

# 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 Cremo

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
 Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## 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**

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 14/12/2020

### Marcos Batista Figueredo

Universidade do Estado da Bahia, Programa de pós-graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas  
Alagoinhas – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6235735011979354>

### Eugenio Rocha Silva Junior

Universidade do Estado da Bahia – UNEB  
Alagoinhas/Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/7500153887111469>

**RESUMO:** Sombras em uma imagem podem distorcer informações sobre a forma e orientação do objeto e até sobre a fonte de luz. Assim, a detecção e remoção de sombras é uma tarefa crucial e inevitável para alguns processos de visão computacional. Este artigo propõe uma estrutura simples usando o espaço de cores HSV para detectar e remover sombras de imagens. Inicialmente, uma abordagem probabilística da intensidade no espaço de cores HSV é proposta para a detecção de sombras. Depois que as sombras são identificadas, um modelo de densidade de sombra é aplicado. A principal contribuição do modelo proposto é que, após a remoção de sombras, não há transição brusca entre as partes sombreadas e as partes não sombreadas, e todos os detalhes nas regiões sombreadas permanecem intactos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Detecção de sombras;

Remoção de Sombras; HSV; Visão Computacional.

### HYBRID METHOD FOR DETECTION AND REMOVAL OF IMAGE SHADOWS

**ABSTRACT:** Shadows in an image can distort information about the shape and orientation of the object and even about the light source. Thus, detecting and removing shadows is a crucial and inevitable task for some computer vision processes. This article proposes a simple structure using HSV color space to detect and remove shadows from images. Initially, a probabilistic approach to HSV color space intensity is proposed for shadow detection. Once shadows are identified, a shadow density model is applied. The main contribution of the proposed model is that after the removal of shadows, there is no sharp transition between the shaded parts and the unshaded parts, and all the details in the regions. Shaded shades remain intact.

**KEYWORDS:** Shadow detection; Shadow Removal; HSV; Computer vision.

## 1 | INTRODUÇÃO

A remoção de sombras é um problema fundamental e desafiador no campo de processamento de imagens. Uma sombra pode ser caracterizada como uma obstrução da luz que incide sobre um objeto e as cria. As áreas de sombra são menos iluminadas do que as áreas circundantes e em alguns casos, as sombras fornecem informações úteis, como

a posição relativa de um objeto da origem, mas em geral, eles causam problemas em diversas aplicações de visão computacional, como segmentação, detecção e contagem de objetos.

Com base na intensidade, (Jiang, 1994) propõe que as sombras sejam de dois tipos: intensas e simples. As sombras simples retêm a textura da superfície de fundo, enquanto as sombras intensas são muito escuras e têm pouca preservação da textura. Assim, a detecção de sombras é complicada, pois podem ser confundidas com objetos escuros em vez de sombras. Embora a maioria dos métodos de detecção de sombras precise de várias imagens para a calibração da câmera, a melhor técnica deve ser capaz de extrair sombras de uma única imagem. Este artigo propõe uma estrutura simples usando o espaço de cores formadas pelas componentes *Hue* (matiz), *Saturation* (saturação) e *Value* (valor) a (HSV) para detectar e remover sombras de imagens sombreadas.

Neste contexto, um método simples é inicialmente proposto, o qual requer informações de intensidade no espaço de cores HSV para detecção de sombras. Então a imagem é segmentada de acordo com a densidade da sombra. Finalmente, as sombras são removidas reestruturando cada pixel no espaço de cores HSV. Além disso, as cores da região recuperada são corrigidas no espaço de cores vermelho-verde-azul (RGB).

É mais fácil para o olho humano distinguir sombras de objetos. No entanto, a identificação de sombras por computador é um problema de pesquisa desafiador. É, portanto, de grande importância descobrir maneiras de detectar corretamente as sombras e removê-las, mantendo intactos os outros detalhes da imagem original. Uma quantidade significativa de pesquisa foi realizada na detecção e remoção de sombras nos últimos anos.

A importância de poder separar estes efeitos na imagem tem sido bem estudada na literatura (Fei, 2015), (Khan, 2016), Ao ponto de podermos separar esta atividade em duas categorias: métodos operando no domínio do gradiente e que operam no domínio da intensidade.

A primeira abordagem remove as sombras com base na manipulação do domínio do gradiente, (Pérez,2003), (Fei, 2015), que opera sobre as diferenças entre os pixels vizinhos, e não sobre os valores de pixel diretamente. Uma ideia comum nessa técnica é anular o gradiente nos limites de sombra e reconstruir o resultado sem sombras, utilizando as informações obtidas da região.

O segundo depende da precisão detecção das bordas sombreadas e pode não produzir resultados devido à esta imprecisão. Difundido por Finlayson, (2005) este procedimento requer muita interação do usuário para especificar a região sombreada. A técnica aplica uma equação de Poisson (Hazewinkel ,2019), que construiu um sistema livre de sombras para a área especificada consistente com a textura relativa entre a sombra e a região exterior a seu contorno.

O trabalho de Vicente, (2018) utiliza um classificador que prevê um rótulo para cada região. Com isso esperou-se minimizar o erro associado a interação discutida por Finlayson,

(2005). Na mesma linha Zhu,(2017) apresenta um esquema de reconhecimento e remoção de sombra baseado em aprendizagem. No trabalho de Zhen, (2017) é apresentado uma modelagem da superfície de intensidade 3D. Nesta, a superfície com intensidade adequada de iluminação, pode ser obtida com base na correspondente à mesma textura de não-sombra. Já Zhang, (2015) propõe uma adaptação de métodos que decompõe a imagem de entrada em manchas sobrepostas de acordo com a distribuição de sombras.

A métodos dos trabalhos discutidos necessitam de várias imagens, câmeras calibradas específicas, interação do usuário com a sombra ou ainda métodos como a reintegração usando uma equação de Poisson que consomem tempo de processamento. Além disso, objetos escuros são frequentemente confundidos como sombras.

## 2 | MÉTODO

### 2.1 Detecção da Sombra

O modelo HSI (que pode ser encontrado como HSV) é um modelo que se aproxima mais da maneira como enxergamos a cor. Da mesma maneira que o RGB, uma cor no modelo HSI pode ser representada por uma tripla:  $f(x,y) = (H,S,I)$  em que  $H$  é o tom ou Matiz (*hue*),  $S$  é a saturação e  $I$  a intensidade. Já se observou[11] que existe uma relação entre a matiz e a intensidade em relação a sombras o que permite detectar sombras de imagens coloridas. Foi observado que as regiões de sombra geralmente têm um valor de intensidade menor e um valor de matiz mais alto em comparação com outras regiões não sombreadas na imagem. Essa proporção é dada pela equação (1):

$$r(x) = H(x)/(I(x) + 0.01) \quad (1)$$

onde  $I(x)$  e  $H(x)$  referem-se ao valor de intensidade e matiz do pixel  $x$  na imagem de entrada, respectivamente. Aplicamos o filtro bilateral para aliviar o efeito de ruído antes de calcular o mapa de razão  $r(x)$ . É importante destacar que deixamos  $r(x)$  entre  $[0; 255]$  para torná-lo mais conveniente para o processamento subsequente.

Ao obter o mapa  $r(x)$ , usamos o método de Otsu (Otsu, 1979) para destacar a região sombreada da imagem ainda de forma grosseira. A escolha do método de Otsu foi determinada pela resposta diante aos demais já descritos na literatura. Ele, determina um valor ideal para um “threshold” que separa os elementos do fundo e da frente da imagem em dois *clusters*, atribuindo a cor branca ou preta para cada um deles. O Aplicamos sobre o histograma do mapa  $r(x)$  para selecionar automaticamente um limiar ótimo  $T$ , que é determinado da seguinte forma: Supondo que a intensidade de cinza na imagem é dado por intervalo  $[1, 2, \dots, L]$  sendo cada entrada definida por  $x_i$  com  $1 \leq i \leq L$ . A distribuição de probabilidade para estes níveis de cinza é determinada pela equação 2:

$$p(i) = x_i/X \quad (2)$$

Com  $x_i \geq 0$  e  $X = \sum_{i=1}^L x_i$ . A imagem é dividida em duas partes  $C_0$  e  $C_1$  as quais chamamos de frente e fundo separados pelo limiar  $t$ . Temos que os pixels de  $C_0$  são representados nos níveis  $[1, 2, \dots, t]$  e  $C_1$  variando de  $[t + 1, \dots, L]$ . Assim nosso  $T$  ótimo será dado pela equação:

$$T = \operatorname{argmax}\{\omega_0 (\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1 (\mu_1 - \mu_T)^2\} \quad (3)$$

Em que:  $\mu_T = \sum_{i=1}^L i.p(i)$ ,  $\mu_1 = \sum_{i=t+1}^L i.p(i)/\omega_1$ ,  $\mu_0 = \sum_{i=1}^L i.p(i)/\omega_0$ ,  $\omega_1 = \sum_{i=t+1}^L p(i)$ ,  $\omega_0 = \sum_{i=1}^L i.p(i)$ . De acordo com o limiar  $T$ , um mapa, grosseiro, da região de sombra  $s$  pode ser obtido pela equação 4:

$$s(x) = \begin{cases} 1, & r(x) > T \\ 0, & \text{cc} \end{cases} \quad (4)$$

onde  $s(x)$  se refere aqueles pixels localizados nas regiões com maior probabilidade de existir uma sombra. Aqui usamos uma abordagem pouco diferente da literatura ao aplicarmos um esquema de limiar sucessivo, que é apresentado em Fei, (2015). Apesar de apresentar diversos parâmetros de limiarização a escolha se deu por experimentação.

## 2.2 Remoção da Sombra

Para remoção de sombra, um modelo simples de sombra é usado, onde existem dois tipos de fonte de luz: direta e luz ambiente. A luz direta vem diretamente da fonte, enquanto a luz do ambiente é proveniente de reflexos das superfícies circundantes. O modelo de sombra pode ser representado pela seguinte fórmula (5):

$$I_i = (t_i \cos \theta_i L_d + L_e) R_i \quad (5)$$

onde  $I_i$  representa o valor para o  $i$ -ésimo pixel,  $L_d$  e  $L_e$  representam as intensidades dos pixels que caracterizam não-sombra e dos pixels da sombra,  $R_i$  é a refletância da superfície desse pixel, e  $\theta_i$  é o ângulo entre a direção direta da iluminação e a superfície normal.  $t_i$  é o fator de atenuação da luz direta; se  $t_i = 1$ , o ponto de objeto está em uma região de luz do sol e, se  $t_i = 0$ , o ponto de objeto está em uma região de sombra. Aqui, um coeficiente de sombra para o  $i$ -ésimo pixel é denotado por  $k_i = t_i \cos \theta_i$  e a razão entre pixels não-sombra e pixels de sombra pode ser calculada como  $r = L_d / L_e$ .

O procedimento de detecção de sombras nos fornece uma máscara de sombra binária onde cada pixel  $i$  recebe um valor  $k_i$  de 1 ou 0. Com base nesse modelo, o objetivo é relimar cada pixel usando esse coeficiente para obter uma imagem livre de sombras. O novo valor de pixel é calculado com base na seguinte fórmula:

$$I_i^{\text{Livre de Sombra}} = ((r + 1) / (k_i r + 1)) I_i \quad (6)$$

Inicialmente, as intensidades médias de pixel nas áreas de sombra e não-sombra da imagem são calculadas, e essa diferença é adicionada aos pixels do canal I. Em seguida, calcula-se a relação entre os pixels de sombra médios e os pixels médios não sombreados. Em seguida, os valores de H e S são calculados. Depois disso, a imagem é convertida em uma imagem RGB. Por causa da luz ambiente, as proporções dos dois pixels não são iguais em todos os três canais de cores. Os dois cantos serão diferenciados apenas na intensidade, mas também na maturação e saturação. Assim, corrigir a intensidade dos pixels sombreados não remove a sombra e também precisamos corrigir os valores de cromaticidade.

Apos uma filtragem, a densidade de sombra é calculada, o que mostra o grau do efeito da luz. Se torna 0 em uma região de sol, e se torna 1 em uma região de penumbra. Usando a densidade da sombra, a área de sombra é segmentada nas regiões da luz do sol e de penumbra. Como a cor da luz da região da penumbra nem sempre é a mesma da região do sol, o ajuste de cor é realizado entre elas. Em seguida, a média de cor e a variância da região da penumbra são ajustadas para serem as mesmas da região ensolarada. Nos ajustes de penumbra, cor e brilho para pequenas regiões são realizados da mesma forma que são para a região da penumbra. Finalmente, todas as fronteiras entre regiões sombreadas e regiões vizinhas iluminadas são suavizadas, envolvendo-as com uma máscara gaussiana.

### 3 | RESULTADOS

O módulo de detecção e remoção de sombras foi implementado no ambiente MATLAB. Num máquina Intel Pentium i5 2.40 GHz com um sistema operacional de 64 bits e 2 GB de RAM foi usada para testes. Nos experimentos, foram utilizadas imagens de tamanho 256X256. O conjunto de treinamento consistiu em 40 imagens ao ar livre e 40 imagens internas. Alguns exemplos de detecção de sombras e remoção de sombras sob a estrutura proposta são mostrados na Figura 1 e 2.

As duas primeiras linhas da Figura 1 mostram resultados de detecção de sombra de imagens externa. A Figura 2 mostra uma imagem livre de sombra usando a estrutura de remoção de sombra proposta. Vemos que o framework proposto pode remover com sucesso as regiões sombreadas porem com uma certa discrepância de coloração.

A tabela 1 apresenta uma comparação entre a estrutura proposta e alguns métodos bem relatados na literatura. Nela, vemos que nossa abordagem supera os métodos propostos nas taxas de detecção e remoção. O tempo médio de cálculo para a detecção de sombras e remoção do modelo é mostrado na Tabela 2.

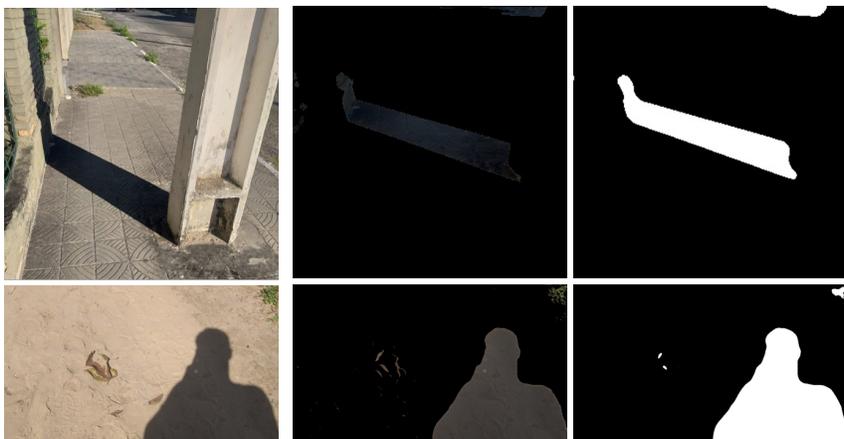
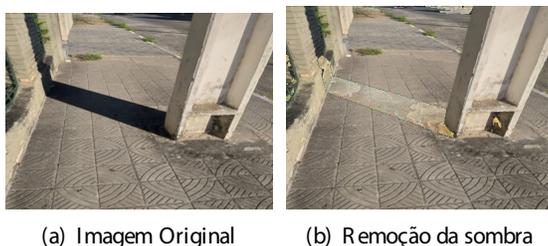


Figura 1: Modelo de detecção de sombra localizando sombra em imagens externas



(a) Imagem Original

(b) Remoção da sombra

Figura 2: Remoção da sombra

Modelo	Deteção Sombra	Remoção Sombra
Fei Kou [4]	86,21%	82,45%
Anat Levin [5]	82,53%	81,22%
G D Finlayson [7]	93,54%	94,32%
Método Proposto	95,32%	95,34%

Tabela 1. Comparação entre taxa de detecção e remoção

Modelo	Deteção Sombra (s)	Remoção Sombra (s)
Fei Kou [4]	0.880	0.9236
Anat Levin [5]	0.0674	0.8209
G D Finlayson [7]	0.0543	0.8198
Método Proposto	0.0698	0.9102

Tabela 2. Comparação entre tempo médio de detecção

## 4 | CONCLUSÕES

Este artigo delinea um método de detecção e remoção de sombras baseado no espaço de cores HSV. A maioria dos trabalhos anteriores envolveu várias imagens, juntamente com uma câmera calibrada, enquanto o método proposto é uma maneira simples e eficiente de remover sombras de imagens individuais. Análises e resultados de experimentos sugerem que a estrutura de detecção e remoção de sombra proposta é mais precisa do que os métodos de [4-7]. Mas o framework proposto precisa melhorar seu tempo de computação e resposta. A ênfase deste trabalho está na implementação do modelo, para detectar e remover sombras, usando o espaço de cores HSV. Esta ênfase também é dada para melhorar a imagem livre de sombra recuperada, corrigindo a cor, algo que vimos necessitar de aperfeiçoamento. A principal conquista da estrutura proposta reside na suavidade da transição entre a imagem som para sem sombra, mantendo todos os detalhes da região sombreada intactos. É evidente que a estrutura proposta efetivamente conseguiu remover sombras de várias imagens texturizadas. Durante a realização dos experimentos, diferentes pontos de vista, condições de iluminação e distâncias variadas entre objeto e câmera frequentemente ocorriam. Deixamos esses problemas para estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

- Anat Levin, Assaf Zomet, Shmuel Peleg, and Yair Weiss. **Seamless image stitching in the gradient domain**. In *European Conference on Computer Vision*, pages 377–389. Springer, 2004.
- C.X. Jiang and M.O. Ward. **Shadow segmentation and classification in a constrained environment**. *CVGIP: Image Understanding*, 1994, 59(2):213 – 225.
- Fei Kou, Weihai Chen, Changyun Wen, and Zhengguo Li. **Gradient domain guided image filtering**. *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(11):4528–4539, 2015.
- Graham D Finlayson, Steven D Hordley, Cheng Lu, and Mark S Drew. **On the removal of shadows from images**. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 28 (1):59–68, 2005.
- Hazewinkel, M, **Poisson equation**, Encyclopedia of Mathematics, Springer Science+Business Media B.V. / Kluwer Academic Publishers, Disponível em: <[https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Poisson\\_equation](https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Poisson_equation)>. Acesso em: 18 ago. 2019.
- K. He, R. Zhen, J. Yan, and Y. Ge. **Single-image shadow removal using 3D intensity surface modeling**. *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(12):6046–6060, 2017.
- L. Zhang, Q. Zhang, and C. Xiao. **Shadow remover: Image shadow removal based on illumination recovering optimization**. *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(11):4623–4636, 2015.
- M. Xu, J. Zhu, P. Lv, B. Zhou, M. F. Tappen, and R. Ji. **Learning-based shadow recognition and removal from monochromatic natural images**. *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(12):5811–5824, 2017.

N. Su, Y. Zhang, S. Tian, Y. Yan, and X. Miao. **Shadow detection and removal for occluded object information recovery in urban high-resolution panchromatic satellite images.** *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(6):2568–2582, 2016.

Otsu, Nobuyuki. **A threshold selection method from gray-level histograms.** *IEEE Trans. Sys., Man., Cyber.* **9** (1): 62–66. 1979.

Patrick Pérez, Michel Gangnet, and Andrew Blake. **Poisson image editing.** *ACM Transactions on graphics (TOG)*, 22(3):313–318, 2003.

S. H. Khan, M. Bennamoun, F. Sohel, and R. Togneri. **Automatic shadow detection and removal from a single image.** *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 38(3):431–446, 2016.

T. F. Y. Vicente, M. Hoai, and D. Samaras. **Leave-one-out kernel optimization for shadow detection and removal.** *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 40 (3):682–695, 2018.

## 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) 