

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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. 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
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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. 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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: comunicação integrada no universo da energia

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
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: comunicação integrada no universo da energia / 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 978-65-5706-837-3

DOI 10.22533/at.ed.373212302

1. Energia. 2. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Título.

CDD 621.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

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 eletricista 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 e da computação 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. Também se trata de uma área de conhecimento com uma grande amplitude de subáreas e especializações, 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

CAPÍTULO 1..... 1

APLICAÇÃO DE REDE NEURAL ARTIFICIAL ESPECIALISTA EM RECONHECIMENTO DE TRANSTORNOS VOCAIS MODERADOS

Eduardo Henrique da Silva

Mateus Morikawa

Vinícius Baratieri Suterio

María Eugenia Dajer

DOI 10.22533/at.ed.3732123021

CAPÍTULO 2..... 11

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GROUNDING SYSTEMS MODELING ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

DOI 10.22533/at.ed.3732123022

CAPÍTULO 3..... 25

ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INTERNAÇÃO E DE CONSULTA MÉDICA EM HOSPITAIS PÚBLICOS E PRIVADOS DE ARAPIRACA-AL

Augusto César Lúcio de Oliveira

Gabriel dos Santos Alves

Hapitaglo Rian da Silva

Igor Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.3732123023

CAPÍTULO 4..... 36

SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM BASE EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH

Wyctor Fogos da Rocha

Mário Mestria

DOI 10.22533/at.ed.3732123024

CAPÍTULO 5..... 50

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA UM FOTÔMETRO

Gabriela Dias Alba

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Domingos Perego Junior

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

DOI 10.22533/at.ed.3732123025

CAPÍTULO 6..... 60

THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY-DEPENDENT BEHAVIOR OF GROUND

ELECTRICAL PARAMETERS ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

DOI 10.22533/at.ed.3732123026

CAPÍTULO 7..... 77

BANCADA EXPERIMENTAL PARA TESTE DE CONTROLADORES PRIMÁRIOS EM MICRORREDES

João Pedro Magalhães Fernandes

Márcio Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.3732123027

CAPÍTULO 8..... 89

ANÁLISE DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PADRÃO COM ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE TENSÃO NO MODO TENSÃO-POTÊNCIA ATIVA

Vitor Francisco Bassi de Franchi Siqueira

Romeu Reginatto

DOI 10.22533/at.ed.3732123028

CAPÍTULO 9..... 103

DESENVOLVIMENTO DE UM FOTOMETRO MICROCONTROLADO PARA ANÁLISE DE SUBSTÂNCIAS

Domingos Perego Junior

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Gabriela Dias Alba

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

DOI 10.22533/at.ed.3732123029

CAPÍTULO 10..... 112

MORTE POR ELETROCUSSÃO NA REGIÃO NORDESTE ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2019

Daniela Asquidamini

Carlos A. C. Jousseph

Bruna Pontes Cechinel

DOI 10.22533/at.ed.37321230210

CAPÍTULO 11..... 119

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GERENCIAMENTO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA

Raphael de Aquino Gomes

Vinicius de Mello Lima

Amanda Beatriz Mendanha Fernandes

Charles Lucas Santana de Souza

DOI 10.22533/at.ed.37321230211

CAPÍTULO 12.....	131
ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO DE SAÍDA DE UM GERADOR DE ONDAS ARBITRÁRIAS	
Daiany Besen	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
DOI 10.22533/at.ed.37321230212	
CAPÍTULO 13.....	140
DESENVOLVIMENTO DE PLACA DE AQUISIÇÃO E ELETRODOS SECOS EM ELETROMIOGRAFIA	
Luiz Augusto Garonce Ferreira	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
DOI 10.22533/at.ed.37321230213	
CAPÍTULO 14.....	148
PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM CURSO DE OPERADOR DE USINAS TERMELÉTRICAS ARTICULADO COM EMPRESAS DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM	
Marcel Ribeiro Mendonça	
Marcilia Maria Soares Barbosa Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.37321230214	
CAPÍTULO 15.....	159
DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ANÁLISE DE AZEITES E ÓLEO VEGETAL DE BAIXO CUSTO	
Matheus Bogo Polidorio	
Alexandre de Sousa Duarte	
Alberto Yoshihiro Nakano	
Ricardo Schneider	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
DOI 10.22533/at.ed.37321230215	
SOBRE OS ORGANIZADORES	170
ÍNDICE REMISSIVO.....	171

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ANÁLISE DE AZEITES E ÓLEO VEGETAL DE BAIXO CUSTO

Data de aceite: 22/02/2021

Data de submissão: 14/01/2021

Matheus Bogo Polidorio

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Eletrônica
Toledo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3228624456369150>

Alexandre de Sousa Duarte

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia de Bioprocessos
e Biotecnologia
Toledo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7820812385104625>

Alberto Yoshihiro Nakano

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Eletrônica
Toledo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7663994105896731>

Ricardo Schneider

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Química
Toledo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0680583757403350>

Felipe Walter Dafico Pfrimer

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia Eletrônica
Toledo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6926615137451062>

RESUMO: O azeite de oliva extravirgem é considerado hoje um produto de alto valor comercial e nutricional e, a esses fatores, soma-

se a impossibilidade de um consumidor comum detectar possíveis fraudes, fazendo com que esse alimento se torne alvo de adulterações. Atualmente, a detecção dessas fraudes é realizada por métodos de análise laboratoriais demandando tempo e mão de obra especializada. Este trabalho tem por objetivo desenvolver um dispositivo de baixo custo para a aquisição e processamento de imagens de óleos/azeites vegetais de maneira rápida sem a violação da embalagem, a fim de mensurar possível adulteração de óleo/azeite. Para validação das técnicas de análise, foram utilizados como amostras, recipientes de óleo de soja de diferentes marcas e lotes, visto que seu valor comercial é inferior ao azeite de oliva. A aquisição das imagens digitais foi realizada com a plataforma de desenvolvimento *Raspberry Pi 3*, uma câmera digital *Pi Camera* e um *software* de captura elaborado em Python. Após o processamento digital, utilizou-se de dois métodos para análise dos dados: *Principal Component Analysis* (PCA) e o *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Como resultado, observou-se que o equipamento desenvolvido é estável e que o PCA e o LDA conseguiram classificar as amostras de óleo.

PALAVRAS-CHAVE: Azeite. Óleo Vegetal. Processamento de imagem. Classificadores. Reconhecimento de padrão.

DEVELOPMENT OF A LOW-COST OLIVE OIL AND VEGETABLE OIL ANALYSIS DEVICE

ABSTRACT: Today, extra virgin olive oil is considered to be a product of high commercial

and nutritional value and the inability of an ordinary consumer to detect possible fraud make this food a target for adulteration. The detection of these frauds is usually carried out by laboratory analysis, demanding time and specialized labor. This work aims to develop a low cost device for the acquisition and processing of images of vegetable oils /olive oils quickly, without the violation of the container, in order to measure possible adulteration of the olive oil with other vegetable oils. To validate the analysis techniques, soybean oil containers of different brands and lots were analyzed. The acquisition of digital images was made with the development platform Raspberry Pi 3 and a Pi Camera, with a capture software elaborated in Python. After the digital processing, PCA and LDA were used to classification. As a result, it was observed that the equipment developed is stable and that the PCA and LDA were able to correctly classify oil samples.

KEYWORDS: Olive oil. Vegetable oil. Image Processing. Classifiers. Pattern recognition.

1 | INTRODUÇÃO

O azeite de oliva extravirgem é considerado hoje um produto de alto valor comercial e nutricional e, a esses fatores, soma-se a impossibilidade de um consumidor comum detectar possíveis fraudes, fazendo com que esse alimento se torne alvo de adulterações. De acordo com Karbasian *et al.* (2015), o azeite de oliva extra virgem, em particular, é muito suscetível a mistura com óleos vegetais mais baratos e de qualidade inferior por causa de seu estado líquido, prática que tem por objetivo aumentar o seu rendimento. A falsificação é um problema que acontece no mundo todo e de acordo com Lipp (2012), os riscos de fraude aumentam com o crescimento da globalização e o aumento na competição de mercado, fazendo com que tanto os azeites produzidos nacionalmente, quanto os importados, possam ser adulterados.

Diversos estudos para controle da qualidade do azeite de oliva podem ser encontrados na literatura, estudos estes que utilizam de métodos como calorimetria de varredura diferencial (VAN WETTEN, A. W. *et al.*, 2015), entre outros. Entretanto, a maioria desses métodos requer equipamentos e instrumentação de alto custo bem como análise laboratorial, ou seja, demanda mão de obra técnica especializada, equipamentos certificados e tempo para apresentação de resultados consistentes. Como solução a estes problemas, técnicas de processamento digital estão sendo aplicadas na análise de alimentos, inclusive de azeites de oliva (GODOY, A. C. *et al.*, 2020) e óleos vegetais (BURCKHARDT, G. M. *et al.*, 2018). A maior parte desses estudos se utiliza das informações contidas nas cores das imagens de amostras em conjunto com algoritmos de reconhecimento de padrão/classificadores.

Alguns métodos de classificação como o *Principal Component Analysis* (PCA) e o *Linear Discriminant Analysis* (LDA) já são utilizados em diferentes aplicações analíticas, inclusive na análise de alimentos (GODOY, A. C. *et al.*, 2020). O PCA é um método de classificação usado na redução de dimensionalidade de um conjunto de dados que

contém um grande número de variáveis correlacionadas entre si, mantendo a variação desse conjunto (THARWAT, 2016) que é realizado através da associação de variáveis ou características do conjunto original de maneira em que a variância entre esses dados seja mantida. Essa combinação resulta nas componentes principais (PC do inglês *Principal Components*), que podem ser visualizadas através de um gráfico de *scores*, ou seja, as PCs em eixos distintos. Já o LDA é um método utilizado na separação de grupos/classes, cujo objetivo é maximizar a separabilidade entre grupos, de maneira a facilitar a classificação dos dados (THARWAT *et al.*, 2018). O LDA assim como o PCA, reduz a dimensionalidade do conjunto de dados, porém tem como objetivo principal separar os dados entre grupos já conhecidos, criando um novo eixo linear e projetando os dados nesse eixo, maximizando a distância entre eles.

Deste modo, neste trabalho será apresentada a metodologia utilizada no desenvolvimento de um equipamento de baixo custo de produção, cuja finalidade é realizar uma análise rápida do azeite de oliva/óleo vegetal através de processamento digital de imagens em conjunto com o PCA e o LDA para classificação das amostras.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O princípio básico de funcionamento do dispositivo consiste na aquisição de imagens do espectro visível com uma câmera digital, que posteriormente são processadas na tentativa de se obter informações contidas na cor dessa imagem. Para isso, precisa-se de um dispositivo físico que deve ser sensível ao espectro de energia eletromagnético, que no caso desse trabalho é a faixa visível do espectro. Este dispositivo transdutor é chamado de *charge-coupled device* (CCD) e deve produzir em sua saída um sinal elétrico proporcional ao nível de energia percebido. De acordo com Esquefa *et al.* (2015), esse sinal elétrico analógico produzido na saída do transdutor, é convertido em um sinal digital por meio de um conversor analógico digital (ADC do inglês *Analog to Digital converter*) e processado digitalmente, convertendo o sinal discretizado em uma imagem digital.

Esse sinal digital é gravado numericamente em uma matriz bidimensional (Q) de ordem $N \times M$, em que N representa as linhas e M as colunas (GODOY, A. C. *et al.*, 2018). Ainda de acordo com Godoy *et al.*, cada elemento da matriz, expresso por q_{ij} com $1 \leq i \leq N$, e $1 \leq j \leq M$, é definido como um pixel e assume valores positivos entre 0 e 255 para cada canal de cor. A matriz que representa essa imagem pode ser apresentada através de camadas independentes L_k , com $1 \leq k \leq n$, em que cada camada indica uma matriz do sistema de cor e cada elemento pode ser expresso por I_{ij}^k para cada canal de cor, como pode ser observado na Figura 1. No sistema de cores *Red-Green-Blue* (RGB), faz-se $k = \{1, 2, 3\}$, assim tem-se L_1 para R, L_2 para G e L_3 para B. Existem ainda diversos outros sistemas de cores como alternativas ao RGB como, por exemplo, o *Hue-Saturation-Value* (HSV) e *Gray scale*.

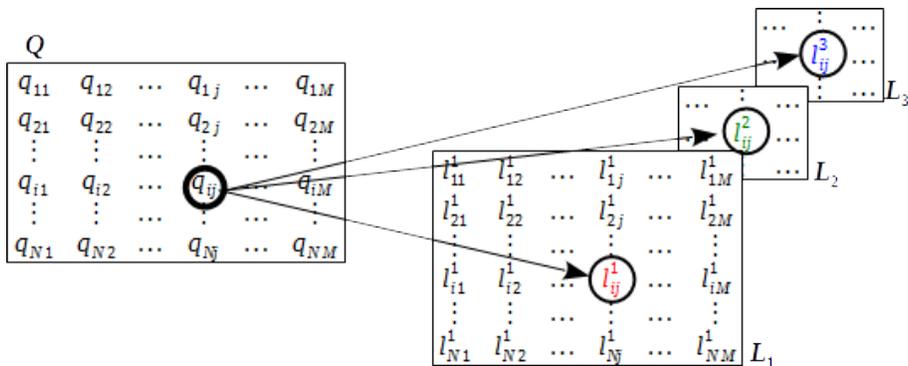


Figura 1: Decomposição da matriz bidimensional(Q), que representa uma imagem digital, em camadas L1 para Red, L2 para Green e L3 para Blue

Fonte: Autoria Própria (2020)

A maioria dos sistemas utilizados na análise de alimentos, a partir do processamento digital de imagens, utiliza-se de sistemas adaptados e com ambiente controlado para a aquisição das imagens, normalmente sendo necessária a utilização de iluminação externa com lâmpadas LED (*light emitter diode*), *webcams*, e *notebooks* para análise (BURCKHARDT, G. M. *et al.*, 2018). O princípio de funcionamento desses sistemas pode ser observado na Figura 2, onde se tem um emissor de luz, uma cubeta com a amostra a ser analisada e a câmera para realizar a aquisição das imagens. No dispositivo que será apresentado neste trabalho, a amostra a ser analisada fica em um ambiente fechado protegida de interferência externa, onde somente a luz proveniente do emissor incide nessa amostra. De acordo com Milanez *et. al* (2015), a aquisição das imagens em um compartimento fechado facilita o controle da luz incidente nas amostras, o que garante qualidade e uniformidade às imagens.

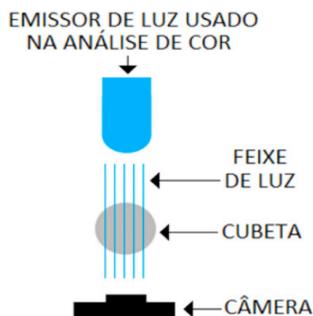


Figura 2: Princípio de funcionamento dos dispositivos

Fonte: Autoria própria (2020)

Nessa mesma direção, o dispositivo foi desenvolvido com um *Raspberry Pi 3B* substituindo o computador pessoal, no qual foi desenvolvido um *software* em Python 2.7 para a captura das imagens, uma *Pi Camera* como câmera digital, com resolução de 3280x2464 pixels posicionada a 2,5 cm da amostra, uma fita de LED de 2 W para iluminação uniforme das amostras, controlada a partir de um controlador de corrente em conjunto com um sensor de luminosidade TSL2561, que se comunica com o *Raspberry* via protocolo I2C (*Inter-Integrated Circuit*) e apresenta em sua saída o valor convertido em Lux, unidade de intensidade de luz. A estrutura física para o dispositivo foi modelada no *software* Fusion 360® para ser impressa por manufatura aditiva em uma impressora 3D. Para a modelagem, foram levados em considerações alguns aspectos como as medidas de diâmetro e altura dos recipientes de óleo a serem utilizados como amostras, e as posições da câmera, LED e sensor de luminosidade. Após a impressão do dispositivo, foram realizados alguns ajustes nos encaixes e realizada as perfurações necessárias para passar os fios de iluminação e do sensor da parte interna para a parte externa do dispositivo, conectando-os ao *Raspberry* e no controlador de corrente. O dispositivo finalizado onde se insere o produto para análise sem violação do recipiente pode ser observado na Figura 3.

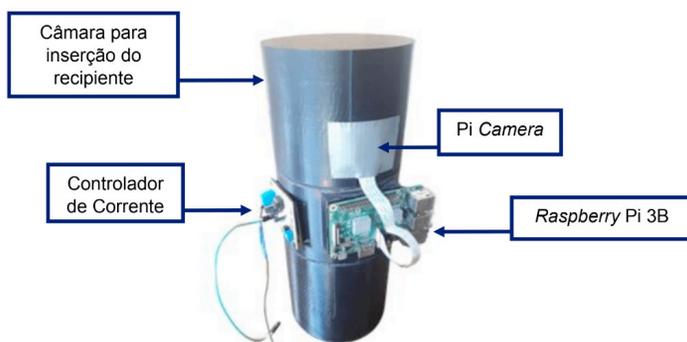


Figura 3: Protótipo para análise de óleo/azeite sem violação do recipiente

Fonte: Autoria própria (2020)

Com o equipamento finalizado, o próximo passo foi realizar a captura das imagens para análise. A fim de validar a metodologia de classificação de óleos *in loco* e para facilitar a aquisição das amostras para análise, decidiu-se por utilizar recipientes de óleo de soja, visto que tem um valor comercial reduzido quando comparados a outros óleos vegetais.

Foram então adquiridas diferentes marcas nacionais de óleo de soja de diferentes lotes no decorrer das semanas do mês de Julho/2020. A relação das marcas de óleo e a quantidade de lotes podem ser observadas na Tabela 1 sendo que as nomeclaturas Marca01,..., Marca05 correspondem a diferentes marcas de óleo de soja disponíveis no mercado.

Marca	Quantidade de Lotes Diferentes
Marca01	2
Marca02	3
Marca03	4
Marca04	5
Marca05	2

Tabela 1: Relação das marcas de óleo de soja e quantidade de lotes diferentes

Fonte: Autoria própria (2020)

Para cada amostra de óleo, foram capturadas e armazenadas em formato JPEG 30 imagens digitais de 1600x900 pixels com intervalo de 1 segundo entre as capturas. Realizada a aquisição, foram calculados a partir da região de interesse (ROI do inglês *region of interest*), o pixel médio,

$$p_m = \frac{1}{N \times M} \times \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M l_{ij}^k, \quad (3)$$

e o vetor de pixel médio,

$$\overline{p}_m = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N l_i^k, \quad (4)$$

sendo que N é o número de linhas e M o número de colunas da ROI. O termo k representa as componentes dos sistemas de cores utilizados, neste caso são os sistemas RGB, HSV e *GrayScale*, fazendo com que $k = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ para cada componente de cor $\{R, G, B, H, S, V \text{ e } GrayScale\}$. Um exemplo de ROI de uma das imagens capturadas durante os testes pode ser observado na Figura 4.

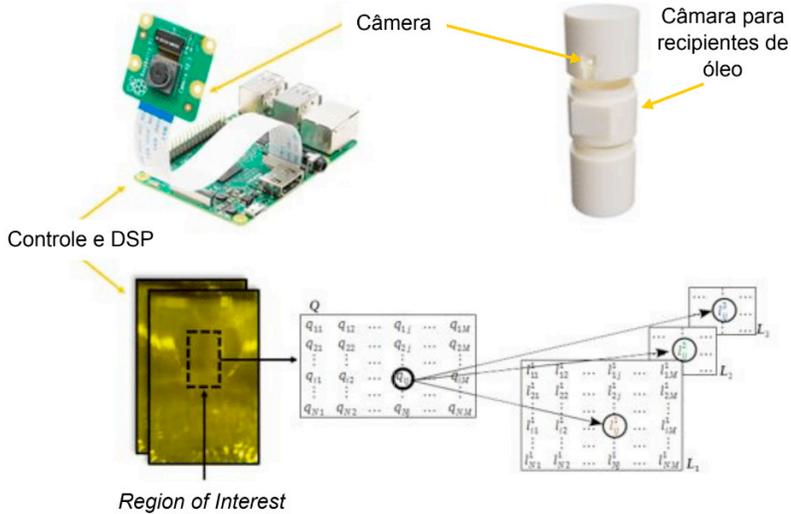


Figura 4: Diagrama de funcionamento do sistema de captura

Fonte: Autoria própria (2020)

Todas as imagens foram processadas, obtendo-se a partir da região de interesse p_m e \bar{p}_m que, posteriormente, foram estudados com o PCA e o LDA. Com o PCA reduz-se a dimensionalidade, transformando um conjunto de dados em um subespaço com dimensões reduzidas. De acordo com Tharwat (2016), essa redução de dimensionalidade se dá pela identificação de variáveis que não são informativas, ou seja, que não acrescentam informações ao estudo e também reduzindo variáveis que apresentam informações redundantes. Os resultados obtidos do PCA, foram utilizados como parâmetros de entrada no LDA, que é um “classificador utilizado para encontrar uma combinação linear entre características que agrupem ou separem duas ou mais classes de objetos ou eventos” (THARWAT *et al.*, 2018).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o processamento das imagens, p_m e \bar{p}_m foram utilizadas como parâmetro de entrada no PCA e LDA. Os dados dos óleos vegetais foram analisados das seguintes maneiras: (a) por lote; e (b) por marca. Essa divisão teve por objetivo verificar se o método de classificação conseguiria diferenciar tanto os lotes quanto as marcas utilizadas.

Percebeu-se que utilizando a separação por lotes no PCA, independente de se utilizar, p_m ou \bar{p}_m resultou em 100% de separação das amostras em grupos, como pode ser observada na Figura 5 para o caso de p_m e Figura 6 para o caso de \bar{p}_m . Era esperado que as amostras de uma mesma marca ficassem mais próximas um das outras, dada as semelhanças entre lotes de uma mesma marca. Ao utilizar esses dados como parâmetro

para o LDA, obteve-se uma classificação global de 100% usando-se somente uma amostra de teste de um mesmo lote.

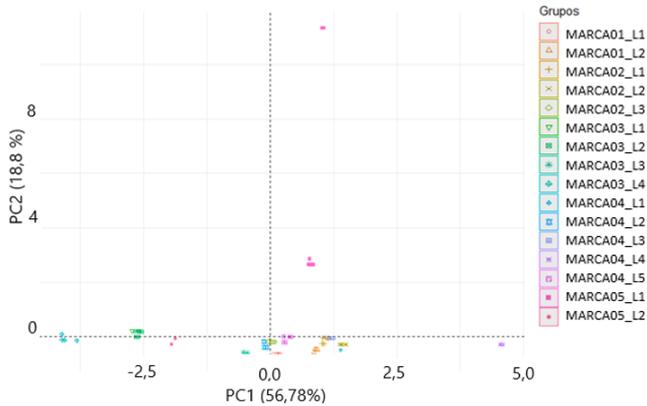


Figura 5: Resultado do PCA grupamento por lotes usando-se p_m
Fonte: Autoria própria (2020)

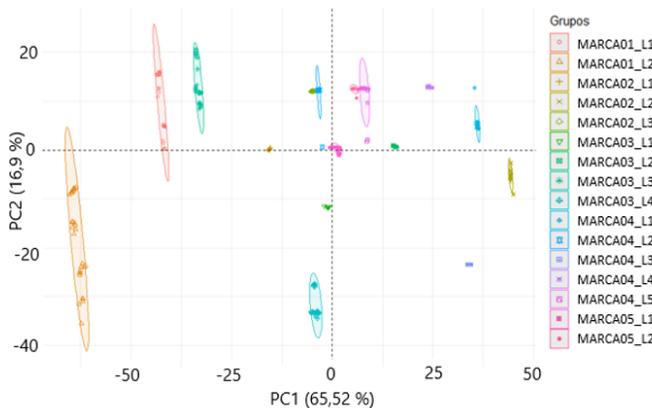


Figura 6: Resultado do PCA grupamento por lotes usando-se \bar{p}_m
Fonte: Autoria própria (2020)

Ao utilizar a separação dos dados por marca, sem considerar os lotes, percebeu-se que o PCA conseguiu definir os grupamentos para as marcas, porém como pode ser observado no gráfico da Figura 7 para o caso de p_m e Figura 8 para o caso de \bar{p}_m houve sobreposição dos dados. Com a separação das amostras apenas por marca, a taxa de classificação global do LDA diminuiu fato indicado pela sobreposição observada no PCA. A teoria mostra que quanto mais informação melhor se dá o processo de classificação, mas neste caso, a inserção de novas marcas com baixa variabilidade entre si pode ter confundido

o classificador, tornando necessário a inserção de um maior número de amostras (i.e., mais recipientes de cada marca de óleo).

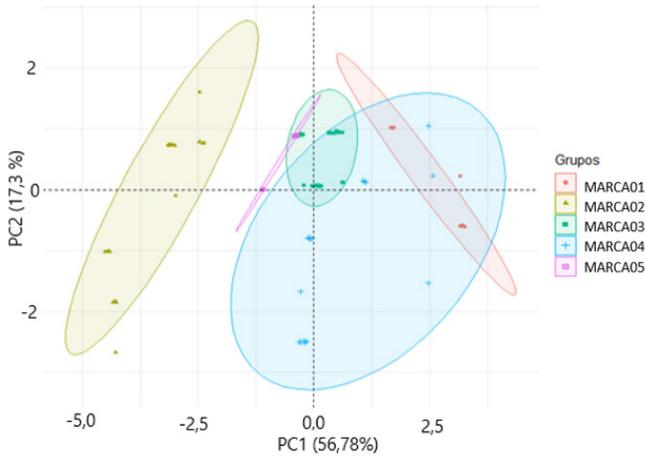


Figura 7: Resultado do PCA grupamento por marcas usando-se p_m
Fonte: Autoria própria (2020)

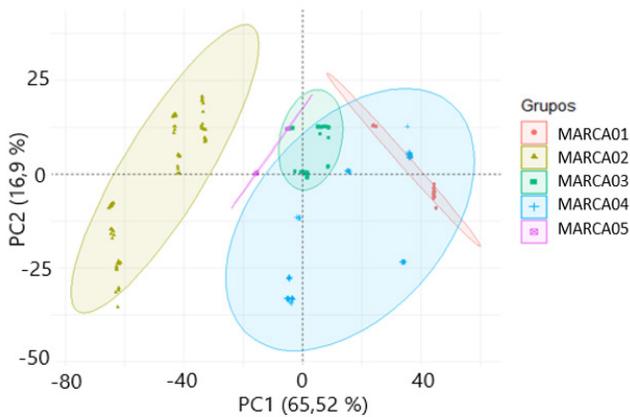


Figura 8: Resultado do PCA grupamento por MARCAS usando-se \bar{p}_m
Fonte: Autoria própria (2020)

Observou-se certa semelhança entre os gráficos de scores dos grupamentos produzidos pelo PCA para p_m separado por marcas e \bar{p}_m separado por marcas, e também entre a taxa de acerto global observado com o LDA. Isso significa que se for para se escolher entre os dois métodos para ser utilizado no equipamento utilizando-se do

Raspberry para o processamento dos dados, a escolha mais eficiente seria utilizar p_m médio para a classificação, visto que a sua implementação teria uma menor complexidade computacional.

4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o funcionamento do protótipo do dispositivo, tanto na parte de *software* quanto de *hardware* está de acordo com o esperado. Algumas mudanças precisam ser realizadas em relação a dissipação de calor e na estrutura física, compactando os diferentes componentes do sistema. O desenvolvimento a partir de um sistema pré-existente possibilita que quaisquer atualizações de *firmware* ou *hardware* sejam facilmente transpostas de um equipamento para o outro. Em relação a análise dos óleos sem a violação das embalagens, ainda não se pode concluir muito, dada a pequena quantidade de amostras empregada. Outro ponto importante é saber identificar qual diferença entre as amostras está sendo considerada, visto que a geometria de cada embalagem de óleo, de cada marca, é diferente, fazendo com que as amostras possam estar sendo diferenciadas apenas pela distorção da luz incidente nas diferentes geometrias das garrafas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil.

REFERÊNCIAS

BURCKHARDT, G. M; LENZI, M. K. **Uso da imagem digital para quantificação de misturas de azeite de oliva e óleo de canola**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, vol.35, n.2, 2018.

GODOY, A. C. et al. **Snapshots analyses for turbidity measurements in water**. Water, Air, & Soil Pollution, v. 229, n. 12, p. 378, Nov 2018.

KARBASIAN, M; GIVIANRAD, M.H.; RAMEZAN, Y. **A rapid method for detection of refined olive oil as adulterant in extra virgin olive oil by differential scanning calorimetry**. Oriental Journal of Chemistry, vol 31, p. 1735-1739, 2015.

LIPP, M. **Ingredient adulteration undermines food safety**. Revista FoodSafety Magazine, Glendale, California. Março 2012 Disponível em: <https://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/februarymarch-2012/ingredient-adulteration-undermines-food-safety/> Acesso em Agosto de 2020.

MANNING, L.; SMITH, R. **Providing authenticated food an opportunity-driven framework for small food companies to engage consumers and protect the integrity of the food supply chain**. The International Journal of Entrepreneurship and Innovation, vol. 16, p. 97-110, 2015.

MILANEZ, T. M.; DANIELLE, K.; PONTES, M. J. C. **Classification of extra virgin olive oil and verification of adulteration using digital images and discriminant analysis**, Anais. Methods vol. 7., 2015.

THARWAT, **A. Principal component analysis** - a tutorial. Revista International Journal of Applied Pattern Recognition. .vol. 3. p. 197, 2016.

THARWAT, A. G.; IBRAHIM, T; ABDELHAMEED, H.; ABOUL, E. **Linear discriminant analysis: A detailed tutorial**. Revista Ai Communications. Vol. 30. p. 169-190, 2018.

VAN WETTEN, I. A.; VAN HERWAARDEN, A. W.; SPLINTER, R.; BOERRIGTER-EENLING, R.; VAN RUTH, S. M. **Detection of sunflower oil in extra virgin olive oil by fast differential scanning calorimetry**. Thermochem. Acta, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JOÃO DALLAMUTA - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre em engenharia elétrica pela UEL. Doutorando em Engenharia Espacial pelo INPE.

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes fatais 112, 113, 117

AD633 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138

Análise luminotécnica 25

Arduino 37, 39, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 59, 111, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 128, 129, 130

Automação 9, 22, 36, 38, 47, 48, 59, 119, 121, 123, 127, 128, 150, 154, 155

Azeite 159, 160, 161, 163, 168

B

Backflashover 11, 12, 19, 20, 21, 22, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 73

Bancada experimental 77, 78, 84, 85, 88

Bluetooth 36, 37, 39, 46, 47, 48, 49, 122

Boxplot 112, 113, 114, 115, 116

C

Classificadores 159, 160

Controle volt-watt 89

Costs 21, 36

D

DAC 131, 132, 134, 135, 137, 138

Descargas atmosféricas 11, 12, 60, 61

Design automation 36, 141

Distúrbios da voz 1

E

Eletricidade 45, 112, 113, 118, 120, 121, 129

Eletrodo de superfície 140

Eletromiografia 140, 143, 147

EMG 140, 141, 142, 143, 145

Espectrofotometria 50

Estágio de saída 131, 132, 133, 134, 136, 138

Estudo de cores 25

Extensão 148, 157

F

Fotometria 103, 104, 105

G

Geração solar 89, 90, 101

Gerador de ondas arbitrárias 131, 132, 138, 139

I

Iluminação no ambiente hospitalar 25

Infrared sensors 36

Instrumentos de medição 103

Internet das coisas 119, 120, 122, 130

L

Lighting control 36, 49

Linhas de transmissão 11, 12, 60, 61, 117

M

Microcontroladores 103

Microprocessador 36

Microrrede 77, 78, 79, 87

O

Óleo vegetal 159, 161

P

Perceptron multicamadas 1, 3

Processamento de imagem 159

Q

Qualificação profissional 148, 149, 155, 156

R

Raspberry Pi 46, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 159, 160, 163

Reconhecimento de padrão 159, 160

Recursos distribuídos de energia 77, 78

S

Sistemas de aterramento 11, 12, 61

Sobretensão 89, 91, 98, 100, 101

Software de controle 50

T

Transformada Wavelet Packet 1, 2

U

Usinas termelétricas 148, 149, 152, 155

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021