OS DESAFIOS NO TRANSPORTE DE CARGAS INDIVISÍVEIS NO TRAJETO ANCHIETA/  
IMIGRANTES AO PORTO DE SANTOS**

Rafael Martins Gomes

Daniel Henrique Godoy Michel

Igor Alexandre de Carvalho Bonifácio

Kethely Vytória Rodrigues de Sousa

Noemi Damasceno de Santana

Yan Lima dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.93921160318**

**CAPÍTULO 19.....242**

**UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO IDR EM FERRAMENTAS ELÉTRICAS DE BAIXA  
POTÊNCIA, EXTENSÕES E MÁQUINAS DE SOLDA**

Marco Antonio Munhoz Sagasetta

Francisco de Assis da Silva Junior

**DOI 10.22533/at.ed.93921160319**

**CAPÍTULO 20.....251**

**VOICE TRAINING: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA TREINAMENTO DA  
AVALIAÇÃO PERCEPTIVA-AUDITIVA DA VOZ**

Adilson Franke Neia Júnior

Maria Eugenia Dajer

Nathan Antônio Guerreiro

**DOI 10.22533/at.ed.93921160320**

**CAPÍTULO 21.....260**

**VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS**

**LED NO SETOR INDUSTRIAL**

Bruno Sousa de Castro

Antonio Manoel Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.93921160321**

**CAPÍTULO 22.....274**

**CROWDFUNDING: O CASO DA CLOUD IMPERIUM GAMES CORPORATION**

Luciane Ribeiro Dias Pinheiro

Matheus Ferreira Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.93921160322**

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....289**

**ÍNDICE REMISSIVO.....290**



# CAPÍTULO 9

## DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ARTICULADA PARA SIMULAÇÃO DE MOVIMENTO DE VEÍCULO AUTOMOTOR

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 30/12/2020

### **Douglas Lucas dos Reis**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
Criciúma – SC  
<http://lattes.cnpq.br/1112120142681378>

### **João Vitor da Costa da Silva**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
Criciúma – SC  
<http://lattes.cnpq.br/6403541194290860>

### **Diego Tiburcio Fabre**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
Criciúma – SC  
<http://lattes.cnpq.br/5099028947205509>

### **Périson Pavei Uggioni**

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
Criciúma – SC  
<http://lattes.cnpq.br/6495095860363897>

**RESUMO:** Os simuladores estão cada dia mais presentes em nossas vidas. Eles passaram a ser utilizados nas mais diversas áreas, como por exemplo: esportes, jogos de realidade virtual, educação escolar, educação no trânsito, etc. Uma aplicação dos simuladores é o veículo automotivo utilizado nas autoescolas, que simulam a direção de um veículo automotor. Através deles, o futuro motorista aprende os conceitos de direção de forma prática e, além disso, passa a ter uma experiência simulada e segura de como é dirigir. Porém, a maioria dos simuladores apresentam

três condições que são encontradas na vida real, sendo elas: direção (volante), troca de marcha (câmbio) e ambiente visual (telas). O fato de ter apenas três condições faz com que a simulação perca algumas características importantes que são encontradas na vida real, como a força g, solavancos provocados pela rodagem e também a sensação de movimento (curvas, frenagens, acelerações, etc). Por isso, o objetivo deste projeto foi desenvolver uma plataforma articulada que realize movimentos e provoque a sensação de movimento ao usuário/motorista do simulador. Obteve-se como resultado um equipamento com um ponto central articulado, sendo possível controlar a rolagem e a arfagem da plataforma, provocando nos usuários/motoristas a sensação de movimento (frenagem, solavancos e aceleração).

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulador automotivo, simuladores, cock-pit articulado.

### DEVELOPMENT OF AN ARTICULATED PLATFORM FOR VEHICLE MOVEMENT SIMULATION

**ABSTRACT:** Simulators are increasingly present in our lives. They started to be used in the most diverse areas, such as: sports, virtual reality games, school education, traffic education, etc. One application of the simulators is the automotive vehicle used in driving schools, which simulate the driving of a motor vehicle. Through them, the future driver learns the concepts of driving in a practical way and, in addition, starts to have a simulated and safe experience of what it is like to drive. However, most simulators have three conditions that are found in real life, namely:

steering (steering wheel), gear shifting (exchange) and visual environment (screens). Only three conditions cause the simulation to lose some important characteristics that are found in real life, such as g-force, bumps caused by running and also the sensation of movement (curves, braking, accelerations, etc.). For this reason, the objective of this project was to develop an articulated platform that performs movements and provokes the sensation of movement to the user / driver of the simulator. As a result, a device with an articulated central point was obtained, being able to control the rolling and a heaving of the platform, causing the sensation of movement in users / drivers (braking, bumps and acceleration).

**KEYWORDS:** Automotive simulator, simulators, articulated cock-pit.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente os simuladores vem sendo cada vez mais utilizados em estudos de reações em diversas situações. Um dos tipos mais utilizados são os simuladores de direção que, segundo Lucas et al. (2013), oferecem a possibilidade de realizar experimentos, pois apresentam um determinado realismo, além disso, é possível controlar as variáveis de estudo sem colocar os usuários em risco. Ademais, com a utilização deste tipo de equipamento, foi constatado pelos pesquisadores Snowden et al. (1998), que ao dirigirmos com neblina o nosso cérebro interpreta esta mudança como uma alteração de velocidade, e nos dá a sensação de dirigir a uma velocidade menor do que a velocidade em que o veículo realmente está. Tornando assim este tipo de estudo de suma importância para o desenvolvimento de novas tecnologias de segurança.

Além da utilização em estudos, os simuladores também podem ser aplicados no treinamento de diversas áreas e na educação de novos motoristas. Um dos exemplos são os simuladores de autoescolas, os quais são usados para que os alunos tenham o primeiro contato com um veículo na pista/rua. De acordo com Pereira et al. (2010), os simuladores nas autoescolas permitem que ocorram erros sem que cause riscos às pessoas, evitando ferimentos, danos à saúde ou mesmo levá-las a óbito, e buscam ainda tornar o processo de ensino aprendizagem mais prazeroso, interessante e desafiador aos alunos. Para o funcionamento dos simuladores são necessárias as imagens que são projetadas em telas. No caso dos veículos, o trajeto a ser percorrido é apresentado em telas posicionadas na frente do condutor/usuário e essas imagens são desenvolvidas através de softwares. Esses softwares podem ser educativos, de entretenimento ou interativos. Para que ocorra a projeção são utilizados computadores e recursos multimídia que proporcionam uma aprendizagem que pode favorecer o surgimento de ideias, emoções, atitudes e habilidades, as quais propiciam uma relação cognitiva e interativa dos estudantes com o objeto de conhecimento (VALENTE, 1993).

Conforme Lucas et al. (2013), as mortes e lesões no tráfego têm sido um dos maiores problemas de saúde no mundo. Pois, a cada 30 segundos uma pessoa é morta em um acidente na estrada, o resultado final disso é que aproximadamente 1,2 milhão de

pessoas perdem suas vidas por ano no trânsito.

Entendendo as aplicações dos simuladores e visando a segurança e prevenção no trânsito, o objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de uma plataforma articulada, que pudesse proporcionar a sensação de movimento aos motoristas/usuários do simulador/plataforma desenvolvida.

Após a construção do simulador, novas pesquisas podem ser desenvolvidas, como por exemplo: Estudo do aumento da força na direção do veículo conforme o aumento da velocidade; estudo e desenvolvimento de sistemas de segurança de reações em altas velocidades; inclusão de novas tecnologias na educação através do estudo e uso de R.V. (Realidade Virtual) e R.A. (Realidade Aumentada).

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi dividida em quatro fases. A primeira fase consistiu no desenvolvimento de um desenho 3D (3 Dimensões) da plataforma, foi utilizado o *software* SolidWorks® para esta tarefa. A segunda etapa compreendeu a fabricação mecânica do sistema que foi modelado na fase anterior. A terceira fase foi a de montagem e ligação elétrica e eletrônica (sensores, atuadores e microcontrolador). A quarta e última etapa compreendeu o desenvolvimento da comunicação da plataforma com um computador (microcontrolador e computador). A Fig. 1 demonstra as etapas realizadas na execução do projeto.

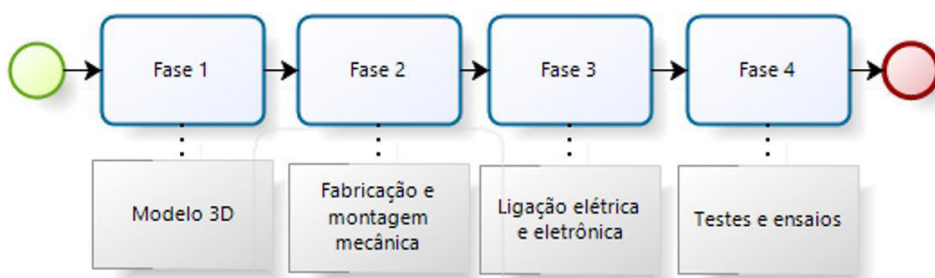


Figura 1. Fluxograma das etapas de execução do projeto.

As fases 1,3 e 4 do projeto foram desenvolvidas no Laboratório de Automação da Manufatura do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Criciúma (IFSC – Criciúma). Além disso, cabe ressaltar que todos os componentes mecânicos construídos neste trabalho foram fabricados no Laboratório de Mecânica do IFSC – Criciúma (Fase 2).

## 2.1 Fase 1: Modelo 3D (3 Dimensões)

Para a realização do modelo 3D foi efetuado o levantamento das medidas e especificações técnicas dos equipamentos utilizados no projeto, como por exemplo: tipos de motores, componentes mecânicos estruturais (perfis de alumínio), estruturas de fixação entre os eixos dos motores e a plataforma articulada, etc. Uma vez compreendido a forma de montagem e ligação dos equipamentos, desenvolveu-se o desenho da base e dos componentes mecânicos no *software* SolidWorks® conforme apresentado na Fig. 2.

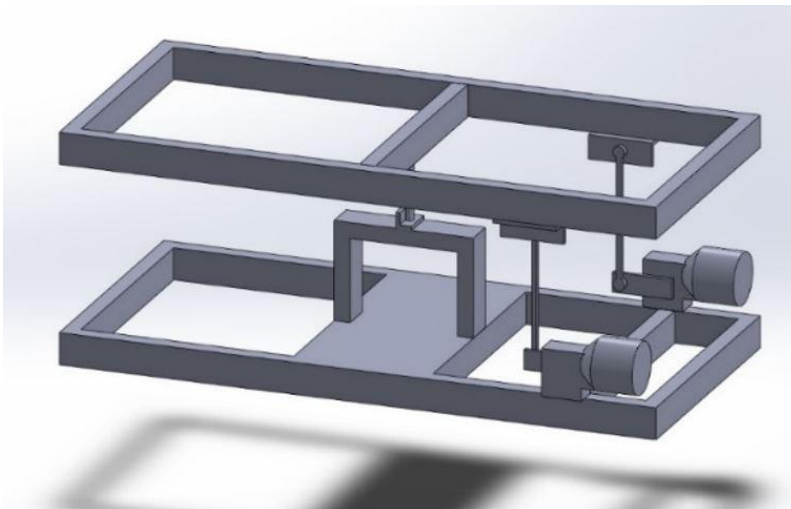


Figura 2. Modelo em 3D da plataforma.

Após o desenvolvimento do desenho em 3D, as peças foram montadas e os suportes e adaptações fabricados.

## 2.2 Fase 2: Fabricação e Montagem Mecânica

A Fase 2 consistiu na montagem e fabricação das peças da estrutura mecânica do projeto. Para isso foi utilizado perfis de 0,2x0,4 m. Inicialmente foi montado a base do equipamento, denominada chassi, a Fig. 3 demonstra a estrutura do chassi desenhada em 3D (A), plataforma articulada (B) e a estrutura montada (C).

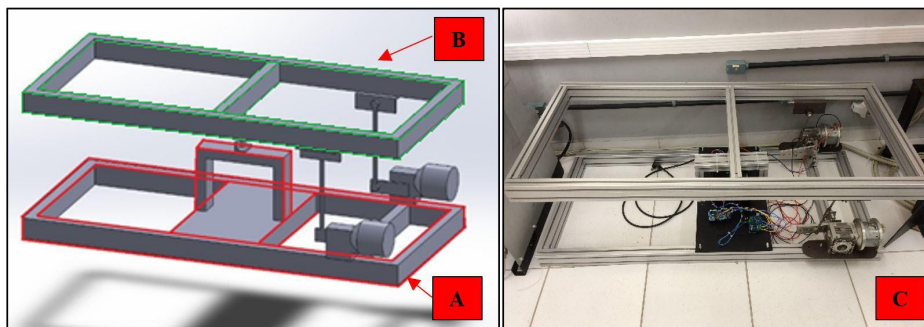


Figura 3. A imagem da esquerda mostra o chassi (A) do sistema desenvolvido e a plataforma articulada (B). A imagem da direita apresenta o equipamento fabricado (C).

A partir do chassi montado a segunda parte da fabricação foi o recorte, furação e solda dos suportes dos motores, hastes de ligação e articulação da plataforma. A Fig. 4 demonstra as peças fabricadas e montadas em suas posições de trabalho.

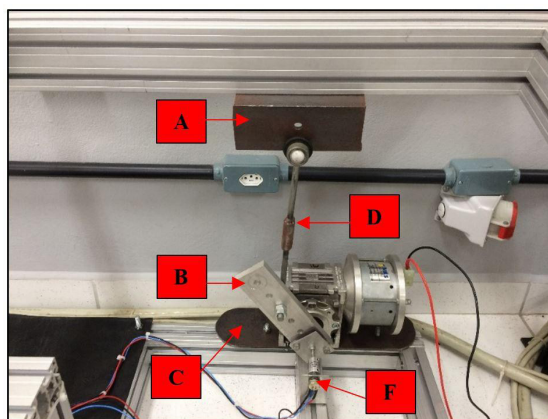


Figura 4. A – Base de ligação da haste com a plataforma articulada; B - Braço de conexão com regulagem de altura entre o eixo do motor e a haste; C - Base de fixação do motor; D - Haste de ligação entre o braço e a base da plataforma.

A peça indicada como “A” na Fig. 4, foi fabricada a partir de uma cantoneira com 0,3x0,3 m, foi realizado 4 furos na cantoneira, dois para fixação no perfil e dois furos para prender a haste - D.

A peça “B” foi recortada de uma barra de alumínio, o braço possui as seguintes dimensões: 0,5 x 0,025 x 0,3 m. O braço de alumínio é preso ao eixo do motor através de uma chave, no braço foram realizados 5 furos, que proporcionam o ajuste de altura do sistema.

A chapa “C” foi recortada e presa no perfil (chassi) através de parafusos, o motor foi preso a chapa também por parafusos e porcas.

A haste indicada como “D” foi adaptada a partir de uma bieleta, peça utilizada na suspensão de carros, esse componente foi recortado e soldado conforme a distância do braço até a base da plataforma, possuindo um comprimento de 0,40 m.

A peça indicada pela letra “F” mostra um suporte metálico de alumínio em formato de L, esse suporte foi fabricado com a função de fixar um potenciômetro. O eixo do potenciômetro foi posicionado de forma concêntrica ao eixo do motor e um acoplamento flexível foi utilizado para ligar os dois eixos (potenciômetro e motor).

Na Fig. 4 é demonstrado apenas o lado direito do sistema, o lado esquerdo foi realizado com o mesmo sistema de ligação e peças, não sendo necessário nenhum ajuste ou modificação.

Ainda na fase de fabricação mecânica, foi realizado a montagem da articulação central que ficou responsável por proporcionar o movimento de arfagem e rolagem na plataforma articulada, conforme evidencia a Fig. 5.

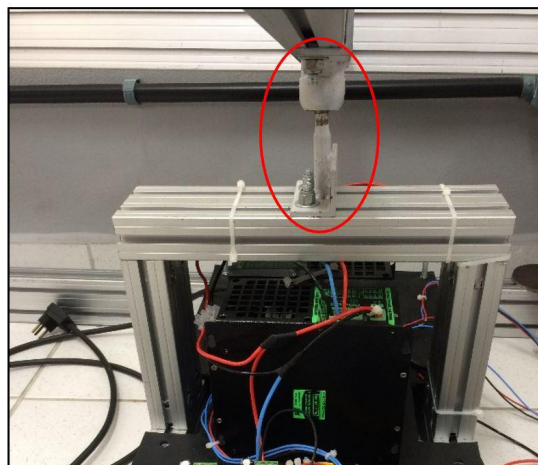


Figura 5. Montagem da articulação central através de uma junta esférica.

Para a montagem da articulação central foi utilizado um trambulador de caminhão, sendo esta peça uma junta do tipo esférica. O eixo do trambulador foi cortado, na ponta onde foi cortada efetuou-se a solda de uma cantoneira de 0,2 x 0,2 m, a cantoneira foi furada e presa ao perfil de alumínio (chassi). Na outra ponta do trambulador, onde se encontra a junta esférica, ela foi presa a plataforma articulada. A Fig. 5 demonstra a montagem final da articulação central.

### 2.3 Fase 3: Ligação Elétrica e Eletrônica

Em cima do chassi foi instalado uma chapa de alumínio de 0,003 m de espessura com uma cobertura emborrachada. Esse suporte foi instalado para posicionar o sistema elétrico e eletrônicos do sistema cujo os componentes são: fonte de alimentação, motor cc, driver de motor cc, microcontrolador e potenciômetro (sensor). A ligação de todos os componentes seguiu-se conforme o diagrama apresentado na Fig. 6.

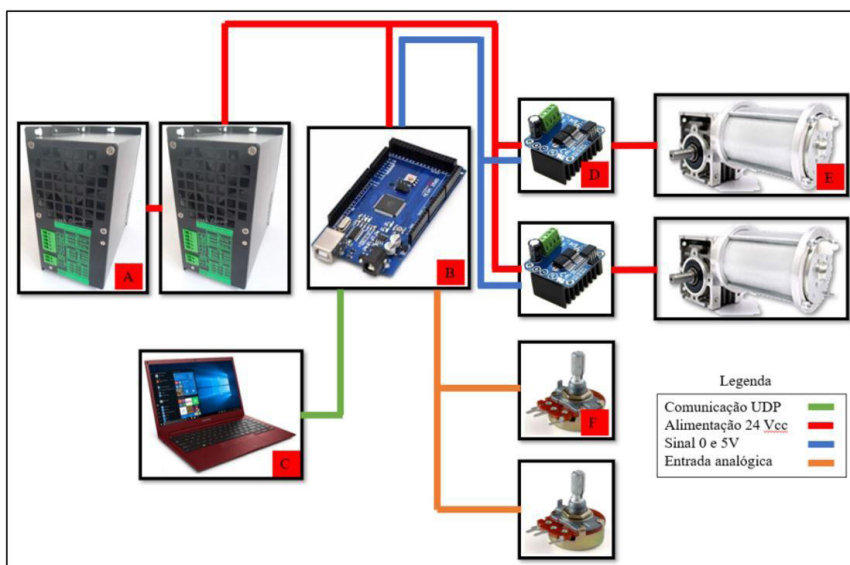


Figura 6. Fluxograma demonstrando o funcionamento do sistema elétrico, eletrônico e de comunicação.

O componente “A” da Fig. 6 é denominado de fonte de alimentação, sendo responsável por fornecer energia ao controlador (B) e aos driver’s dos motores (D). A fonte trabalha com uma tensão de entrada de 220 Vac e tensão de saída de 24 Vcc e até 10 A. Para suportar a ligação de todos os equipamentos elétricos e eletrônicos foi utilizado duas fontes em paralelo, podendo fornecer até 20 A.

O computador “C” é responsável por realizar a aquisição de pacotes de dados de jogos digitais automotivos, esses pacotes de dados indicam se ocorreu alguma variação de ângulo do veículo durante uma simulação.

O microcontrolador baseado na plataforma Arduino, indicado como “B” na Fig. 6, tem a função de receber os sinais do computador através de uma comunicação UDP (*User Datagram Protocol*) e converter os sinais recebidos (pacotes) em sinais digitais (0 e 5V), sendo esse tipo de sinal reconhecido pelos driver’s.

Os driver’s “D”, recebem os sinais digitais do Arduino e a partir dos sinais recebidos



envia diferentes tensões ao motor, alterando a velocidade e direção de giro dos motores. Por sua vez, os motores “E” recebem uma tensão controlada dos driver’s e realizam o movimento em seus eixos de rotação.

Os componentes “F” são responsáveis por indicar a mudança de posição do eixo do motor, os potenciômetros alteram sua tensão quando seus eixos são rotacionados. Conforme foi descrito na fabricação mecânica, os eixos dos potenciômetros e os eixos dos motores foram ligados através de um acoplamento flexível. A partir da mudança de posição do eixo do motor o Arduino recebe um sinal analógico com valores de 0 a 1023 (10 bits).

## 2.4 Fase 4: Testes e Ensaio

A fim de converter os valores analógicos lidos pelo Arduino dos potenciômetros, em valores angulares, foi realizada a conversão utilizando um Transferidor de Grau, Aço Inóx 180°, da marca Protractor para gerar a equação equivalente entre o ângulo e o valor analógico (potenciômetro). O teste foi realizado da seguinte forma, foi modificado de forma manual a posição do braço ligado ao eixo do motor, foi então coletado o ângulo do braço através do transferidor, ao mesmo tempo foi feita a aquisição do valor da entrada analógica (potenciômetro) no Arduino. A partir do levantamento das informações do ângulo e da entrada analógica foi possível encontrar a função equivalente entre os valores analógicos e ângulo do motor. Este teste foi realizado com o motor e o potenciômetro não acoplados a estrutura, a fim de facilitar a medida do ângulo do braço através do transferidor.

Encontrados a relação entre potenciômetro e ângulo, o segundo teste foi o de verificação dos ângulos de trabalho máximos e mínimos dos motores. O teste foi realizado a partir do posicionamento do braço nos batentes mecânicos inferiores e superiores. Foi então coletado a informação de ângulo pelo Arduino, utilizando-se da conversão realizada no primeiro teste. Esta verificação foi realizada com o motor e o potenciômetro montado na plataforma articulada, conforme apresentado na Fig. 7.

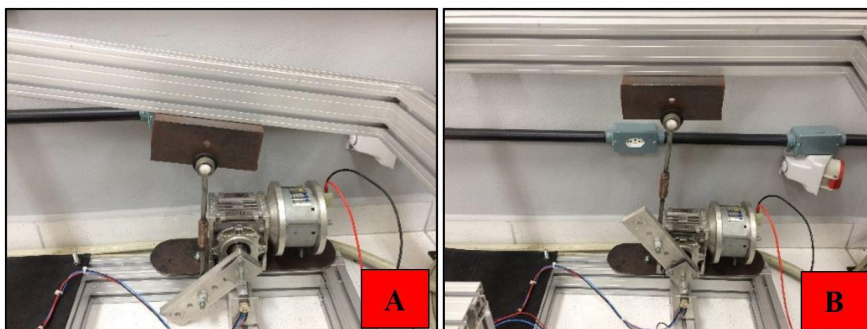


Figura 7. A imagem “A” demonstra a posição do braço ao atingir o batente inferior, já a imagem “B” indica o batente superior.



A terceira análise do projeto foi o de deslocamentos máximos e mínimos de arfagem e rolagem da plataforma articulada. O teste foi realizado com o equipamento desligado. Foi posicionado a plataforma articulada de forma que o ângulo de inclinação da plataforma chegasse em seus limites, a partir disso foram medidos a distância entre a plataforma e o chassi na parte frontal do equipamento. Para realizar as medidas foi utilizado uma régua de aço inox 500 mm da marca Worker. Foi adotado como referência a parte inferior do perfil de alumínio na base articulada e a parte superior do perfil no chassi, conforme representação da Fig. 8.

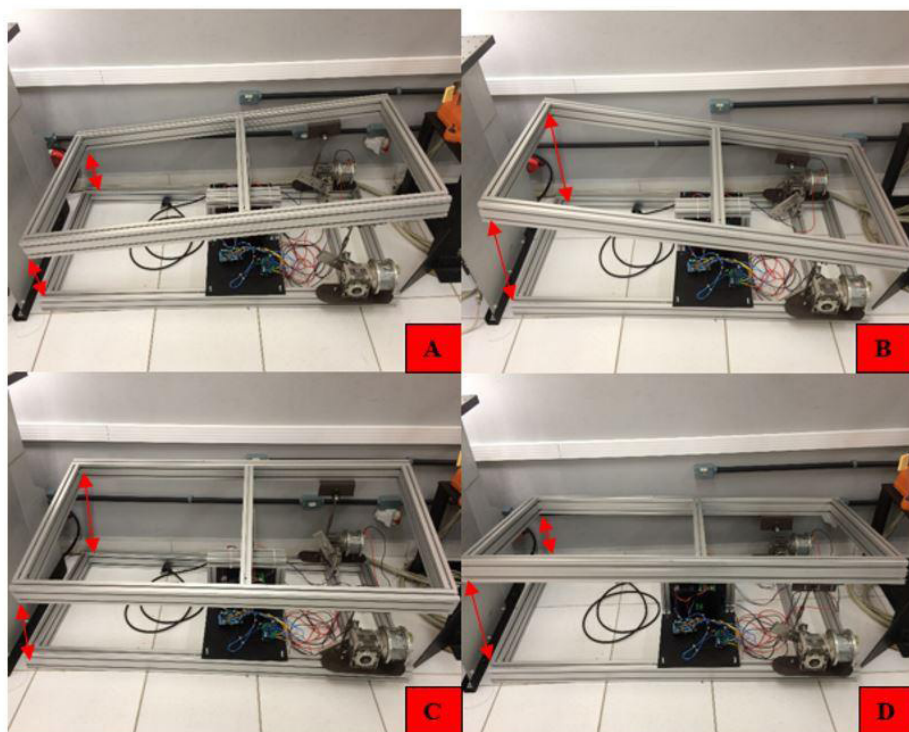


Figura 8. A figura demonstra a plataforma nas seguintes posições: inclinada para frente (A); inclinada para trás (B); inclinada para esquerda (C) e inclinada para direita (D).

O último teste foi o de movimentação através de um pacote de dados de um jogo de corrida. Um jogo foi instalado no computador e os pacotes de dados do jogo foram enviados ao equipamento desenvolvido através da comunicação UDP.

O jogo teve uma duração de 72 segundos, a pista escolhida foi de nível fácil e com poucas curvas. Foi escolhido este teste para facilitar no entendimento dos dados coletados. Com o jogo rodando foi realizado a aquisição das informações dos ângulos de rolamento e arfagem do veículo, esses dados foram enviados como *setpoint* (objetivo) de ângulos

que os motores deveriam atingir. Procurou-se realizar as curvas, frenagens e aceleração/desaceleração da forma mais estável possível.

Foi coletado a informação dos potenciômetros a fim de verificar a estabilidade dos motores ao receberem as informações através do jogo.

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do primeiro teste, relação entre o ângulo do motor e o valor analógico, obteve-se o seguinte resultado.

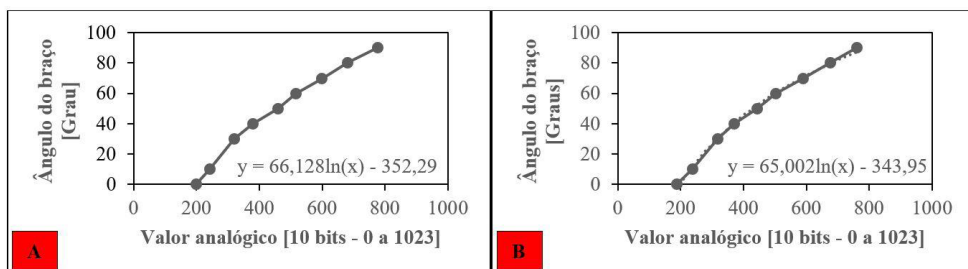


Figura 9. Resultado das curvas da relação entre o valor analógico e o ângulo do braço. “A” potenciômetro do lado esquerdo e “B” potenciômetro lado direito.

Ambas as equações apresentadas na Fig. 9 tiveram sua linha de tendências aproximadas por equação Logaritmica. Sendo que a equação para o potenciômetro do lado direito foi:  $y=66.128\ln(x) - 352.29$ , já o lado esquerdo:  $y=65.002\ln(x) - 343.95$ .

O segundo teste foi a verificação dos limites mecânicos do sistema. A partir dos ensaios chegou-se aos seguintes resultados apresentados na Tab. 1.

POSIÇÃO DO BRAÇO	ÂNGULO MEDIDO (Graus)
Máximo lado direito	85
Mínimo lado direito	-20
Máximo lado esquerdo	85
Mínimo lado esquerdo	-21

Tabela 1. Resultado dos limites da movimentação do braço.

Nota-se na Tab. 1 que os valores mínimos de articulação do esquerdo e direito foram diferentes, sendo o direito -20 Graus e esquerdo -21 Graus. Essa diferença se deu pela diferença de 1 mm entre a haste direita e esquerda da estrutura. Durante a montagem os equipamentos de solda e corte não apresentavam precisão suficiente para execução da

tarefa. Porém, a diferença entre os tamanhos das hastes pode ser resolvida através da otimização de software e aplicação de um sistema de controle.

A terceira análise do projeto foi o de deslocamentos máximos e mínimos de arfagem e rolagem da plataforma articulada. Obteve-se como resultado a Tab. 2, demonstrada a seguir.

<b>Posição da plataforma</b>	<b>Distância Direita (m)</b>	<b>Distância Esquerda (m)</b>	<b>Ângulo Motor Direito (Graus)</b>	<b>Ângulo Motor Esquerdo (Graus)</b>
<b>Inclinada para frente</b>	0,12	0,12	75	74
<b>Inclinada para trás</b>	0,35	0,35	-20	-21
<b>Inclinada para esquerda</b>	0,15	0,33	78	-21
<b>Inclinada para direita</b>	0,33	0,14	-18	73

Tabela 2. Resultado das medidas de distância entre a plataforma articulada e o chassi e seus respectivos ângulos.

Da mesma forma que os teste de limites máximos e mínimos apresentados na Tab. 1 mostraram uma diferença entre o movimento do lado esquerdo e direito do simulador, a Tab. 2 também apresenta o mesmo resultado, pois os resultados das distâncias quando a plataforma é rotacionada para esquerda e direita são diferentes (Distância direita 0,15 m x Distância esquerda 0,14 m), sendo que esses valores deveriam ser iguais.

Porém, quando se inclina a plataforma para frente e trás não foi possível identificar a diferença de tamanho da haste. Isso se deu, pois, ao inclinar a plataforma a haste menor limita a avanço da haste maior. Isso também acontece quando a plataforma é inclinada para trás.

O último teste realizado foi a simulação do sistema recebendo pacotes de dados de um jogo de corrida. A partir dos dados coletados do jogo e da plataforma (potenciômetro), obteve-se os seguintes resultados.

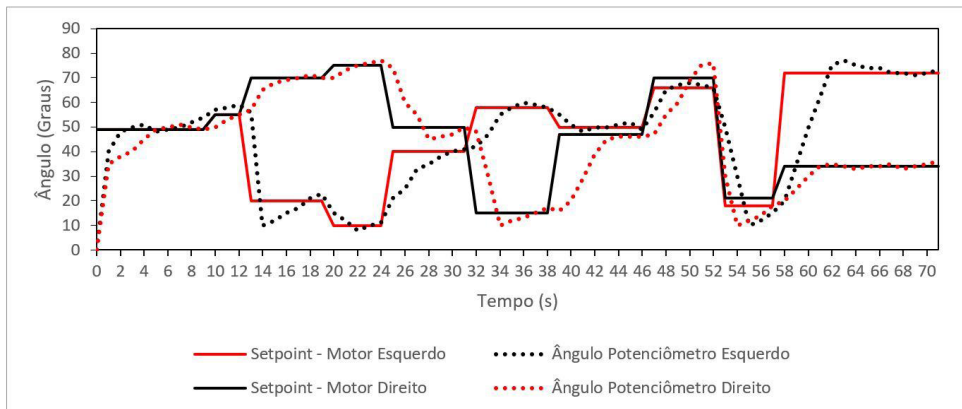


Figura 10. Resultado do valor indicado pelo jogo e da posição da plataforma.

A Fig. 10 demonstra que o Setpoint do jogo se manteve em torno de 10 segundos em 50 Graus. Isso indicada que durante 10 segundos não houve alteração tanto na arfagem como no ângulo de rolamento do veículo. Desta forma, o objetivo do simulador era alcançar a posição de 50 Graus no eixo do motor. O eixo do motor e, conseqüentemente, a mudança de posição da plataforma demorou em torno de 6 segundos para que ficasse na posição indicada pelo jogo. Após os 10 primeiros segundos, entre 10 e 13 segundos é possível notar através do gráfico que o motorista realizou a frenagem ou desaceleração do veículo, pois ambos os setpont's dos motores subiram (53 Motor Esquerdo e 55 Motor Direito). Com a subida dos ângulos a plataforma foi inclinada para frente, conforme teste apresentados na Tab. 2, esse movimento provoca no usuário/motorista uma sensação de frenagem ou desaceleração.

Ao analisar a Fig. 10 em conjunto com a Tab. 2, é possível ter como resultado a direção das curvas, frenagens/desaceleração e aceleração que foram realizados no jogo (Tabela 3). Desta forma, indica que é possível transmitir uma sensação de movimento aos usuários da plataforma articulada.

Tempo (s)	Movimento
0 a 9	Reta - Constante
9 a 13	Frenagem/desaceleração
13 a 15	Curva para esquerda
15 a 20	Curva para esquerda
20 a 26	Curva para esquerda
26 a 27	Frenagem/desaceleração
27 a 32	Curva moderada para esquerda
32 a 40	Curva para direita

40 a 47	Reta - Constante
47 a 54	Frenagem/desaceleração
54 a 58	Aceleração
58 a 71	Curva para direita

Tabela 3. Resultado dos movimentos e seus respectivos tempos.

## 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que é possível utilizar uma plataforma articulada para provocar a sensação de movimento em simuladores automotivos. Os componentes empregados no projeto mostraram-se de maneira geral efetivos, porém, a fabricação e a adaptação das hastes provocaram diferença nos resultados. Apesar da diferença, os dados adquiridos não influenciaram no resultado final, que foi a análise da sensação de movimento ao utilizar uma plataforma articulada.

Como projetos futuros pretende-se instalar um banco automotivo, monitores e um sistema de direção em cima da plataforma articulada. Além disso, pretende-se realizar a análise de forças da plataforma.

## REFERÊNCIAS

Lucas, Felipe Rabay et al. **“Uso de Simuladores de Direção Aplicado ao Projeto de Segurança Viária”**, São Paulo: USP, 2013.

Pereira, Douglas Monteiro et al. **“Tecnologias Interativas: Simuladores e Jogos Educativos Aplicados à Motivação da Educação Infantil”**, Boa Vista: UNIPAC/UBÁ, 2010.

Valente, José Armando. **“Por que o computador na Educação. In Computadores e conhecimento: repensando a educação”**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1993.

Snowden, Robert J.; STIMPSON, N.; RUDDLE, A. Roy. **“Speed perception fogs up as visibility drops”**, In: NATURE, Vol 392, April, 1998.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aerogerador 170, 171, 174, 175, 176, 177, 178, 181

Aeronavegabilidade 1, 2, 9, 10

AHP 29, 33, 36, 41, 43, 45

Análise probabilística 11, 12, 14

Aviação militar 1, 2, 10

### B

Blowdown 46, 48, 50, 54

### C

Centrais nucleares 11, 12

Centro de lançamento de alcântara (CLA) 29, 30, 44

Certificação 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10

Cock-pit articulado 99

Confiabilidade 2, 9, 12, 30, 59, 63, 75, 91, 97, 98, 159, 160, 174, 230, 274

Cubesat 20, 28

Curva P-V 120, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133

### D

Desenvolvimento 2, 4, 5, 8, 11, 14, 18, 20, 21, 22, 26, 28, 29, 30, 33, 35, 45, 57, 58, 59, 88, 93, 99, 100, 101, 102, 147, 170, 175, 177, 181, 183, 191, 200, 204, 206, 212, 223, 225, 247, 251, 252, 253, 255, 260, 261, 275, 276, 279, 280, 281, 282, 283, 284

Detecção de sombras 112, 113, 115, 116

Dimensionamento 28, 32, 77, 78, 79, 80, 178, 187, 189, 192, 193, 196, 197, 261

Dispositivos de segurança 77, 78, 80

### E

Epanet 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197

Estabilidade de rede 170, 182

### F

Fluxo de carga 120, 121, 122, 123, 124, 126, 131, 134

### G

Garantia do produto 1, 3, 6, 7, 10

Geração distribuída 136, 137, 138

## H

HSV 112, 113, 114, 118

## I

Ilhamento 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 164, 165, 168

Instalações elétricas 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 242, 243, 250

## L

Localização 29, 30, 32, 33, 34, 36, 42, 43, 45, 151, 152, 153

## M

M-CVT 170, 171, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183

Método hardy-cross 187

## O

Óxido nitroso 46

## P

Parametrização geométrica 120, 121

Parcela variável 87, 89

PDD 170, 178, 181, 182

Processos 1, 3, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 33, 79, 88, 93, 112, 188, 206, 212, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Projeto elétrico 77, 78, 79, 82, 84, 86

Propulsão híbrida 46

Proteção 2, 12, 14, 32, 44, 61, 63, 64, 66, 67, 77, 79, 80, 82, 85, 136, 144, 145, 151, 168, 176, 242, 243, 244, 245, 250, 278

## R

Rede básica 87, 89, 92, 93, 95, 96, 97

Rede malhada 187, 189, 196

Regressão 46

Regulação responsiva 87

Remoção de sombras 112, 113, 116, 118

Risco nuclear 12

## S

Segurança 1, 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 40, 41, 44, 58, 59, 63, 74, 77, 78, 79, 80, 82, 85, 86, 88, 100, 101, 111, 121, 136, 159, 172, 173, 176, 206,

207, 215, 235, 237, 240, 243, 244, 245, 246, 250, 254, 277

Segurança operacional 12, 172

Simuladores 99, 100, 101, 111

## **T**

Tecnologia 2, 11, 20, 27, 58, 59, 60, 170, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 197, 221, 222, 230, 231, 251, 258, 274, 289

Terminal portuário 29, 30, 32, 33, 42

## **U**

Universidades 20, 22, 27, 259

## **V**

Vernier 170, 178, 179, 180, 182, 186

Visão computacional 112, 113



# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

# 3

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

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

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

3

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

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

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 