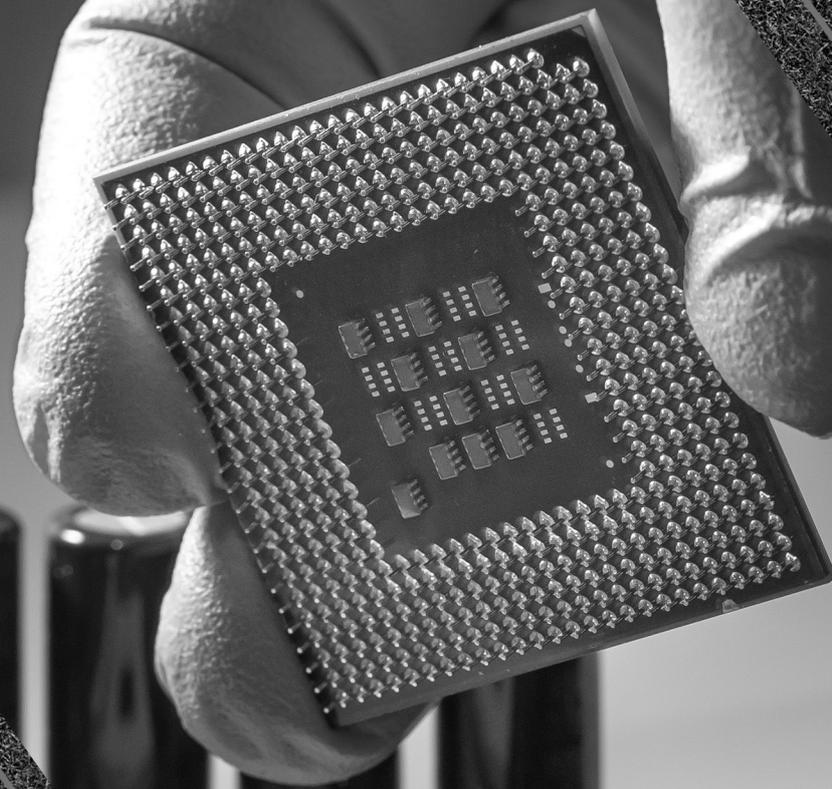


João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza
(Organizadores)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

Atena
Editora

Ano 2020



João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza
(Organizadores)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

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^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Conselho Técnico Científico

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>Engenharia elétrica e de computação [recurso eletrônico] : atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 1 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Marcelo Henrique Granza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-167-1 DOI 10.22533/at.ed.671200207</p> <p>1. Ciência da computação – Pesquisa – Brasil. 2. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Granza, Marcelo Henrique.</p> <p style="text-align: right;">CDD 623.3</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

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 e da computação 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
Marcelo Henrique Granza

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE PARA ESTUDO EM CONTROLE DE UM ROBÔ MÓVEL DE EQUILÍBRIO DINÂMICO	
Alex Sandro Garefa Guyllherme Emmanuel Tagliaferro de Queiroz Luis Antonio Bassora Flavio Eduardo Tapparo	
DOI 10.22533/at.ed.6712002071	
CAPÍTULO 2	17
ROBÔ PARA INSTALAÇÃO DE SINALIZADORES AVIFAUNA	
Bruno Monteiro Costa Máiquel Bruno de Andrade Rezende Waldir Alves Diniz Ricardo de Souza Marcelo Clécio Paula da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6712002072	
CAPÍTULO 3	26
PROSPECTOS PARA A EVOLUÇÃO DA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR EM CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA	
Luiz Corrêa Lima	
DOI 10.22533/at.ed.6712002073	
CAPÍTULO 4	40
PROJETO CANAÃ - IRRIGADOR AUTOMÁTICO PARA O AGRONEGÓCIO	
André Kroupa Eldon Moura Cláudio Matheus da Costa Comin Rogério Luis Spagnolo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6712002074	
CAPÍTULO 5	54
PAINEL DE BORDO - UMA INÉDITA PLATAFORMA COMPUTACIONAL EM UTILIZAÇÃO NO NOVO CENTRO DE OPERAÇÃO DA CEMIG-D	
Tiago Vilela Menezes Bruno Henrique da Silva Carlos Jose de Andrade Huliton Paz de Oliveira Marco Aurélio da Silva Ferneda Odimar José Bezerra Lima Rafael Carneiro Motta	
DOI 10.22533/at.ed.6712002075	
CAPÍTULO 6	69
PARADIGMAS DAS TECNOLOGIAS 5G NA AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS VERTICAIS NA INDÚSTRIA 4.0	
Daniel Rodrigues Ferraz Izario João Luiz Brancalhona Filho Yuzo Iano Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario	
DOI 10.22533/at.ed.6712002076	

CAPÍTULO 7	81
DATA REGENERATION 2R IN OPTICAL COMMUNICATION NETWORK BASED ON MACH-ZEHNDER INTERFEROMETER WITH ACOUSTIC-OPTICAL FILTER AND HIGHLY NON-LINEAR PHOTONIC CRYSTAL FIBER	
Fabio Barros de Sousa Fiterlinge Martins de Sousa Jorge Everaldo de Oliveira Elizabeth Rego Sabino Marcos Benedito Caldas Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6712002077	
CAPÍTULO 8	95
PROJETO DE UMA ANTENA PATCH PLANAR UTILIZANDO A SUPER FÓRMULA DE GIELIS	
Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira Pedro Carlos de Assis Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.6712002078	
CAPÍTULO 9	108
UMA CONTRIBUIÇÃO NA AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE PARA OS SERVIÇOS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS COM EQUAÇÕES ESTRUTURAIS	
Gutembergue Soares da Silva André Pedro Fernandes Neto Fred Sizenando Rossiter Pinheiro Antonio Salvio de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.6712002079	
CAPÍTULO 10	130
ATAQUES E DESCOBERTA DE VULNERABILIDADES EM REDES CORPORATIVAS	
Roger Robson dos Santos Jackson Mallmann	
DOI 10.22533/at.ed.67120020710	
CAPÍTULO 11	139
MODELO MATEMÁTICO PARA CONSOLIDAÇÃO DE MÁQUINAS VIRTUAIS	
Alexandre Henrique Teixeira Dias Luiz Henrique Andrade Correia	
DOI 10.22533/at.ed.67120020711	
CAPÍTULO 12	151
CAPTURE THE FLAG: MÉTODO DE APRENDIZADO PARA A DISCIPLINA DE FORENSE COMPUTACIONAL EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA	
Carlos Eduardo de Barros Santos Júnior Ana Clara Nobre Mendes Jhonattan Carlos Barbosa Cabral Juliana Barbosa dos Santos Erick de Oliveira Silva Pedro Henrique Rodrigues Emerick	
DOI 10.22533/at.ed.67120020712	
CAPÍTULO 13	157
A METODOLOGIA EPRI PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS CIBERNÉTICOS NAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS E SUA RELAÇÃO COM A NORMA IEC 62443-2-1	
Luiz Augusto Kawafune Campelo	

CAPÍTULO 14	170
ANÁLISE DA PERFORMANCE DO MRE E SEUS IMPACTOS COMERCIAIS – PROPOSTA DE REVISÃO DA REGULAÇÃO	
João Carlos Mello Leonardo Calabro Vinicius Ragazi David Daniela Souza Luiz Laércio Simões Machado Junior Renato Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.67120020714	
CAPÍTULO 15	190
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA	
Felipe Massayuki Quiotoqui Italo Rodrigues da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67120020715	
CAPÍTULO 16	200
SISTEMAS IMUNOLÓGICOS ARTIFICIAIS APLICADOS AO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER DE MAMA	
Gustavo da Silva Maciel Wagner Kenhiti Nakamura Júnior Luiz Francisco Granville Gonçalves Leonardo Plaster Silva Simone Silva Frutuoso de Souza Fábio Roberto Chavarette Fernando Parra dos Anjos Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67120020716	
CAPÍTULO 17	213
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NÃO INVASIVAS DE MEDIÇÃO DE GLICOSE EM HUMANOS	
Leanderson André Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.67120020717	
CAPÍTULO 18	224
ENTENDIMENTO DOS CONTROLES E POSSÍVEIS CONFLITOS DE PRIVACIDADE NAS REDES SOCIAIS ONLINE	
Talita de Souza Costa Marbilia Possagnolo Sérgio Regina Marin	
DOI 10.22533/at.ed.67120020718	
CAPÍTULO 19	236
MODELAGEM DE PROBLEMA ELETROSTÁTICO UTILIZANDO ELEMENTOS FINITOS	
Julia Grasiela Busarello Wolff Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.67120020719	

CAPÍTULO 20	252
SISTEMA DE MONITORAÇÃO DE CULTURA CELULAR <i>IN VITRO</i> VIA BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA: REGRAS DE PROJETO	
Kaue Felipe Morcelles	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.67120020720	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	265
ÍNDICE REMISSIVO	266

AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NÃO INVASIVAS DE MEDIÇÃO DE GLICOSE EM HUMANOS

Data de aceite: 01/06/2020

Leanderson André

Universidade do Estado de Santa Catarina, Dept.
Engenharia Elétrica, Joinville
leanderson.andre@gmail.com

Pedro Bertemes Filho

Universidade do Estado de Santa Catarina, Dept.
Engenharia Elétrica, Joinville

RESUMO: A diabetes é uma doença relacionada com a desordem no nível de glicose no sangue. Tanto o baixo e o alto nível de glicose pode resultar em dano sérios e até mesmo a morte do indivíduo. Dada esta importância, diferentes métodos foram propostos para identificar a quantidade de glicose no sangue. Os métodos pode ser classificados em técnicas invasivas e técnicas não invasivas. As técnicas invasivas são aquelas que utilizam algum tipo de fluido do corpo, por exemplo o sangue. Estas técnicas possuem como principal desvantagem, o desconforto e o risco de infecções pela contínua retirada de sangue. Em contrapartida as técnicas não invasivas não utilizam quaisquer fluidos gerados pelo corpo. Este artigo busca identificar quais são as técnicas não invasivas aplicadas na medição de glicose em humanos.

Um mapeamento sistemático de literatura foi conduzido para identificar tais métodos e classificá-las. Foram encontrados 108 trabalhos que utilizam métodos não invasivos. Destes métodos foi observado que o *Near-Infrared Spectroscopy* foi a técnica mais utilizada em 36 trabalhos. Em relação a combinações de técnicas foram encontrados apenas 8 trabalhos. Portanto, há muitas oportunidades de pesquisas envolvendo a utilização de dois ou mais técnicas simultaneamente na medição não invasiva de glicose em humanos.

PALAVRAS-CHAVE: Glicose, medição não-invasiva, mapeamento sistemático, técnicas de medição.

ABSTRACT: Diabetes is a disease related to the disorder in the blood glucose level. Both the low and the high glucose level can result in serious damage and even the death of the individual. Given this importance, different methods have been proposed to identify the amount of glucose in the blood. The methods can be classified into invasive techniques and non-invasive techniques. Invasive techniques are those that use some type of fluid from the body, for example blood. These techniques have as main disadvantage, discomfort and the risk of infections due to continuous blood

withdrawal. In contrast, non-invasive techniques do not use any fluids generated by the body. This article seeks to identify which are the non-invasive techniques applied in the measurement of glucose in humans. A systematic mapping of the literature was conducted to identify such methods and to classify them. It was found 108 studies using non-invasive methods. Between these methods, it was observed that the Near-Infrared Spectroscopy was the most used technique in 36 studies. Regarding combinations of techniques, only 8 studies were found. Therefore, there are many research opportunities involving the use of two or more techniques simultaneously in the non-invasive measurement of glucose in humans.

KEYWORDS: Glucose, non-invasive measurement, systematic mapping, measurement techniques.

1 | INTRODUÇÃO

A glicose possui um papel fundamental no corpo humano, sendo a sua principal fonte de energia. O excesso (hiperglicemia) e a falta (hipoglicemia) de glicose pode levar o surgimento de diversas doenças e causar a morte do indivíduo. O excesso de glicose quando ocasionado pela falta de insulina é uma doença conhecida pelo nome de diabetes. Esta doença segundo a Organização Mundial da Saúde foi responsável pela morte de 1,6 milhões de pessoas em 2016. Por isso é de importância vital que os indivíduos monitorem continuamente o seu nível de glicose. A medição da glicose pode ser realizada com diversos métodos, geralmente classificados em métodos invasivos e métodos não invasivos.

Os métodos invasivos são aqueles que necessitam utilizar uma pequena quantidade de sangue do indivíduo para aplicar algum tipo de reações químicas para medir a quantidade de glicose. Porém estes métodos causam desconforto e dor após o uso repetido, mas também apresentam riscos de potencial infecção e dano tecidual (So et al. 2012) Além disso, estes procedimentos normalmente custam caro para os pacientes.

Devido a estas questões, os métodos não invasivos tem recebido uma atenção especial pela comunidade. De acordo com Gonzales (Villena Gonzales et al. 2019), os métodos não invasivos são as tecnologias que dependem apenas de alguma forma de radiação, sem a necessidade de acesso a qualquer fluido corporal. Algumas dessas tecnologias que podem ser destacadas são a bioimpedância elétrica (*electrical bioimpedance*) e infravermelho próximo (*near-infrared*) (Santos, 2018) Trabalhos de revisões dos principais métodos não invasivos podem ser encontrados em (Poddar et al. 2008, Villena Gonzales et al. 2019, Sabu et al. 2019, Kim et al. 2018, Zheng et al. 2018).

A qualidade de vida de um indivíduo é afetada pelo monitoramento constante do nível de glicose no sangue. A execução de atividades rotineiras devem ser adaptadas, limitadas e bem planejadas dependendo do seu nível de glicose. Os métodos não invasivos podem ser utilizados como uma forma de minimizar este incômodo, e conseqüentemente, melhorar

a qualidade de vida. Por exemplo, pode-se desenvolver dispositivos portáteis que realizam o monitoramento constante de maneira automatizada, permitindo a visualização do nível de glicose simplificada, como em um relógio e emitir alertas quando atingir níveis críticos. A possibilidade de contribuir para uma melhor qualidade de vida das pessoas é a principal motivação deste trabalho.

O primeiro passo no desenvolvimento de um dispositivo de monitoramento não invasivo de glicose é a definição de quais técnicas de captura de sinais devem ser utilizadas. Na literatura é possível encontrar diversas técnicas aplicadas para este fim. Sergio (Santos 2018), em seu trabalho, utiliza as técnicas bioimpedância elétrica e infravermelho próximo combinadas como dados de entradas para redes neurais. Sua conclusão foi que estas técnicas combinadas podem resultar em uma melhor precisão na predição do nível de glicose.

Este resultado leva a questionar se adicionar mais informações obtidas por diferentes técnicas não invasivas é possível obter um nível maior de acerto na predição de glicose. Indo um pouco mais além, quais dessas técnicas podem ser combinadas satisfatoriamente?

Devido a grande quantidade de técnicas não invasivas, criar um dispositivo portátil que utilize todas estas técnicas combinadas é uma tarefa inviável. Muitas dessas técnicas podem ser utilizadas com diferentes frequências ou faixas para capturar os sinais. Isto nos leva a uma gama de possibilidades, ou seja, um problema combinatorial.

Desde modo, o primeiro passo a ser realizado é uma revisão da literatura em busca das principais técnicas de medição não invasiva e das combinações aplicadas entre estas técnicas. Esta revisão poderá indicar quais são as técnicas que são mais utilizadas, ou seja, que normalmente apresentam um bom desempenho. Conseqüentemente, poderá indicar quais técnicas não são muito utilizadas o que pode indicar um baixo desempenho, alto custo ou alta complexidade na utilização. Em relação as combinações de técnicas a revisão poderá indicar quais combinações são interessantes de utilizar e experimentar e quais não são tão interessantes, evitando assim, uma experimentação por tentativa e erro com todas as combinações possíveis. Além disso, poderá indicar potenciais combinações ainda não experimentadas.

Portanto o presente artigo tem como propósito identificar as tecnologias mais utilizadas, revisar e classificar os métodos aplicados especificamente na extração de sinais de medição não invasiva de glicose em humanos, como também demonstrar as principais combinações das técnicas utilizadas.

2 | METODOLOGIA

O mapeamento sistemático da literatura (MSL) é uma metodologia de pesquisa em largura proposta por Petersen (Petersen et al. 2008, Petersen et al. 2015). O MSL é indicado para identificar lacunas e analisar o estado das publicações da área de interesse.

Por seguir um protocolo, o MSL pode ser replicado por outros pesquisadores. As etapas que constituem o MSL são: questão de pesquisa, estratégia de busca, estratégia de seleção e estratégia de extração.

A questão de pesquisa desse estudo é identificar as tecnologias não invasivas de medição de glicose em humanos. A estratégia de busca se baseia na utilização de um texto de busca (do inglês *string*), que será utilizado nos mecanismos de buscas acadêmicas (MBA). Para isso o texto de busca foi criado a partir das palavras-chave da questão de pesquisa, juntamente com seus respectivos sinônimos. As palavras-chave são utilizadas na língua inglesa. Na Tabela 1 é apresentado o texto de busca final que será utilizada nos MBAs.

(measure OR monitoring OR determination)*
AND (non-invasive OR noninvasive)
AND (glucose) AND (sensor)

Tabela 1: Texto de busca utilizada nos mecanismo de busca acadêmicas

Fonte: Autores

As MBAs selecionados para esta pesquisa foram IEEE Xplorer, PubMed, ScienceDirect, Scopus e Web of Science. O texto de busca foi aplicada aos mesmos metadados (título, resumo e palavras chaves) em todas os MBAs e limitada a estudos publicados a partir de Janeiro de 2015.

Para cada um dos artigos encontrados, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão (CE): CE1: Trabalhos escritos em idiomas diferentes de inglês e português; CE2: Trabalhos com mais de 5 anos; CE3: Trabalhos que não estejam disponíveis na internet; CE4: Trabalhos com estudos que não são relacionados com a medição de glicose; CE5: Trabalhos com estudos que não utilizam tecnologias não invasiva; CE6: Trabalhos apresentados em forma de sumários ou apresentações (literatura cinza) e fontes secundárias (revisões sistemáticas e estudos de mapeamento); CE7: Trabalhos que apresentam o mesmo estudo. O trabalho mais completo é mantido; CE8: Trabalhos duplicados.

A partir da leitura completa dos artigos selecionados, são extraídos as informações de título, autor(es), ano de publicação, tipo de fonte (jornal, revista, etc) e nome da fonte. Em relação ao estudo apresentado nos trabalhos selecionados são levantadas as seguintes informações: as tecnologias aplicadas para extração de sinais; as combinações entre as tecnologias, e modelos computacionais utilizados na predição de quantidade de glicose.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados do mapeamento sistemático. O principal

objetivo é identificar as principais técnicas aplicadas na medição não invasiva de glicose. Na Figura 1 é apresentado cada um dos passos executados no mapeamento. Inicialmente é executado a pesquisa nos mecanismos de buscas que retorna 882 artigos. Na sequência é identificado 423 artigos duplicados, que foram obtidos de diferentes bases de dados. Dos 459 artigos restantes, são aplicados os critérios de inclusão e exclusão baseados na leitura do título e resumo, restando 256 artigos. Na última etapa, são lido os 256 artigos aplicando novamente os critérios de inclusão e exclusão, onde é removido 148 artigos. O final do processo é uma lista de 108 artigos que são utilizados como fonte para esta pesquisa.

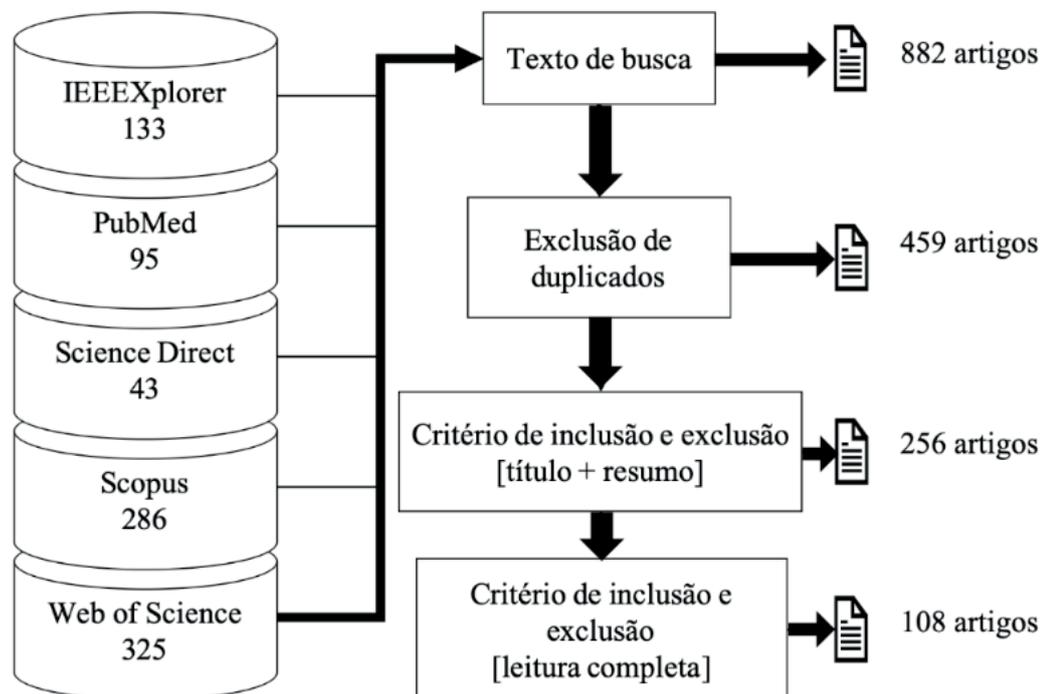


Figura 1: Visão geral do processo de filtragem de artigos

A Tabela 2 apresenta a distribuição dos artigos selecionados por base de dados. Na tabela é apresentado a quantidade total encontrada em cada uma das bases. Pode-se observar foram encontrados um total de 229 artigos, porém os artigos se repetem em mais de uma base de dados. Na coluna exclusivo é apresentado a quantidade de artigos encontrados exclusivamente em uma única base de dados. Pode-se observar que as bases PubMed e ScienceDirect não foram relevantes, ou seja, todos os artigos encontrados nestas bases também foram encontradas em outras bases de dados. Em contrapartida, nas bases IEEE Explorer e Scopus foram encontrados mais artigos exclusivos.

	Total	Exclusivo
IEEEExplorer	65	19
PubMed	10	0
ScienceDirect	7	0
Scopus	78	12
Web of Science	69	7
Total	229	38

Tabela 2: Distribuição dos artigos selecionados por base de dados

Na Figura 2 é apresentado os tipos de publicações (revista de artigos ou anais de congressos) por base de dados. As publicações em conferências se concentram principalmente em IEEEExplorer, Web of Science e Scopus com 55, 48 e 39 artigos respectivamente. Em contrapartida, as publicações em revistas se concentram em Scopus e Web of Science com 30 artigos cada.

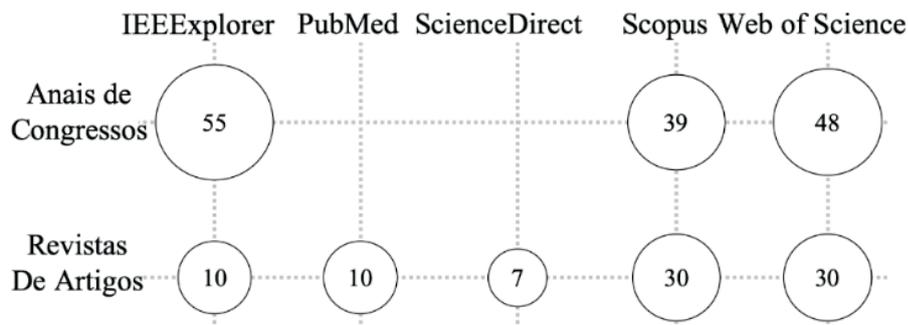


Figura 2: Quantidade de tipos de publicações encontradas por mecanismo de busca

Em relação a frequência de publicação, cerca de 63% dos artigos foram publicados nos últimos três anos, como mostra a Figura 3. O gráfico apresenta uma tendência de crescimento, demonstrando a importância e potencial da área de pesquisa. É importante resaltar, que o gráfico apresenta uma queda no ano de 2019, porém espera-se que muitos estudos ainda serão publicados sobre o tema ao longo deste ano.

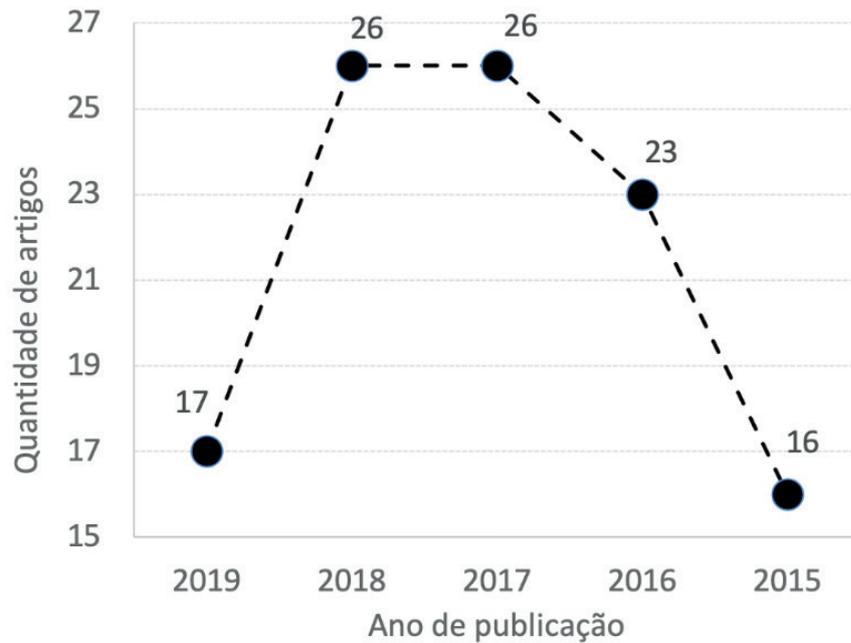


Figura 3: Quantidade de publicações por ano

Os artigos selecionados foram classificados de acordo com as técnicas não invasivas utilizadas na medição de glicose. Na Figura 4 é apresentado a distribuição desses artigos. Os métodos que se destacaram foram *Near-Infrared Spectroscopy* (NIR), *Microwave*, *Photoacoustic Spectroscopy* e *Bioelectrical Impedance Spectroscopy* com 36, 24, 12 e 12 trabalhos respectivamente. Estes são os métodos que apresentam o maior interesse pelos pesquisadores representando 73% dos dados obtidos. Na categoria *Outros* foram incluídos as técnicas que apresentam 1 ou 2 trabalhos relacionados, como por exemplo *raman spectroscopy* e *polarimetry spectroscopy*.

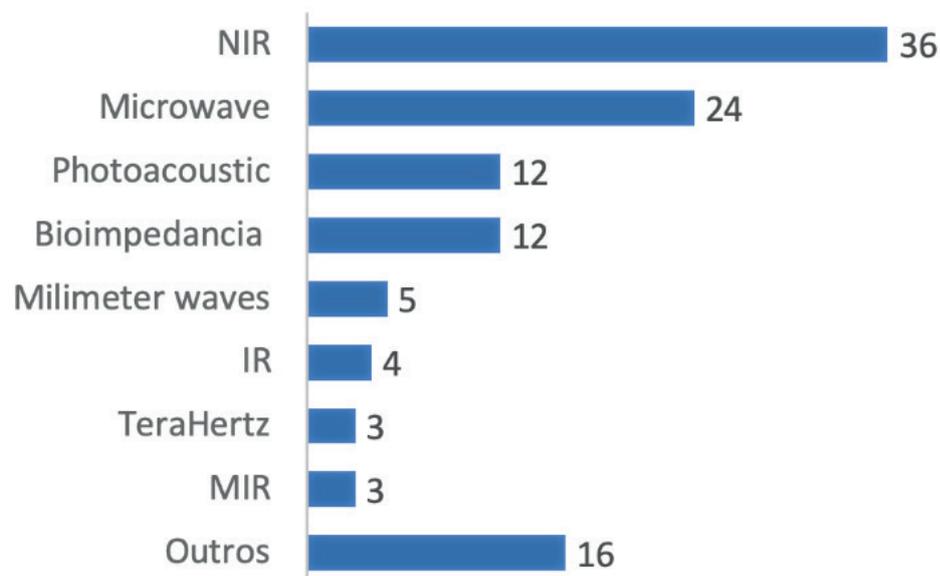


Figura 4: Quantidade de publicações por método não invasivo

Os métodos que apresentaram o maior interesse pelos pesquisadores, são apresentados na Figura 5 distribuídos por ano de publicação. Pode-se observar que o método *Photoacoustic Spectroscopy* apresenta uma tendência de queda. Isto pode significar que esta técnica já foi utilizada todo o seu potencial. Já as demais técnicas, *Near-Infrared Spectroscopy* (NIR), *Microwave* e *Bioelectrical Impedance Spectroscopy* apresentam uma tendência de crescimento em suas aplicações.

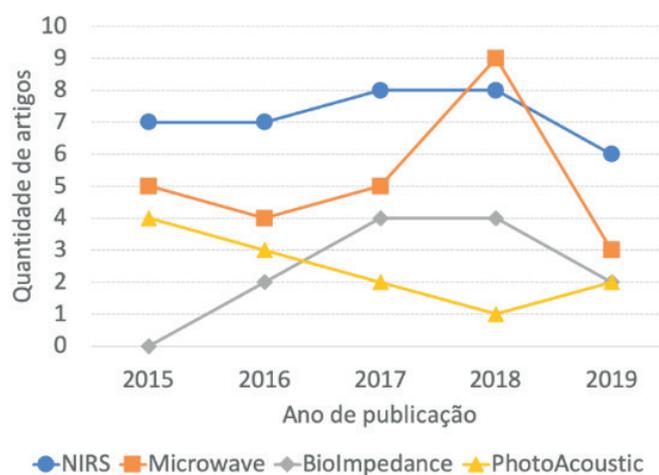


Figura 5: Quantidade de publicações por ano e método não invasivo

A combinação destas técnicas de medições, segundo os dados obtidos neste mapeamento, não apresenta um área de grande interesse pelos pesquisadores. Na Tabela 3 é apresentado os dados obtidos. Cerca de 100 artigos utilizaram apenas uma técnica de maneira isolada e apenas 8 trabalhos apresentam algum tipo de combinação de sensores. As combinações encontradas foram: *infrared spectroscopy* e *ultrasonic micro-electro-micro mechanical* (IR-MEMS), *Near-Infrared Spectroscopy* com múltiplas frequências de sinais (NIR-Multifrequencia), *Bioelectrical Impedance Spectroscopy* e *Near-Infrared Spectroscopy* com múltiplas frequências de sinais (BI-NIR-Multifreq), *Bioelectrical Impedance Spectroscopy*, *Near-Infrared Spectroscopy* com múltiplas frequências de sinais, umidade e temperatura (BI-NIR-Multifreq-Umidade-Temperatura) e *Bioelectrical Impedance Spectroscopy*, *Near-Infrared Spectroscopy* e temperatura (BI-NIR-Temperatura). A combinação que se destacou foi a NIR-Multifrequencia com três artigos.

Combinação	Quantidade	Referência
Nenhum	100	
IR-MEMS	1	(Choi et al. 2017)
NIR-Multifrequencia	3	(Kascheev et al. 2017, Ficorella. 2015, Marius et al. 2019)
BI-NIR-Multifreq	2	(Zanon et al. 2018, Fouad et al. 2019)
BI-NIR-Multifreq-Umiade-Temperatura	1	(Geng et al. 2017)
BI-NIR-Temperatura	1	(Tronstad et al. 2019)

Tabela 3: Distribuição das combinações de técnicas não invasivas

Destes trabalhos que apresentaram uma combinação de técnicas, foram extraídos informações sobre o modelo computacional utilizado para fundir os dados e gerar a medição de glicose. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos. Pode-se destacar a utilização de redes neurais, sendo utilizada em 2 trabalhos e em um trabalho, em particular, a rede neural foi otimizada por um algoritmo genético. Outro fator importante, foi a falta de informações sobre o modelo computacional utilizado em dois trabalhos.

Método computacional	Quantidade
Análise multivariada	1
Análise de regressão múltipla	1
Análise de séries temporais	1
Redes neurais otimizado por algoritmo genético	1
Redes neurais	2
Não informado	2

Tabela 4: Distribuição dos métodos computacionais para combinar os diferentes sinais não invasivos

4 | CONCLUSÃO

A medição não invasiva do nível de glicose no sangue em humanos é uma área de pesquisa importante e pode melhorar significativamente a qualidade de vida de indivíduos com diabetes tanto no monitoramento como na prevenção de diversas doenças. Devido a complexidade de realizar a medição de maneira não invasiva, diferentes técnicas tem sido utilizadas na literatura. Neste trabalho foi utilizado o mapeamento sistemático para coletar, analisar e sumarizar as pesquisas neste tópico. Foram coletados 882 artigos de 5 bases e dados diferentes e analisados por diferentes critérios de inclusão e exclusão. Por fim, foi selecionado um conjunto de 108 artigos para ser analisados e extraídos as informações sobre as técnicas não invasivas. Foi observado que a *Near-Infrared Spectroscopy* foi a técnica mais utilizadas pelos pesquisadores em cerca de 36 trabalhos. As técnicas de *Microwave*, *Photoacoustic Spectroscopy* e *Bioelectrical Impedance Spectroscopy* também se destacaram. Foi observado que os pesquisadores não tem demonstrado interesse em realizar combinações entre as diferentes técnicas de medições. Das poucas combinações

propostas, foram utilizados as redes neurais para indicar o nível de glicose. Esta lacuna pode ser explorado e pode abrir novas oportunidades interessantes de pesquisas futuras. Como trabalhos futuros pretende-se ampliar o alcance do mapeamento sistemático para 10 anos e extrair informações sobre as bases de dados, experimentações e precisão dos resultados reportados nos artigos. Outra proposta é analisar a correlação entre os diferentes métodos e identificar quais são equivalentes e quais são complementares. Esta informação pode ser útil para propor combinações entre os diferentes métodos para melhorar a precisão da medição da glicose.

REFERÊNCIAS

Choi, H., Luzio, S., Beutler, J., and Porch, A. (2017). **Microwave noninvasive bloodglucose monitoring sensor: Human clinical trial results**. In 2017 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS), pages 876–879.

Ficorella, A., D’Amico, A., Santonico, M., Pennazza, G., Grasso, S., and Zompanti, A. (2015). **A multi-frequency system for glucose detection with optical sensors**. In *2015 XVIII AISEM Annual Conference*, pages 1–3.

Fouad, M. M., Mahmoud, D. Y., and Abd El Ghany, M. A. (2019). **Joint NIR-BIS Based Non-Invasive Glucose Monitoring System**. In *Proceedings of the International Conference on Microelectronics, ICM*, volume 2018-Decem, pages 88–91. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Geng, Z., Tang, F., Ding, Y., Li, S., and Wang, X. (2017). **Noninvasive Continuous Glucose Monitoring Using a Multisensor-Based Glucometer and Time Series Analysis**. *SCIENTIFIC REPORTS*, 7.

Kascheev, N., Kozyrev, O., Leykin, M., and Vanyagin, A. (2017). **Non-invasive monitoring of blood glucose by means of wearable tracking technology**. In *2017 IEEE East-West Design Test Symposium (EWDTS)*, pages 1–4.

Kim, J., Campbell, A. S., and Wang, J. (2018). **Wearable non-invasive epidermal glucose sensors: A review**. *Talanta*, 177:163–170.

Marius, I. and Sever, P. (2019). **Algorithms of Absorbance and Colorimeter for Measuring Blood Glucose**. In *2019 11th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)*, pages 1–6.

Organization, W. H. **Diabetes**. disponível em <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., and Mattsson, M. (2008). **Systematic mapping studies in software engineering**. In *Ease*, volume 8, pages 68–77.

Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1–18.

Poddar, R., Andrews, J. T., Shukla, P., and Sen, P. (2008). **Non-invasive glucose monitoring techniques: A review and current trends**. *arXiv preprint arXiv:0810.5755*.

Sabu, C., Henna, T., Raphey, V., Nivitha, K., and Pramod, K. (2019). **Advanced biosensors for glucose and insulin**. *Biosensors and Bioelectronics*.

SANTOS, S. F. (2018). **Measuring and modelling blood glucose level using near infrared and bioimpedance data**. Master's thesis.

So, C.-F., Choi, K.-S., Wong, T. K., and Chung, J. W. (2012). **Recent advances in noninvasive glucose monitoring**. *Medical Devices (Auckland, NZ)*, 5:45.

Tronstad, C., Elvebakk, O., Staal, O. M., Kalvoy, H., Hogetveit, J. O., Jenssen, T. G., Birkeland, K. I., and Martinsen, O. G. (2019). **Non-invasive prediction of blood glucose trends during hypoglycemia**. *Analytica chimica acta*, 1052:37–48.

Villena Gonzales, W., Mobashsher, A. T., and Abbosh, A. (2019). **The progress of glucose monitoring—a review of invasive to minimally and non-invasive techniques, devices and sensors**. *Sensors*, 19(4):800.

Zanon, M., Mueller, M., Zakharov, P., Talary, M. S., Donath, M., Stahel, W. A., and Caduff, A. (2018). **First Experiences With a Wearable Multisensor Device in a Non-invasive Continuous Glucose Monitoring Study at Home, Part II: The Investigators' View**. *Journal of diabetes science and technology*, 12(3):554–561.

Zheng, H., He, J., Li, P., Guo, M., Jin, H., Shen, J., Xie, Z., and Chi, C. (2018). **Glucose screening measurements and noninvasive glucose monitor methods**. *Procedia computer science*, 139:613–621.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

5G 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 95, 96

A

Antenas de microfita 95, 96, 107

Ataques de rede 130

Automação 2, 40, 59, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 159, 163, 167, 168, 260

C

Chave 2, 17, 26, 37, 40, 54, 69, 74, 75, 82, 96, 108, 130, 139, 151, 157, 170, 190, 201, 213, 216, 224, 236, 253

Computação 95, 129, 139, 140, 141, 152, 153, 156, 190, 192, 198, 200, 211, 260

Comunicação 1, 4, 5, 14, 22, 23, 24, 28, 36, 57, 69, 70, 71, 74, 76, 77, 81, 95, 96, 97, 99, 102, 106, 111, 112, 121, 122, 124, 130, 132, 133, 226, 260

Controle 1, 2, 3, 4, 5, 9, 15, 16, 23, 24, 26, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 41, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 58, 64, 65, 73, 75, 77, 133, 158, 159, 163, 165, 166, 167, 168, 225, 227, 228, 234, 253, 256, 261, 264

CyberSegurança 130

D

Desempenho 4, 34, 57, 58, 68, 69, 75, 82, 95, 99, 106, 109, 112, 113, 114, 117, 120, 122, 123, 125, 139, 142, 144, 145, 149, 153, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 188, 202, 203, 209, 215, 261

Dinâmico 1, 2, 3, 4, 5, 6, 15, 252

E

Equação polar 96, 97, 98, 99

Equilíbrio 1, 2, 3, 4, 5, 142, 171, 172, 173, 175

F

Fauna 17, 18, 25

Filtro de Kalman 1, 2, 5, 10, 12, 14, 15

I

Indicadores 18, 37, 55, 69, 76, 77, 117, 141, 199

Informação 27, 28, 29, 32, 36, 58, 62, 67, 77, 111, 121, 130, 131, 133, 135, 151, 152, 153, 154, 156, 193, 199, 210, 222, 224, 225, 227, 235, 254, 255

Irrigação 40, 41, 45, 46, 47, 50, 52, 53

L

LQR 1, 2, 5, 10, 13, 14, 15

M

Máquinas virtuais 139, 141, 142, 143, 144

Migração 139, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 252

N

Nuvem 139, 140, 141, 142, 145

O

Osmose 40, 41, 43, 44, 45, 49, 51, 52

P

Pentest 130, 134, 135, 137

Programação linear inteira mista
139

Proteção 17, 134, 135, 172, 173, 179, 187

R

Redes corporativas 130, 131

Robô 1, 3, 4, 5, 6, 9, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24

S

Segurança 21, 22, 24, 25, 30, 34, 60, 64, 72, 73, 75, 130, 131, 132, 133, 135, 137, 151, 152, 153,
156, 158, 159, 160, 161, 164, 167, 168, 175, 177, 188, 193, 211, 235

Sem fio 41, 70, 71, 79, 95, 96, 97, 99, 102, 106

Simulink 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16

Sinalizador avifauna 17, 18

Sistemas verticais 69, 70

Super fórmula de Gielis 95, 96

T

Topologia distribuída 69, 77

 **Atena**
Editora

2 0 2 0