

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# ENGENHARIA ELÉTRICA: O MUNDO SOB PERSPECTIVAS AVANÇADAS

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# ENGENHARIA ELÉTRICA: O MUNDO SOB PERSPECTIVAS AVANÇADAS

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

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

#### **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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª 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  
Profª 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia 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  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª 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  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª 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  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª 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

## Engenharia elétrica: o mundo sob perspectivas avançadas

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann

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

E57 Engenharia elétrica: o mundo sob perspectivas avançadas /  
Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz  
Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-013-8

DOI 10.22533/at.ed.138211305

1. Engenharia elétrica. I. Dallamuta, João  
(Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III.  
Título.

CDD 621.3

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

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX.

Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricitista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

Neste livro temos uma diversidade de temas nas áreas níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
FUSÃO DE SENSORES INERCIAIS BASEADA EM FILTRO DE KALMAN Carolina Barbosa Amaro Dias DOI 10.22533/at.ed.1382113051	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO: PRINCIPAIS DESAFIOS E OPORTUNIDADES Laura Vieira Maia de Sousa Paula Meyer Soares DOI 10.22533/at.ed.1382113052	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NA UFAC (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE) Pedro Henrique Melo Costa Thiago Melo de Lima Antonio Carlos Alves de Farias Rennard de Oliveira Brito DOI 10.22533/at.ed.1382113053	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>44</b>
ANÁLISE DOS ASPECTOS SAZONAIS DA NEBULOSIDADE NO PROJETO DE INSTALAÇÕES FOTOVOLTAICAS FIXAS EM BRASÍLIA/DF Licinius Dimitri Sá de Alcantara Mayara Soares Campos DOI 10.22533/at.ed.1382113054	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>57</b>
TÉCNICA PREDITIVA DE SEGUIMENTO DO PONTO DE POTÊNCIA MÁXIMA GLOBAL DE ARRANJOS FV EM SOMBREAMENTO PARCIAL Paulo Robson Melo Costa Lucas Taylan Ponte Medeiros Isaac Rocha Machado Marcus Rogério de Castro DOI 10.22533/at.ed.1382113055	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>76</b>
ANÁLISE DE TOPOLOGIAS EM TRAÇADOR DE CURVA I-V APLICADOS EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Ana Lyvia Pereira Lima de Araújo Arthur Vinicius dos Santos Lopes Adson Bezerra Moreira DOI 10.22533/at.ed.1382113056	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>94</b>
METODOLOGIA PARA GERENCIAMENTO E MANEJO DE CARGA APLICADA A CONSUMIDORES RESIDENCIAIS COM GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
Andrei da Cunha Lima	
Laura Lisiane Callai dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1382113057</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>113</b>
ESTUDO DO SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA DE ÚNICO ESTÁGIO COM CONEXÃO DIRETA AO SISTEMA ELÉTRICO TRIFÁSICO	
Lucas Taylan Ponte Medeiros	
Paulo Robson Melo de Costa	
Ângelo Marcilio Marques dos Santos	
Leonardo Pires de Sousa Silva	
Denisia de Vasconcelos Mota	
Adson B. Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1382113058</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>129</b>
ESTUDO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS	
André Favetta	
Daniel Augusto Pagi Ferreira	
Maurício José Bordon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1382113059</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>142</b>
ESTUDO DAS CAUSAS DE SNAIL TRAILS EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILÍCIO CRISTALINO: REVISÃO.	
Neolmar de Matos Filho	
Dênio Alves Cassini	
Túlio Pinheiro Duarte	
Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130510</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>156</b>
THE IMPACT OF THE FREQUENCY DEPENDENCE OF SOIL ELECTRICAL PARAMETERS ON LIGHTNING OVERVOLTAGES DEVELOPED IN A 138 KV TRANSMISSION LINE	
Felipe Mendes de Vasconcellos	
Fernando Augusto Moreira	
Rafael Silva Alípio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130511</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>170</b>
A INFLUÊNCIA DO EFEITO DEPENDENTE DA FREQUÊNCIA DOS PARÂMETROS ELÉTRICOS DO SOLO SOBRE O DESEMPENHO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO FRENTE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	
Felipe Mendes de Vasconcellos	

Fernando Augusto Moreira

Rafael Silva Alípio

**DOI 10.22533/at.ed.13821130512**

**CAPÍTULO 13..... 189**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DEPENDENTE DA FREQUÊNCIA DOS PARÂMETROS DO SOLO NA RESPOSTA IMPULSIVA DO ATERRAMENTO E NAS SOBRETENSÕES DE ORIGEM ATMOSFÉRICA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO**

Felipe Mendes de Vasconcellos

Fernando Augusto Moreira

Rafael Silva Alípio

**DOI 10.22533/at.ed.13821130513**

**CAPÍTULO 14..... 207**

**CONVERSORES E INVERSORES PARA ACIONAMENTO E CONTROLE DE UM VEÍCULO ELÉTRICO HÍBRIDO**

Moisés de Mattos Dias

Niklaus Veit Lauxen

Marco Antônio Fröhlich

Claudionor Atilio Vingert

Giuseppe Guilherme Mergener Vingert

Luiz Carlos Gertz

Alessandro Sarmiento dos Santos

José Lesina Cezar

Patrice Monteiro de Aquim

Jonathan Moling

Gabriel Mateus Neumann

Nickolas Augusto Both

Monir Goethel Borba

Lirio Schaeffer

**DOI 10.22533/at.ed.13821130514**

**CAPÍTULO 15..... 221**

**ESTUDO DA TECNOLOGIA DE FRENAGEM REGENERATIVA E SEU IMPACTO NA AUTONOMIA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS ALIMENTADOS POR BATERIAS**

Gabriel Silva de Marchi Benedito

Daniel Augusto Pagi Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.13821130515**

**CAPÍTULO 16..... 238**

**PATH PLANNING COLLISION AVOIDANCE USING REINFORCEMENT LEARNING**

Josias Guimarães Batista

Emerson Verar Aragão Dias

Felipe José de Sousa Vasconcelos

Kaio Martins Ramos

Darielson Araújo de Souza

José Leonardo Nunes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.13821130516**

<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>252</b>
<b>CONTROLE DE PRECISÃO PARA PRÓTESES MECÂNICAS</b>	
Haniel Nunes Pereira Pinheiro	
Ronaldo Domingues Mansano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130517</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>266</b>
<b>ESTUDO DA VIABILIDADE DO MEDIDOR DE FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA FLOW™ E ADAPTAÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS</b>	
Camila de Souza Gomes	
Ana Carolina Silva de Aquino	
Gabriela Haydee Mayer de Figueiredo Barbosa	
Maria Eduarda Santos Amaro	
Sergio Murilo Castro Cravo de Oliveira	
Lilian Regina de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130518</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>280</b>
<b>OTIMIZAÇÃO GEOMÉTRICA E AUTOMATIZAÇÃO PARA UM PASTEURIZADOR COM CONCENTRADOR CILÍNDRICO-PARABÓLICO</b>	
Gustavo Krause Vieira Garcia	
Antonio Lucas dos Santos Carlos	
Neemias Dantas Fernandes	
Taciano Amaral Sorrentino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130519</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>297</b>
<b>ESTUDO DA SECAGEM SOLAR DE BIOMASSA DE LARANJA COM CONVECÇÃO NATURAL E FORÇADA</b>	
Mariana de Miranda Oliveira	
Leandro Antônio Fonseca Domingues	
Andrea Lucia Teixeira Charbel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130520</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>307</b>
<b>ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURA NO CAPACITOR TÉRMICO DE UM SECADOR SOLAR DE EXPOSIÇÃO INDIRETA</b>	
Brenda Fernandes Ribeiro	
Antonio Gomes Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130521</b>	
<b>CAPÍTULO 22.....</b>	<b>321</b>
<b>MODELAGEM E CONTROLE DE UMA PLATAFORMA EXPERIMENTAL DO TIPO GANGORRA DE EIXO ÚNICO</b>	
Reinel Beltrán Aguedo	
Ricardo José de Farias Silva	
Ania Lussón Cervantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13821130522</b>	

**CAPÍTULO 23..... 335**

**DESSALINIZADOR SOLAR PORTÁTIL PARA APLICAÇÃO EM COMUNIDADES RURAIS NO RIO GRANDE DO NORTE**

Paulo Vinícius de Souza Oliveira  
Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra  
Luiz José de Bessa Neto  
Vitória Caroline Carvalho do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.13821130523**

**CAPÍTULO 24..... 350**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PLATAFORMA DIDÁTICA COMPUTACIONAL APLICADA À ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM UM AMBIENTE DE CÓDIGO ABERTO - SCIENTIFIC LABORATORY (SCILAB)**

Matheus Silva Pestana  
Danúbia Soares Pires  
Orlando Donato Rocha Filho

**DOI 10.22533/at.ed.13821130524**

**CAPÍTULO 25..... 363**

**AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DO CICLO DE VIDA: ESTUDO DE CASO APLICADO A CONSTRUÇÃO CIVIL**

Mauricio Andrade Nascimento  
Ednildo Andrade Torres

**DOI 10.22533/at.ed.13821130525**

**CAPÍTULO 26..... 391**

**MONITORAÇÃO REMOTA DE RESERVATÓRIOS LÍQUIDOS UTILIZANDO O MÓDULO ESP32-LoRa**

Maria Eduarda Aparecida Gil  
Thiago Timoteo Henrique  
Getúlio Teruo Tateoki

**DOI 10.22533/at.ed.13821130526**

**CAPÍTULO 27..... 397**

**S.A.C SISTEMA DE ASSISTÊNCIA AO CICLISTA**

Ricardo Bussons da Silva  
Alexandre Henrique Ferreira Rodrigues  
Deivid Roberto Almeida Vasconcellos  
Rian Guilherma Braga de Lima  
San-Cleir Neto Silva Orlanlandes  
Victor Manoel Rosa de Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.13821130527**

**CAPÍTULO 28..... 402**

**UMA ABORDAGEM BASEADA EM APRENDIZADO DE MÁQUINA E DESCRITORES ESTATÍSTICOS PARA O DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM ROLAMENTOS DE MÁQUINAS ROTATIVAS**

Lucas de Oliveira Soares

Luiz Alberto Pinto  
Diego Assereuy Lobão

**DOI 10.22533/at.ed.13821130528**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>415</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>416</b>

## ESTUDO DA VIABILIDADE DO MEDIDOR DE FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA FLOW™ E ADAPTAÇÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS

Data de aceite: 01/05/2021

Data de submissão: 05/02/2021

### **Camila de Souza Gomes**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/6772598949756659>

### **Ana Carolina Silva de Aquino**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/3802942698025709>

### **Gabriela Haydee Mayer de Figueiredo Barbosa**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/3476107957324590>

### **Maria Eduarda Santos Amaro**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2035740642569205>

### **Sergio Murilo Castro Cravo de Oliveira**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/1360332912881863>

### **Lilian Regina de Oliveira**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/7023999884441279>

**RESUMO:** Sinais vitais (SSVV) são sinais clínicos inerentes ao exame físico do paciente, que permitem avaliar as funções fisiológicas básicas

do corpo humano. Com a evolução desses prognósticos, tanto no âmbito científico quanto no âmbito tecnológico, nota-se a necessidade de uma pesquisa contemporânea no que tange a mensuração da frequência respiratória. No atual cenário de propagação pandêmica do COVID-19, pode-se notar uma maior necessidade dessa avaliação ser ainda mais precisa. A pesquisa tem como objetivo a criação de um aparelho seguindo o modelo FLOW, que possibilite o estudo e medição dos parâmetros respiratórios de indivíduos voluntários saudáveis ou com patologias respiratórias sendo, asma, bronquite, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e pneumonia focos dos testes. Os resultados poderão ser avaliados pelo profissional de saúde através de um banco de dados, no qual o aparelho será conectado em uma rede vinculada.

**PALAVRAS - CHAVE:** Frequência Respiratória; Medição; Patologia; Respiração; Técnicas de diagnóstico do sistema respiratório;

### FEASIBILITY STUDY OF FLOW™ RESPIRATORY RATE METER AND ADAPTATION FOR THE IDENTIFICATION OF PATHOLOGIES

**ABSTRACT:** Vital signs (VS) are clinical signs inherent to the physical examination of the patient, which allow the assessment of the basic physiological functions of the human body. With the evolution of these prognoses, both in the scientific and in the technological scope, there is a need for contemporary research regarding the measurement of respiratory rate. In the current scenario of pandemic propagation of COVID-19, it can be noted that there is a greater

need for this assessment to be even more accurate. The research has the goal to create a device following the FLOW model, allowing the study and measurement of the respiratory parameters of healthy individuals or with respiratory pathologies, being asthma, bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and pneumonia focus of the tests. The results can be evaluated by the health professional through a database, in which the device will be connected to a network.

**KEYWORDS:** Breath; Diagnostic techniques of the respiratory system; Measurement; Pathology; Respiratory Frequency.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os sinais vitais (SSVV) são parâmetros imprescindíveis para a realização do exame físico durante a consulta de enfermagem. São considerados como rotina a avaliação da frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial e temperatura. Os dados mencionados são avaliados, para analisar o estado de saúde do paciente, de modo não invasivo, rápido e eficiente. Permitindo avaliar o sistema fisiológico, detectando suas necessidades básicas e possibilitando uma intervenção imediata.

A mensuração da frequência respiratória é realizada para avaliar a expansão e retração do tórax e abdômen, um movimento fisiológico exonde o corpo visa receber o oxigênio, dispensar o dióxido de carbono e executar a troca gasosa entre os alvéolos, transformando o sangue venoso rico em gás carbônico em um sangue arterial rico em oxigênio.

A avaliação acontece através da inspeção, um método visual, que examina o movimento da caixa torácica, analisando a amplitude do tórax, ritmo da inspiração e expiração, simetria dos movimentos torácicos e se o examinado encontra alguma dificuldade respiratória. Deve ser avaliado durante um minuto, levando em consideração que uma respiração corresponde a uma inspiração e uma expiração.

Segundo Machado (1975), “a habilidade em observar é o resultado de um processo longo e árduo de deliberação e identificação de problemas (...)”. Pode-se então concluir, que o método de avaliação pela inspeção pode ser falho caso o profissional não mensure no tempo necessário ou não consiga abordar todos os critérios que a avaliação respiratória exige.

Sabe-se que a respiração é um dos sinais vitais em que o paciente tem autonomia de autocontrole, “o paciente não deve estar ciente de que a frequência está sendo avaliada, pois ele pode alterar o padrão de respiração” (VAUGHANS, 2012, p.79).

A realização do registro de enfermagem é essencial para assistência ao paciente, devendo ser registrado toda a prática realizada durante a consulta. Teixeira (2015), evidencia em seu estudo, falhas recorrentes nas anotações dos SSVV em prontuários, mesmo estes sendo de obrigatoriedade legal da equipe de enfermagem, e se não feitos, prejudicam a troca de informação entre os profissionais. Dentre eles a frequência respiratória geralmente

é o sinal vital menos relatado em seus prontuários.

A presente pesquisa tem como objetivo a adaptação do aparelho FLOW™, confeccionado na Noruega pela empresa *SweetzPot*, é nada mais nada menos, que um sensor desenvolvido para o monitoramento respiratório de atletas. A criação do protótipo visa auxiliar os profissionais de saúde na identificação de alterações respiratórias, classificação patológica e alterações fisiológicas que o paciente possa apresentar, além de contribuir para consultas e proporcionar a obtenção de resultados fidedignos.

O aparelho produzido pela empresa norueguesa, é avaliado no valor de US\$299,00. Desta forma, visando um melhor custo benefício, almeja-se realizar uma adaptação do mesmo, de modo que seja revendido a um valor mais baixo e ainda permita a realização da avaliação clínica pelos profissionais de saúde, por meio de gráficos em um *display*, através de um aplicativo.

## 1.1 Justificativa

Como dito anteriormente, a avaliação da frequência respiratória não deve ser dita ao paciente quanto estiver sendo executada. Uma vez que este, tem pleno controle do seu padrão respiratório quando está ciente do procedimento. De acordo com Curado (2017, p.91), o profissional pode fazer a avaliação logo após a verificação do pulso, ainda com os dedos sobre o punho do paciente, como se ainda estivesse verificando seus batimentos cardíacos. Além disso também deve ser avaliada a profundidade e o ritmo dos movimentos do tórax.

Ao analisar o cenário da pandemia pelo COVID-19, nota-se uma necessidade crescente da monitorização dos parâmetros respiratórios. De acordo com dados fornecidos pela OMS (Organização Mundial de Saúde), uma em cada seis pessoas infectadas desenvolvem dificuldade de respirar. “A avaliação precisa do quadro respiratório é muito importante, pois fornece informações que possibilitam ações que, se realizadas em tempo hábil, podem salvar a vida de uma pessoa” (VAUGHANS, 2012, p.79).

Desta forma, com o avanço da tecnologia na medicina é de grande valia o desenvolvimento de um aparelho que se adapte aos diferentes usuários e facilite a monitorização da frequência respiratória feita pelo profissional, uma vez que um dispositivo poderá gerar dados precisos, evidenciar padrões respiratórios e não sobrecarregar o examinador.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Patologias Respiratórias

A asma, é uma síndrome complexa com muitos fenótipos clínicos tanto em adultos quanto crianças. Suas características principais incluem, grau variável de obstrução de fluxo aéreo, hiper responsividade dos brônquicos e inflamação das vias aéreas (Busse *et*

al., 2001).

Em 2017, o *Global Strategy for The Diagnosis, Management, And Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* evidenciou que a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é causada devido à combinação da bronquite crônica, uma inflamação das pequenas vias aéreas, e a destruição do parênquima pulmonar, chamado de enfisema. A junção de ambas as condições causa alterações estruturais, estreitamento e perda da adesão dos alvéolos as pequenas vias aéreas, comprometendo a elasticidade destas, e levando a diminuição da capacidade de permanecerem abertas durante a expiração. O uso de tabaco é um grande fator de risco no desenvolvimento do DPOC.

De acordo com a Biblioteca Virtual em Saúde (2015), a pneumonia, é caracterizada por uma infecção nos pulmões, provocada por algum agente infeccioso ou irritante, como bactérias, fungos, vírus e reações alérgicas, onde podem acometer os alvéolos e as vezes os interstícios (espaço entre um alvéolo e outro).

Segundo Ferraz (2017), “dentre os óbitos decorrentes das doenças do aparelho respiratório, a representatividade das pneumonias era de 38% em 1996, passando para 48% em 2012”.

## 2.2 Extensômetro ou Strain Gage

*Strain Gages* / Extensômetros Elétricos, são elementos resistivos analógicos (350, 700 e 1000 Ohms) fixados na estrutura de célula de carga que variam a resistência dependendo da força de compressão ou tensão que a estrutura da célula de carga recebe.

A resistência elétrica de um *Strain Gage* varia proporcionalmente com o valor da deformação do corpo de prova, como mostrado na Figura 1.

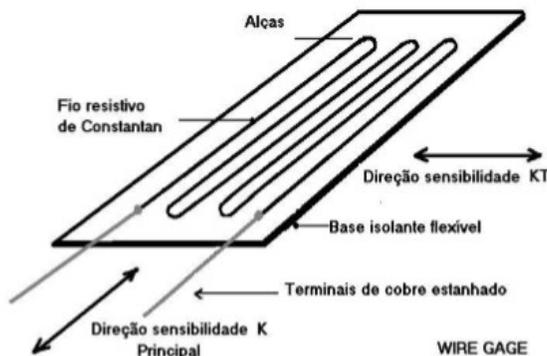


Figura 1 - Imagem representativa de um extensômetro.

Fonte: Clifford, 1973

A *Strain Gage* mais amplamente utilizado é a de componentes metálicos, nos quais são formados por um fio muito fino ou, mais comumente, por folhas metálicas dispostas em um padrão de grade. O padrão de grade maximiza a extensão dos fios ou folhas metálicas sujeitas à deformação na direção paralela. A grade é colada a um suporte fino, denominado base, que é fixado diretamente no corpo de prova. Dessa forma, a deformação sofrida pelo corpo de prova é transferida diretamente para a *Strain Gage*, que responde com uma variação linear de sua resistência elétrica.

As células de carga com tecnologia *Strain Gage* levam internamente quatro extensômetros ligados entre si conforme o conceito da Ponte de *Wheatstone*.

A saída de uma célula de carga de *Strain Gage* é expressa em termos de  $mV / V$  e é diretamente proporcional à entrada.

É através da medição do desbalanceamento da Ponte de *Wheatstone* que se obtém o valor da força aplicada.

A forma geométrica, o material do corpo da célula de carga, a intensidade da força/carga a ser medida e as condições ambientais devem ser objeto de um meticuloso estudo quanto à escolha da célula de carga.

Considerando-se que a temperatura gera deformações em corpos sólidos e que estas poderiam ser confundidas com a provocada pela ação da força a ser medida, há necessidade de se “compensar” os efeitos de temperatura através da introdução, no circuito de *Wheatstone*, de resistências especiais que variem com a temperatura de forma inversa a dos extensômetros, mostrado na Figura 2 (CLIFFORD, 1973).

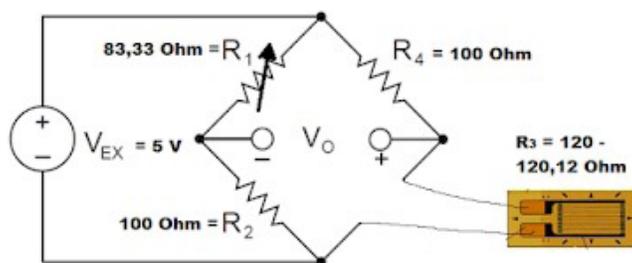


Figura 2 - Circuito em ponte de *Wheatstone*.

Fonte: Projeto Extensômetro, 2017

### 2.3 Histerese, Repetibilidade, Não-Linearidade e Fluência

De acordo com Guilherme (2016), é sabido que o fenômeno de histerese é a diferença máxima entre as leituras de saída do transdutor para a mesma força aplicada, uma leitura obtida aumentando a carga a partir do zero e a outra diminuindo a carga a

partir da escala nominal. Um efeito normalmente presente ao ciclo de pesagem que deve ser controlado com a escolha conveniente da liga da matéria-prima da célula de carga decorrente de trocas térmicas com o ambiente da energia elástica gerada pela deformação, o que acarreta que as medições de cargas sucessivas não coincidam com as descargas respectivas.

Enquanto que a repetibilidade, é a indicação da mesma deformação decorrente da aplicação da mesma carga sucessivamente.

Entretanto, a Não-Linearidade, é um desvio da média dos valores dos sinais das células de carga de uma linha reta até a força zero aplicada e a força máxima aplicada.

Por fim, a fluência (*Creep*), consiste na variação da deformação ao longo do tempo após a aplicação da carga. Este efeito decorre de escorregamentos entre as faces da estrutura cristalina do material e apresenta-se como variações aparentes na intensidade da força sem que haja incrementos na mesma.

### 2.3.1 Princípio de Funcionamento

Segundo Guilherme (2016), o fio resistivo, altera sua resistência de acordo com o “alongamento” da superfície em que está colocado, gerando dessa maneira sinais elétricos que são interpretados pela placa de aquisição, transformando os valores em deformação (*Strain*). Os valores de deformação por sua vez podem ser convertidos em tensão mecânica (ex. MPa).

Os extensômetros são colados cuidadosamente na superfície das peças que devem estar totalmente limpas diretamente em contato com o metal base (ausência de tinta, oxidação, etc). Extensômetros são usados para medir deformações em diferentes estruturas. A medida realizada colando um extensômetro nessa estrutura, convertendo a deformação causada em uma quantidade elétrica (tensão) e amplificando a para leitura em um local remoto.

### 2.3.2 Princípio de Funcionamento dos Extensômetros

O extensômetro é baseado no fato de que os metais mudam sua resistência elétrica quando sofre uma deformação. O extensômetro uniaxial, geralmente é instalado onde as tensões no local de instalação se apresentam predominantemente em apenas uma direção, que deve ser a mesma orientação do sentido longitudinal do sensor (GUILHERME, 2016).

O formato do circuito é em ponte de Wheatstone, cujos 4 resistores são: Um de 120 Ohm (extensômetro -  $R_3$ ), dois de 100 Ohm ( $R_2$  e  $R_4$ ) e um variável (potenciômetro ou trimer -  $R_1$ ), com tensão de 5V da fonte.

## 2.4 Módulo Conversor de Sinal HX711

Baseado no sistema patenteado pela *Avia Semiconductor* tecnologia, o HX711, visto na Figura 3 é um conversor analógico-digital (ADC) de precisão de 24 *bits* projetado para

balanças e aplicações de controle industrial para interface diretamente com um sensor de ponte. O multiplexador de entrada seleciona o canal A ou diferencial de entrada B para o ruído baixo amplificador de ganho programável (PGA). O Canal A pode ser programado com um ganho de 128 ou 64, correspondente a uma entrada diferencial em grande escala tensão de  $\pm 20\text{mV}$  ou  $\pm 40\text{mV}$ , respectivamente, quando uma fonte de 5V está conectada à alimentação analógica  $V_{DD}$  que é o pino de alimentação. O Canal B possui um ganho fixo de 32. O regulador da fonte de alimentação *Onchip* elimina a necessidade para que um regulador de fornecimento externo forneça energia para o ADC e o sensor. O circuito *poweron-reset* do *chip* simplifica a *interface* digital inicialização. Não há programação necessária para os registros internos. Todos os controles do HX711 são através dos pinos.

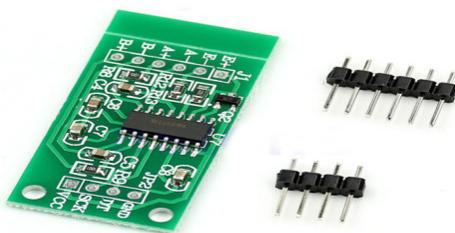


Figura 3 - Módulo conversor de sinal HX711.

Fonte: Robocore, 2019

## 2.5 NODEMCU ESP8266-12 V3

O NodeMcu, é uma plataforma baseada no ESP8266 para criar vários dispositivos da Internet das Coisas (IoT). O módulo pode enviar e receber informações para uma rede local ou para a Internet usando *WI-FI*.

A presença de amplificadores de potência, reguladores, sistemas de gerenciamento de energia.

As placas da geração  $V_1$  e  $V_2$  são fáceis de distinguir - elas têm tamanhos diferentes. Além disso, a segunda geração está equipada com uma modificação aprimorada do *chip* ESP-12 e 4 MB de memória *flash*. As placas  $V_3$  não parecem diferentes da  $V_2$ ; eles têm uma saída USB mais confiável. A empresa LoLin lança a placa V3, uma das diferenças em relação à placa anterior é que uma das duas saídas reservadas é usada para terra adicional e a segunda para fonte de alimentação USB. A placa também possui um tamanho maior que os tipos anteriores, mostrada na Figura 4 (VIDA DE SILÍCIO, 2019).



Figura 4 - NodeMCU ESP8266-12 V3.

Fonte: Elaborada pela própria autora, 2020

### 2.5.1 Pinagem Nodemcu

O módulo  $V_3$  possui 11 pinos de E/ de uso geral. Pela Figura 5, é possível que se observe, algumas das características e funções adicionais:  $D_1$ - $D_{10}$  - saídas com modulação por largura de pulso; Pinos  $D_1$ ,  $D_2$  para a interface I<sup>2</sup>C / TWI; Pinos  $D_5$  -  $D_8$  para a interface SPI;  $D_9$ ,  $D_{10}$  - UART;  $A_0$  - entrada do ADC.

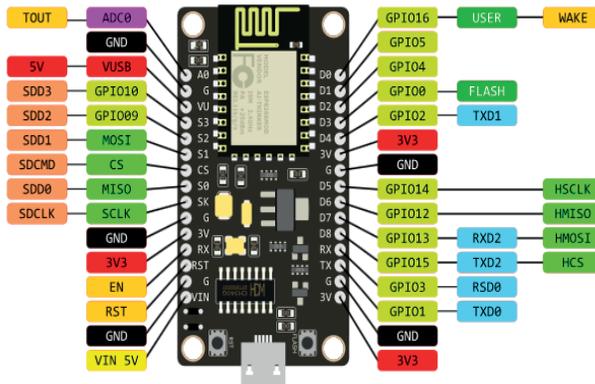


Figura 5- Pinagem de nodemcu.

Fonte: Vida de Silício, 2019

## 2.6 Protoboard

O *Protoboard*, é uma matriz de contato, mostrado na Figura 6, ou placa de ensaio (ou em inglês *breadboard*) é uma placa com furos de conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais (LISBOA, [s.d.])



Figura 6 – *Protoboard*.

Fonte: Robocore, 2019

## 2.7 Cinta Elástica

A cinta elástica, permite que o monitor de frequência respiratória se adapte confortavelmente em volta do peito, possui regulagem de tamanho e assim atende o máximo de pessoas com diâmetros torácicos diferentes. A cinta mostrada na Figura 7, pode ser removida do monitor para lavagem sempre que necessário (WEINECK, 2000).



Figura 7 - Cinta Elástica.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, 2020

## 2.8 Aplicativo Fácil e Intuitivo

O aplicativo apresentará uma *interface* clara, objetiva e de fácil utilização. A identificação do usuário no aplicativo será através de seus dados pessoais e registro interno da instituição que normalmente é o número do prontuário (TEIXEIRA, 2016).

O *software* receberá a entrada dos dados vindo do sistema arduino/extensômetro e mostrar como dados de saída parâmetros relacionados aos dados pessoais do usuário e a identificação do profissional responsável pela operação do equipamento. Em relação aos parâmetros fisiológicos em sua tela será apresentado, o valor da frequência respiratória e seu traçado, facilitando para o médico a identificação de uma possível patologia respiratória

em um espaço de tempo mais curto. O desenvolvimento do software é uma parte do projeto que será futuramente trabalhada.

## 2.9 Arduino

O Arduino Uno, é uma placa de Arduino que tem como microcontrolador principal o ATmega328P da fabricante Atmel. Possui 14 pinos digitais que podem ser utilizados como entrada e/ou saída, sendo que desses 14 pinos, 6 deles podem ser utilizados como saída PWM (Modulação por Largura de Pulso) que é um tipo de sinal elétrico para controle de motor por largura de pulso ainda tem mais 6 pinos de entrada para sinais analógicos. Para o *clock* do microcontrolador é utilizado um cristal oscilador de 16MHz, tem também conexão USB (*Universal Serial Bus*) e um conector para ligação da fonte de energia, um conector para programação e um botão de reset para reiniciar a placa.

*Shields* ou módulos para Arduino são placas que são desenvolvidas para serem compatíveis mecanicamente e eletricamente com as placas de Arduino, encaixando perfeitamente nas placas de Arduino e expandindo as capacidades das placas de Arduino, para diversas finalidades (SOLDAFRIA, [s.d.]).

Para melhor observação da ligação e seus respectivos locais de fixação. Segue o desenho do esquema na Figura 8 de ligação completo entre todos os itens:

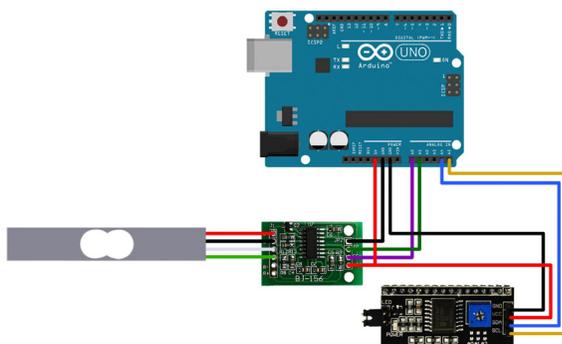


Figura 8 - Esquema de Ligação Entre Arduino, Módulo HX711 e Célula de Peso.

Fonte: Satrub,2019

O esquema de ligação dos equipamentos é bastante simples, porém deve-se ter cuidado com a conexão dos fios, que deve ser exatamente igual a imagem acima.

### 3 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a de pesquisa exploratória, de desenho contrabalanceado, onde os sujeitos não são designados aleatoriamente para os diferentes grupos. Todos os grupos são expostos a todos os tratamentos. (SOUSA, 2007).

Além disso, adotou-se o método de abordagem hipotético-dedutivo segundo Popper, evidenciado por Marconi e Lakatos (2003, p.95). Este é então dividido em três momentos: o problema; a conjectura, onde se propõe a solução; e o falseamento. O último, sendo a etapa em que “realizam-se os testes que consistem em tentativas de falseamento, de eliminação de erros, (...) Consiste em falsear, isto é, em tornar falsas as consequências deduzidas ou deriváveis da hipótese” (MARCONI e LAKATOS, 2003 p. 97).

A pesquisa utilizou um questionário *on-line* de perguntas fechadas e abertas, como primeiro modo de coleta de dados, visando obter informação sobre a prevalência de patologias respiratórias na população brasileira. Atualmente, está sendo realizada a aplicação do mesmo questionário, em papel, em parentes da equipe de pesquisadores e em alunos voluntários do Centro Universitário Newton Paiva, afim de selecionar os participantes que participarão da fase de teste do aparelho desenvolvido, comprovando sua viabilidade.

Posteriormente, a análise dos dados coletados durante o experimento terá uma abordagem quali-quantitativa, ou seja, apresenta características qualitativas e quantitativas de acordo com Gil (2002, p.139). Este trabalho depende, desta análise de questionários aplicados aos voluntários, com foco nos pontos principais referente ao estudo, como por exemplo, a condição respiratória que apresentam.

### 4 | RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que ao fim do projeto tenha sido construído um protótipo de medidor de parâmetros respiratórios seguindo o modelo FLOW™, de baixo custo, que seja prático e de fácil manuseio. Seguindo o objetivo da pesquisa, este deve ser capaz de gerar medidas precisas do que está sendo avaliado, ou seja, deverá medir a frequência respiratória, assimetria torácica e converter os dados em gráficos.

Almeja-se que os dados coletados sejam enviados a uma plataforma *on-line* simultaneamente para serem interpretados pelo próprio profissional responsável pela avaliação. Entende-se que deste modo poderá auxiliar na identificação de patologias e/ou alterações fisiológicas que o paciente possa vir a apresentar. Por fim, espera-se que o dispositivo se torne uma importante ferramenta na realização de diagnósticos, de monitoramento ou de estudos aprofundados referentes ao sistema respiratório. Já há padrões conhecidos a nível respiratórios para identificação de patológica por registros gráficos, como o ritmo de Biot e Kussmaul, porém não há no momento, os parâmetros métricos relacionando alongamento/ patologia. Durante a criação do protótipo, espera-se

obter dados mais assertivos e conclusivos, como mostrado na Figura 9.

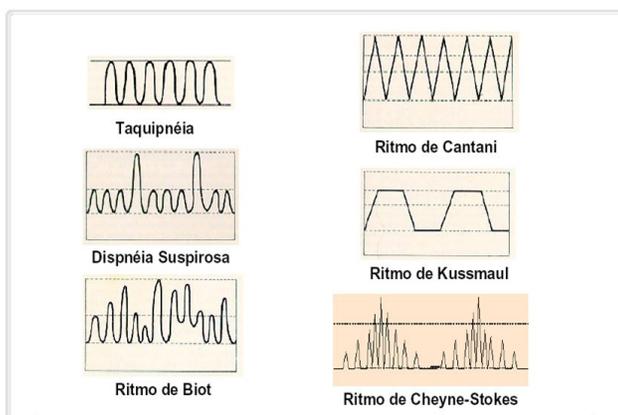


Figura 9 - Ritmos Respiratórios.

Fonte: Ribeiro, 2020

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possui como principal proposta, elaborar um aparelho viável e de fácil manuseio que auxilie o trabalho dos examinadores ao avaliar a frequência respiratória de seus pacientes, uma vez que essa mensuração é de extrema importância.

Ao que tange o uso do aparelho, espera-se que exista um baixo número de pré-requisitos referente a idade e forma física do examinado para que o teste seja fidedigno, ou seja, espera-se que o dispositivo se adapte ao maior número de pessoas possíveis, uma vez que a população brasileira é altamente diversificada. Desta forma, um maior número de indivíduos se beneficiará do aparelho e não apenas uma pequena parcela dos usuários.

É necessário ainda, pensar no paciente. É de extrema importância que o equipamento não cause desconforto ao examinado, e sim, deve deixá-lo calmo e confortável, para que mantenha seu padrão respiratório constante e controlado evitando o risco de interferência durante a medida.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Universitário Newton Paiva, que financiou esta pesquisa, a toda a equipe da IronBot e do grupo de pesquisas GMAC, que colaboraram no desenvolvimento do projeto, em especial a aluna Aléxia Scharlet Rodrigues Rezende.

## REFERÊNCIAS

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. **Pneumonia**. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/dicas-em-saude/2137-pneumonia>. Acesso em: 30 mai. 2020.

BUSSE, W.W., Lemanske, Robert F. **ASTHMA**. The New England Journal of Medicine, Inglaterra, v. 344, n.5, p. 350-362, 2001.

CLIFFORD, A.A. **Multivariate error analysis: a handbook of error propagation and calculation in many-parameter systems**. John Wiley & Sons [S.l.]. 1973.

CURADO, Ana Carolina de Castro. Fundamentos semiológicos de enfermagem. Editora e Distribuidora Educacional S.A. Londrina, 2017. Disponível em: [http://www.santaisabel.com.br/upl/pagina\\_adicional/Download\\_-\\_FNDAMENTOS\\_SEMIOLOGICOS\\_DE\\_ENFERMAGEM-11-09-2019\\_21-34-29.pdf](http://www.santaisabel.com.br/upl/pagina_adicional/Download_-_FNDAMENTOS_SEMIOLOGICOS_DE_ENFERMAGEM-11-09-2019_21-34-29.pdf). Acesso em: 20 mai. 2020

FERRAZ, R. D. O; OLIVEIRA-FRIESTINO, Jane Kelly; FRANCISCO, P. M. S. B. **Tendência de mortalidade por pneumonia nas regiões brasileiras no período entre 1996 e 2012**. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 274-279, abr.2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v43n4/pt\\_1806-3713-jbpneu-43-04-00274.pdf](https://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v43n4/pt_1806-3713-jbpneu-43-04-00274.pdf). Acesso em: 30 mai. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo. Atlas, 2002.

GOLD. **Global Strategy for The Diagnosis, Management, And Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Revised 2018)**. Washington: Global Initiative for Chronic Obstrutive Lung Disease, 2018. Disponível em: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov\\_WMS.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf). Acesso em: 29 de mai. 2020.

GUILHERME, J. **Extensômetria (Strain Gauge) – O que é? Quando utilizar?** Ensus, 2016. Disponível em: <https://ensus.com.br/extensometria-strain-gauge-o-que-e-quando-utilizar/>. Acesso em: 29 mai. 2020.

KALITUT. **Introdução ao ESP8266 Node Mucu v3**. Node MCU V3 complete guide. Disponível em: <https://www.kalitut.com/2019/11/nodemcu-esp8266.html>. Acesso em: 18 mai. 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LISBOA, V. G. C. **Protoboard**. Protoboard – UEL, [s.d.]. Disponível em: [http://www.uel.br/pessoal/ernesto/arduino/00\\_Protoboard.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ernesto/arduino/00_Protoboard.pdf). Acesso em: 18 mai. 2020.

MACHADO, M. H. , colaboradores. - **Análise da importância clínica da rotina da verificação da frequência respiratória em pacientes hospitalizado**. Reavaliação de rotinas em Enfermagem. Rev. Bras. Enf.; 28: 23-27, 1975.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Ponte de Wheatstone**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ponte-wheatstone.htm>. Acesso em: 26 mai. 2020.

OPAS Brasil. **Folha informativa – Covid -19 (doença causada pelo novo coronavírus)**. 2020. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875). Acesso em: 26 mai. 2020

PORTAL CELULA DE CARGA. **Strain Gages**. [s.d.]. Disponível em: <http://celuladecarga.com.br/17/strain-gages-extensometros-eletricos/>. Acesso em: 26 mai. 2020.

SOLDAFRIA. **O que é Arduino, para que serve, como funciona, onde comprar**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.soldafria.com.br/blog/o-que-e-um-arduino-para-que-serve-como-funciona-onde-comprar>. Acesso em: 25 mai. 2020.

STRAUB, M. G.; **Balança Arduino com Célula de Carga e HX711 – Tutorial Calibrando e Verificando Peso. Blog Usinainfo, 2019**. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/balanca-arduino-com-celula-de-peso-e-hx711-tutorial-calibrando-e-verificando-peso/>. Acesso em: 18 mai. 2020

SWEETZPOT. **Flow**. Disponível em: <https://www.sweetzpot.com/flow>. Acesso em: 13 mai. 2020

TEIXEIRA, Cristiane Chagas *et al.* **Aferição de sinais vitais: um indicador do cuidado seguro em idosos**. Texto contexto - enferm., Florianópolis, v. 24, n. 4, p.1071-1078, Dec. 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-07072015000401071&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072015000401071&lng=en&nrm=iso). Acesso em 12 mai. 2020.

TEIXEIRA, R. T. de M. **Construção e uso de um aplicativo para smartphones como auxílio ao ensino de Física. 2016**. Tese (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/852/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Final%20Raoni%20Thales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 mai. 2020.

VAUGHANS, B. W. **Fundamentos de Enfermagem desmistificados: um guia de aprendizado**. Tradução Denise Costa Rodrigues. Porto Alegre: AMGH, 2012.

VIDA DE SILÍCIO. 2019. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-esp8266-nodemcu/>. Acesso em: 20 mai. 2020

WEINECK, J. Futebol Total: **O Treinamento Físico no Futebol**. Phorte Editora, São Paulo, 2000. Busse, W.W

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aprendizagem 33, 238, 239, 251, 332, 350, 351, 352, 357, 359, 361, 362

ATP 156, 157, 158, 159, 170, 171, 173, 176, 177, 179, 189, 191, 192, 195, 196, 198, 255

Autonomia veicular 221

### B

*Backflashover* 157, 163, 169, 170, 171, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 190

### C

Cargas Variáveis 76, 92

Célula fotovoltaica 61, 115, 116, 129, 145

Confiabilidade 2, 142, 143, 145, 151, 152

Conversores 8, 58, 59, 85, 86, 207, 208, 214, 216, 219

### D

Dados Meteorológicos 38, 42, 44, 54

Descarbonização 14, 16, 17, 18, 23

Descargas Atmosféricas 156, 157, 170, 171, 174, 176, 183, 185, 189, 191, 193, 195, 204

Desempenho 5, 7, 6, 7, 47, 54, 76, 77, 78, 80, 86, 91, 92, 113, 117, 125, 127, 142, 145, 147, 151, 153, 157, 170, 171, 172, 176, 178, 185, 190, 197, 208, 212, 219, 224, 225, 226, 229, 232, 233, 234, 237, 251, 320, 321, 322, 323, 332, 348, 349, 395, 400, 402, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 413

*Desenvolvimento* 6, 1, 2, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 37, 38, 42, 45, 51, 76, 94, 111, 114, 130, 143, 153, 208, 209, 212, 213, 219, 220, 223, 229, 236, 252, 258, 263, 264, 268, 269, 275, 277, 282, 289, 296, 307, 308, 320, 322, 323, 333, 334, 348, 351, 352, 357, 361, 364, 365, 367, 368, 370, 372, 374, 376, 388, 389, 391, 398, 400, 404

### E

*Eficiência Energética* 6, 16, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 209, 219, 222, 237, 363, 365, 367, 374, 378, 380, 387, 390

Energia fotovoltaica 7, 40, 77, 96, 113, 129, 130, 131, 135, 137, 374

*Energia Solar* 16, 30, 33, 34, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 55, 56, 77, 78, 95, 130, 133, 138, 140, 141, 143, 152, 208, 219, 287, 294, 297, 298, 301, 308, 320, 335, 336, 337, 341, 344

### F

Fontes Renováveis 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 77, 115, 131, 143

Frenagem Regenerativa 8, 221, 222, 223, 236, 237

## **G**

Geração de Trajetória 239

*GMPPT* 57, 58, 75

## **I**

Inversores 8, 136, 138, 207, 208, 210

Irradiação Incidente 44, 55

## **M**

Manipulador Robótico 238, 239

Módulo fotovoltaico 62, 76, 77, 78, 84, 90, 91, 117, 119, 129, 131, 145, 146, 150, 151, 290

Módulos Fotovoltaicos 7, 33, 34, 61, 62, 63, 76, 77, 79, 83, 92, 99, 107, 110, 117, 122, 124, 130, 131, 135, 142, 143, 145, 146, 147, 149, 151, 152, 153

## **P**

Painéis Fotovoltaicos 7, 44, 47, 51, 55, 76, 77, 83, 97, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 139, 140

Parâmetros elétricos do solo 156, 170, 171, 172, 180, 181, 182, 184, 185, 191, 198, 200, 201, 203

Permissividade do solo 157, 171, 178, 185, 189, 190, 197, 203

*Pesquisa* 5, 6, 23, 25, 29, 30, 31, 34, 37, 40, 41, 42, 43, 56, 96, 132, 143, 152, 222, 266, 268, 276, 277, 278, 298, 305, 350, 352, 362, 371, 372, 375, 379, 381, 382, 398, 400, 404

Planejamento de Caminho 239

Prevenção de Colisão 239

## **Q**

*Qualidade de Energia* 41, 113

## **R**

Reforço 238, 239, 361

Resistividade do solo 156, 157, 170, 171, 172, 173, 177, 181, 182, 183, 184, 185, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 198, 200, 203, 204

Robótica 1, 251

## **S**

Sensores 6, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 39, 40, 58, 59, 66, 80, 104, 105, 119, 208, 287, 288, 289, 290, 300, 396, 403

Setor Elétrico 6, 14, 24, 25, 26, 27, 37

Sinais 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 28, 105, 213, 215, 216, 254, 256, 259, 266, 267, 271, 275,

279, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 412

Sistemas de aterramento 157, 170, 171, 177, 190, 191, 196, 198, 203

*Sistema Solar Fotovoltaico (FV)* 113

*Sombreamento Parcial* 6, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 74, 84

*SPPMG* 57, 58, 59, 60, 63, 70, 71, 72, 73, 74

## **T**

*Topologia de Estágio Único* 113, 122, 126

Traçador de curva I-V 6, 76, 77

Transição Energética 6, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29

Trilhas de Caracol 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

## **V**

Veículo Elétrico 8, 207, 208, 209, 210, 212, 217, 219, 221, 222, 223, 224, 236, 237

# ENGENHARIA ELÉTRICA: O MUNDO SOB PERSPECTIVAS AVANÇADAS

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

# ENGENHARIA ELÉTRICA: O MUNDO SOB PERSPECTIVAS AVANÇADAS

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

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

 @arenaeditora

 [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)