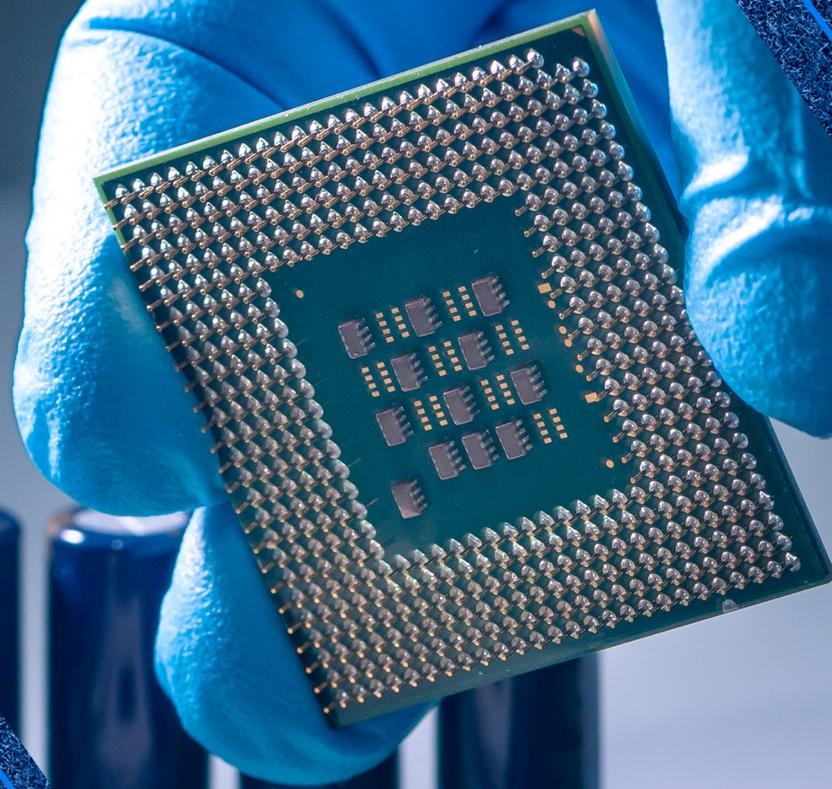


Atena
Editora

Ano 2020

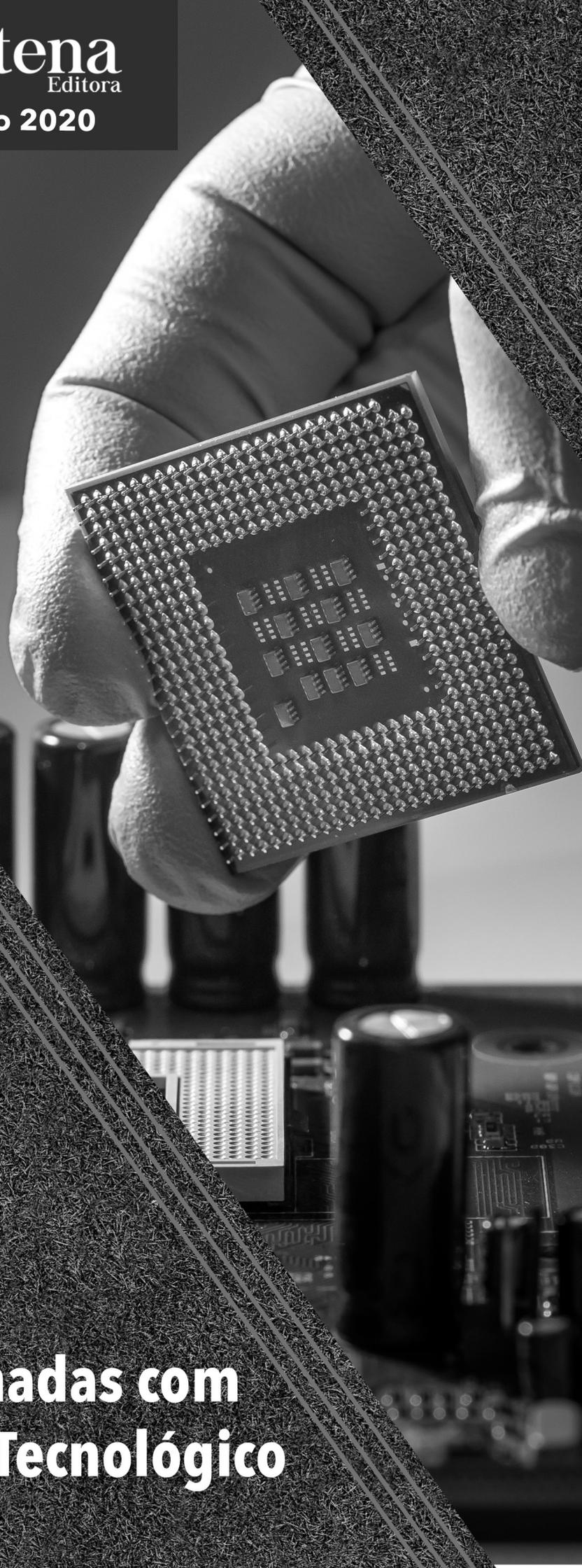


João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Marcelo Henrique Granza
(Organizadores)

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

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: Profª Drª 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

Profª Drª 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

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

Profª Drª 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 Fereda 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

PARADIGMAS DAS TECNOLOGIAS 5G NA AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS VERTICAIS NA INDÚSTRIA 4.0

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 17/04/2020

Daniel Rodrigues Ferraz Izario

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9174775045358016>

João Luiz Brancalhone Filho

Instituto Nacional de Telecomunicações - Inatel
Santa Rita do Sapucaí - Minas Gerais
<https://orcid.org/0000-0001-9086-3915>

Yuzo Iano

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1819902045004845>

Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario

Faculdade Anhanguera - Anhanguera
Indaiatuba - São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-9848-7029>

RESUMO: Este artigo aborda os principais usos da tecnologia 5G, em como suas consequências nos sistemas verticais e em específico, na automação industrial. Também estabelece relações entre indicadores de desempenho chave em diversos cenários com o uso de outras tecnologias de comunicação

já existentes, como redes cabeadas e LTE. São observadas vantagens significativas nos diversos cenários mostrados principalmente devido à nova topologia distribuída da rede 5G.
PALAVRAS-CHAVE: 5G, Automação, Indicadores de Desempenho Chave, Sistemas Verticais, Topologia Distribuída.

PARADIGMS OF THE 5G TECHNOLOGIES IN THE AUTOMATION OF VERTICAL SYSTEMS IN INDUSTRY 4.0

ABSTRACT: This article approaches the main uses of the 5G technology as well as its consequences in the vertical systems and, more specifically, in the industrial automation. It also establishes relations among key performance indicators in several scenarios with other technologies currently in use such as cabled networks and LTE. Significant advantages are experienced in many exposed scenarios, mainly owing to the new distributed 5G network's topology.

KEYWORDS: 5G, Automation, Distributed Topology, Key Performance Indicator, Vertical Systems.

1 | INTRODUÇÃO

A 5ª Geração (5G) de comunicações móveis tem um importante papel na automação de sistemas verticais, por suas características intrínsecas, como o suporte de aplicações de Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things* - IoT) e comunicação M2M (*Machine-to-Machine*, em português, Máquina à Máquina), além da, baixíssima latência, economia de energia, escalabilidade, alta QoS (*Quality of Service*, em português, Qualidade de Serviço) e altas taxas de dados, podendo ser o marco e o responsável, de fato, pela denominada 4ª Revolução Industrial (ou Indústria 4.0) (5G *Americas*, 2018), como apresentado na FIGURA 1.

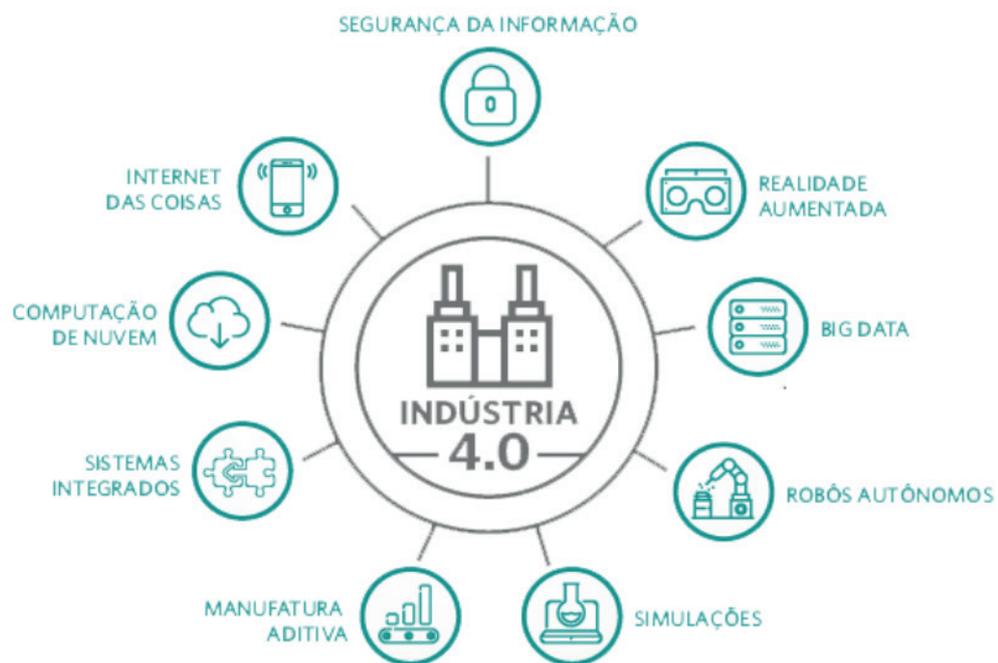


Figura 1: Indústria 4.0.

Apesar de oferecer potenciais benefícios, como a ausência de cabeamentos e a redução de custos, além da, melhor gestão fabril e de recursos, há notável resistência na adoção das diversas tecnologias de comunicação sem fio na automação industrial, resistência maior do que a encontrada na aceitação das aplicações voltadas ao consumo direto do consumidor. A principal razão é a falta de confiabilidade nas mesmas em comparação com as tecnologias baseadas em sistemas cabeados, levando em conta que aplicações industriais tendem a ser mais críticas do que as voltadas ao usuário final (5G *Americas*, 2018).

Este é um paradigma que o 5G terá que enfrentar, mas o resultado parece promissor já que, diferente de tecnologias legadas, sua velocidade é maior, sua latência, menor, além da combinação de oferecer, em uma estrutura unificada, comunicações de curto e longo alcance, como RFID (*Radio-Frequency IDentification*, em português, Identificação

por Radiofrequência) e Bluetooth com a tecnologia celular, está com o uso de pequenas células e redes heterogêneas. Por este conjunto de características, acredita-se que o 5G será fundamental na IoT, demonstrando sua importância no âmbito da automação.

Iniciadas na década de 1970, as comunicações móveis de 1ª Geração (G) eram exclusivas para o tráfego de voz. Ao longo dos anos, no entanto, com o aumento na capacidade e digitalização da transmissão, bem como com a criação de novos dispositivos digitais, houve o grande aumento no tráfego de dados não vinculados à voz, inicialmente mesmo na comunicação entre pessoas, o denominado P2P (*Person-to-Person*, em português, Pessoa à Pessoa), como no caso de mensagens de texto SMS (*Short Message Service*, em português, Serviço de Mensagens Curtas).

Ao início da conexão dos primeiros telefones celulares à internet, mais comumente desde à 3ª Geração (3G) da telefonia móvel, bem como com a criação de aplicativos em plataformas móveis, houve um grande aumento na porcentagem do tráfego de dados P2M (*Person-to-Machine*, em português, Pessoa à Máquina) ou onde há a interação de pessoas com atividades automatizadas, como o que ocorre frequentemente ao acessar a uma aplicação para a transferência bancária ou pagamentos (5G *Americas*, 2018).

Em menor escala desde o 3G, já houve uso de tecnologias móveis nas comunicações M2M, o modelo de comunicação com maior aplicação na automação industrial, uso que não conseguiu grande significância devido a percepção de falta de confiabilidade sobre as redes sem fio. No 5G devido à baixa latência bem como maior versatilidade de conexão e velocidade, é esperada uma mudança de paradigma quanto a confiabilidade neste tipo de rede sem fio, bem como conseqüente maior uso nas comunicações M2M. Além dessas aplicações citadas, da telefonia e banda larga móvel, espera-se também que o 5G seja utilizado também em novas aplicações, nos denominados domínios verticais (5G *Americas*, 2018).

2 | METODOLOGIA

Para implementar o uso de 5G no ambiente da automação vertical, é necessário entender a definição dos domínios verticais, esses correspondem a maior parte da demanda, que compreende indústrias ou grupos de empreendimentos, nos quais, são desenvolvidos produtos similares ou serviços (5G *Americas*, 2018), são exemplos:

Monitoramento a Distância

- Serviços Públicos: Monitoramento de eletricidade, água;
- Saúde: Monitoramento remoto de pacientes;

- Consumidores: Alarmes, sensores de segurança e m-saúde;

Rastreamento de Ativos

- Transporte: Administração e monitoramento de frotas;
- Consumidor: Rastreamento de ativos;
- Automotivo: Administração de frotas e recuperação de veículos roubados;
- Indústria: Operações de varejo/armazém;

Automação de Operações

- Indústria: Automação em tempo real;
- Saúde: Cirurgia a distância e robótica automatizada;
- Imóveis Comerciais: Automação de instalações;
- Construção, Petróleo & Gás, Mineração: Automação de máquinas;

Manutenção Preventiva

- Transporte & Automotivo: Reparos veiculares e substituição de baterias;
- Indústria: Manutenção de equipamentos;
- Imóveis Comerciais: HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning, em português, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado - AVAC), aquecedores, iluminação e manutenção;

Streaming de Vídeos

- Consumidor: Câmeras de segurança;
- Imóveis Comerciais: Câmeras de segurança inteligentes;

Outras

- Transporte & Automotivo: Veículos autônomos;
- Consumidor & Automotivo: Carros conectados e eletrodoméstico conectados;
- Varejo: Promoções em lojas em tempo real;

Estes sistemas possuem demandas exigentes quanto a vários aspectos, como latência, taxa de dados, disponibilidade e, em alguns casos, sistemas de posicionamento de alta-precisão.

Nesta e nas demais abordagens existentes referentes as aplicações, há conforme descrita pela ISO (*International Standardization Organization*, em português, Organização Internacional de Padronização) (ISO, 2020), o conceito de confiança em um sistema, definida como “a capacidade de funcionamento quando solicitado”, no qual, é dividida em cinco propriedades de grande importância e uso recorrente, descritas na TABELA 1.

PROPRIEDADES	DESCRIÇÃO
Confiabilidade	Continuidade da operação de maneira correta. Propriedade tipicamente definida como o tempo médio entre falhas ocorridas. Redes de automação devem ser confiáveis e, geralmente, quanto menos indisponibilidade houver, melhor será o sistema.
Disponibilidade	Prontidão para a operação de maneira correta quando solicitado. Propriedade classificada pela porcentagem do tempo em que o sistema opera corretamente. No caso da disponibilidade, por exemplo, se houver um atraso maior que o estipulado, o sistema é considerado indisponível.
Manutenibilidade	Habilidade de se submeter a manutenções e reparos. Pode ser mensurada pelo tempo médio de reparo, em como a probabilidade de reparos num dado período.
Segurança	Ausência de consequências catastróficas ao usuário e ao meio-ambiente.
Integridade	Ausência de alterações impróprias no sistema.

TABELA 1: As cinco propriedades de grande importância e uso recorrente nos domínios verticais (5G Americas, 2018).

O sistema 5G é construído sob um acesso flexível, ou seja, permite aplicações distribuídas ou centralizadas para a alocação de demandas, isto, sendo conectado até o *data center* responsável pelo armazenamento dos dados, bem como, gerência de rede, como apresentado na FIGURA 2.

Nas gerações anteriores de comunicações móveis, o que corresponde também à maior parte da estrutura funcional instalada, havia, quase a totalidade, aplicações centralizadas, onde diversos dispositivos se conectam à web, responsável pelo armazenamento e controle central.

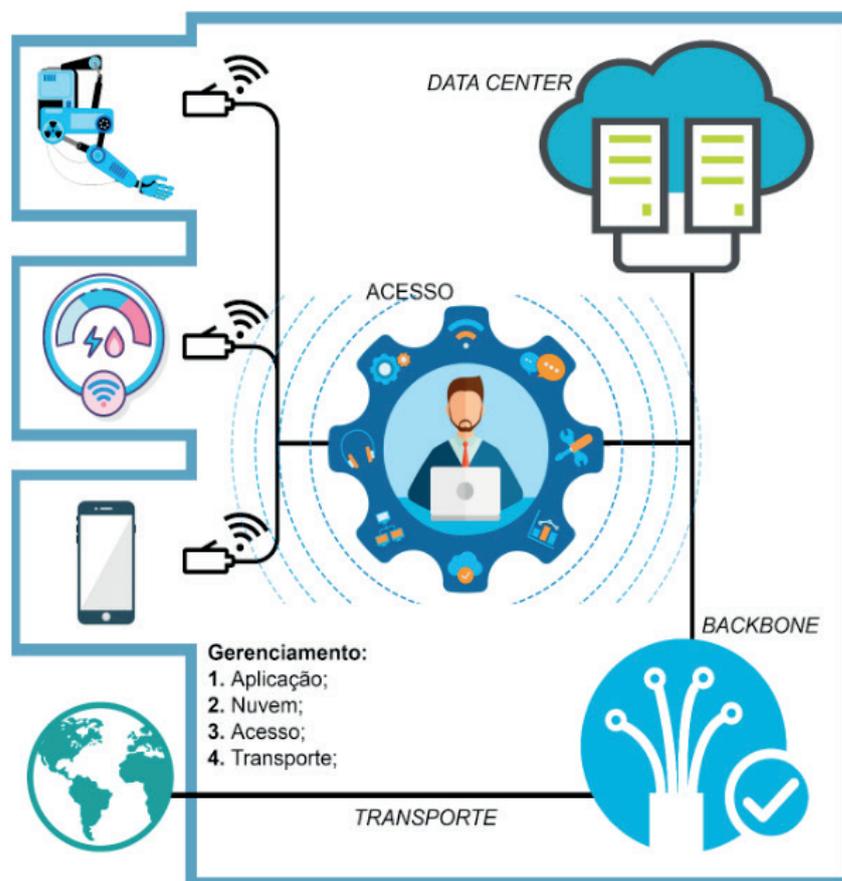


Figura 2: Formas de gerenciamento 5G.

Entretanto, a estrutura se mostra ineficiente para os padrões de velocidade e latência desejados no 5G, no qual, dispositivos finais ou intermediários devem-se comunicar entre si, sem o uso de uma estrutura central, como pode ser observado nas formas de gerenciamento 1 e 2 (FIGURA 2), exemplos de aplicações distribuídas, enquanto as 3 e 4 (FIGURA 2), são exemplo de aplicações centralizadas.

Para a abordagem deste modelo de estrutura deve-se considerar o esquema já existente da denominada “área distribuída de radiocomunicação industrial”, este mencionado no *release 16* (3GPP, 2020).

Na FIGURA 3, a primeira camada do sistema se encontra as funções de automação distribuída, o que faz a interface entre as funções de comunicação com os dispositivos para coleta de dados como I/Os (*Input/Output*, em português, Entrada/Saída), sensores, *encoders*, *drivers*, *switches*. Esta função de comunicação distribuída se comunica entre si através do meio de comunicação, o que é fundamental para o funcionamento da aplicação da automação, um ponto chave para a Indústria 4.0.

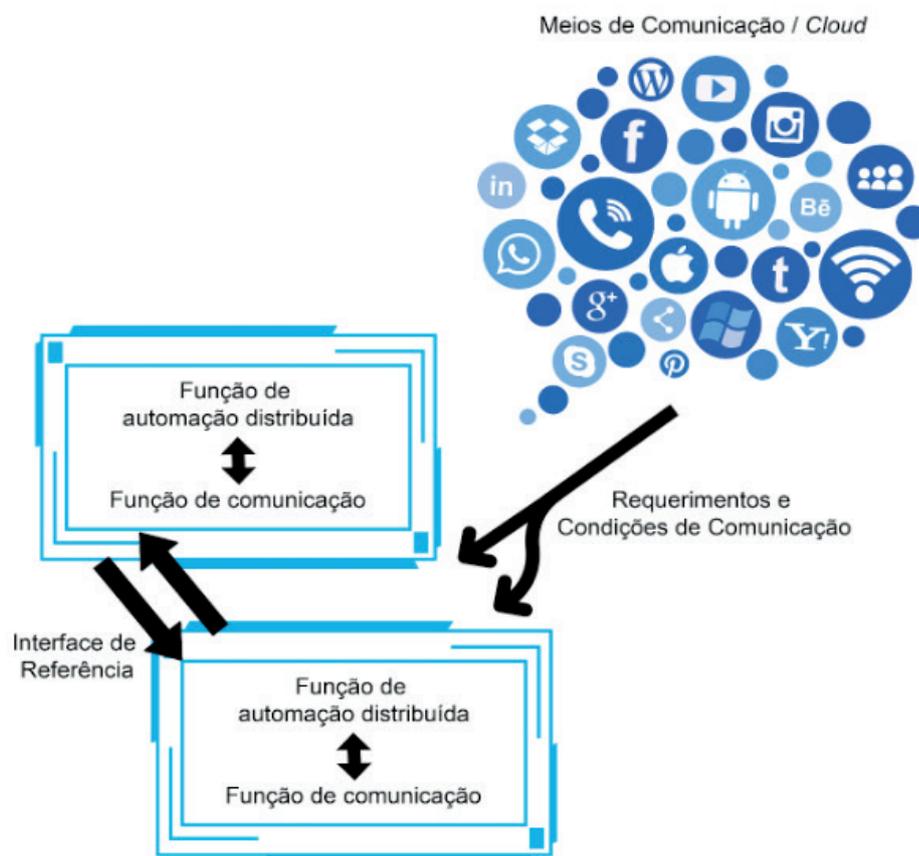


Figura 3: Aplicação de automação distribuída.

3 | RESULTADOS

Nos últimos anos o rápido avanço do número de usuários, bem como a rápida liderança das tecnologias anteriores como as de 3ª e 4ª Geração, pouco após seus lançamentos, faz com que as projeções da GSMA (*Global System for Mobile Association*, em português, Sistema Global para Associação Móvel) de uso do 5G, nos seus diversos segmentos de operação, na casa dos bilhões de usuários no período de 5 anos.

Conforme citado anteriormente, muitas expectativas de usos fora da telefonia móvel, são esperados, mas podendo causar grandes impactos nas áreas da Indústria 4.0, principalmente em três grandes domínios verticais: automação industrial, automação de processos e interface homem-máquina.

A. Estudo dos impactos do 5G

O desenvolvimento do 5G ocorre num momento de grande automação das indústrias, por tecnologias como IoT, aprendizagem automática, sistemas de visão e robótica, o que é considerado muito favorável. A “fábrica do futuro”, como é vagamente denominada a tendência do uso destas tecnologias incorporada em diversas categorias de redes *high-end* em ambiente industrial com diferentes performances, exigências e resultados, descritas na TABELA 2.

B. KPIs

Segundo a agência reguladora 3GPP (*3rd Generation Partnership Program*), os parâmetros esperados para desempenho do uso de 5G na automação nos domínios verticais estão disponíveis na *release 15* (3GPP, 2020), sendo eles automação de sistemas discretos, automação de processos, automação de sistemas de distribuição de energia e sistemas de transporte inteligente.

A *release 15* mencionada, refere-se às maneiras de interoperação e em alguns casos, emulação do 5G com tecnologias já existentes e utilizadas no meio da automação como WLAN (*Wireless Local Area Network*, em português, Rede Local Sem Fios) e redes cabeadas, bem como nas redes dentro do ambiente industrial (Bent, 2020). Para cada um destes domínios, em alguns casos até subdomínios, há a expectativa de diferentes KPIs (*Key Performance Indicator*, em português, Indicador-Chave de Desempenho), descritas na TABELA 3 e TABELA 4.

CATEGORIA	CENÁRIO	IMPACTO
Processos em tempo crítico	1. Tempo real, controle automatizado em <i>loop</i> fechado; 2. Interação homem-máquina orientada a vídeo; 3. Realidade Virtual e Realidade Aumentada para manutenção e treinamento;	Melhora na eficiência e rendimentos assim como segurança.
Processos em ambiente industrial fora de tempo real	1. Rastreamento de produtos e inventários de equipamentos; 2. Sensoriamento de dados fora de tempo real; 3. Inspeções e diagnósticos remotos;	Melhora no gerenciamento dos meios de produção.

Comunicação empresarial	1. Logística e armazenamento; 2. Comunicações BackOffice e entre funcionários; 3. Rastreamento de produtos após a produção;	Melhora nos negócios.
-------------------------	---	-----------------------

TABELA 2: Três exemplos de categoria de redes 5G.

A visualização dos indicadores nos quatro principais domínios verticais, e subdomínios, quando aplicável, são descritas na TABELA 3. E na TABELA 4, há os indicadores esperados em domínios dentro do ambiente industrial.

Alguns dados são levados em consideração nas tabelas, por exemplo, a disponibilidade se refere às interfaces de serviço, a confiança com o sistema em si, e para que os parâmetros de confiança sejam alcançados, poderá haver mais de uma transmissão. O *payload* referido como pequeno é de tamanho inferior a 256 bytes. Outro ponto, é que todas as aplicações conectadas dentro do volume de serviços exijam a taxa de dados igual à do usuário, e em caso da taxa de penetração do 5G ser igual à 100 %. Valores de dimensão máxima, são estimados, exceto no ponto em que se refere à dimensão vertical. Por último, o tempo de ciclo se refere ao tempo necessário para a geração de um sinal, o seu transporte através da rede para um sensor ou atuador e o seu retorno, com a confirmação do recebimento.

CENÁRIO	MÁXIMA LATÊNCIA	TEMPO SOBREVIVÊNCIA	DISPONIBILIDADE SERVIÇOS	CONFIABILIDADE	TAXA DADOS	TAMANHO PAYLOAD	DENSIDADE TRÁFEGO	DENSIDADE CONEXÃO	DIMENSÃO ÁREA
Automação discreta	10 ms	0 ms	99,99%	99,99%	10 Mbps	Pequeno à Grande	1T bps/km ²	100000/m ²	1000 m x 1000 m x 30 m
Automação de processos: controle remoto	60 ms	100 ms	99,9999%	99,999%	1 à 100 Mbps	Pequeno à Grande	100G bps/km ²	1000/m ²	300 m X 300 m x 50 m
Automação de processos: monitorização	60 ms	100 ms	99,9%	99,9%	1 Mbps	Pequeno	10G bps/km ²	10000/m ²	300 m X 300 m x 50 m
Distribuição de eletricidade: média tensão	40 ms	25 ms	99,9%)	99,9%	10 Mbps	Pequeno à Grande	10G bps/km ²	1000/m ²	100000 m sob linha viva
Distribuição de eletricidade: alta tensão	5 ms	10 ms	99,9999%	99,999%	10 Mbps	Pequeno	100G bps/km ²	1000/m ²	200000 m sob linha viva
Sistema inteligente de transportes: infraestrutura	30 ms	100 ms	99,9999%	99,999%	10 Mbps	Pequeno à Grande	10G bps/km ²	1000/m ²	2000 m sob autoestrada

TABELA 3: Indicadores nos quatro principais domínios verticais, bem como em seus subdomínios (5G Americas, 2018).

CASOS DE USO		DISPONIBILIDADE MÍNIMA	TEMPO CICLO	TAMANHO PAYLOAD	NÚMERO DISPOSITIVOS	DIMENSÃO ÁREA
Controle de Movimento	Máquinas de impressão	99,9999 %	< 2 ms	20 bytes	> 100	100 m x 100 m x 30 m
	Ferramentas mecânicas	99,9999 %	< 0,5 ms	50 bytes	≈ 20	15 m x 15 m x 3 m
	Máquinas de empacotamento	99,9999 %	< 1 ms	40 bytes	≈ 50	10 m x 5 m x 3 m
Robôs Móveis	Controle de movimentos corporativos	99,9999 %	1 ms	40-250 bytes	100	< 1 m
	Com controles remotos operados por vídeo	99,9999 %	10-100 ms	15-150 bytes	100	< 1 m
Painéis de Controle	Robôs de montagem e fresadoras	99,9999 %	4-8 ms	40-250 bytes	4	10 m x 10 m
	Guindastes móveis	99,9999 %	12 ms	40-250 bytes	2	40 m x 60 m
Automação de Processos		99,99 %	> 50 ms	Variável	10000 por km ²	

TABELA 4: Indicadores esperados em domínios dentro do ambiente industrial

(Brown, 2016).

C. Distribuição de Energia e Administração de Falhas

A administração de falhas e a recuperação da distribuição de energia, caso elas ocorram, é algo que exige diversas manobras complexas em pouco tempo, normalmente feitas manualmente como, mas não somente, coleta e análise de dados da rede, isolamento de falhas, determinação de medidas apropriadas, isolamento de falhas, restauração do serviço, informação à equipe de manutenção e, restauração da configuração normal de rede, após correção das falhas (Schwaderer, 2019).

No caso de grandes áreas ou falhas simultâneas, a situação se torna significativamente mais complexa, o que evidencia a importância de sistemas automatizados com a utilização de tecnologias 5G, principalmente devido à baixa latência (menor do que 500ms).

Entretanto, existe a possibilidade do uso do FLISR (*Fault Location, Isolation & Service Restoration*), que é um localizador de falhas e isolador de serviços este designado para o desligamento e alteração de linhas com sobrecarga, utilizando uma topologia distribuída com diversos controladores lógicos programáveis, localizados nos polos dos alimentadores com inteligência local e capacidade de comunicação P2P, não havendo necessidade de um sistema de controle local ou regional. Outro ponto, é a existência do suporte a este tipo de aplicação através da padronização internacional IEC 61850 (Souza, 2012), no qual, estão previstos os requerimentos de flexibilidade e interatividade para a implantação da aplicação (Schwaderer, 2019).

Na FIGURA 4, é apresentado a topologia completa IEC 61850, sendo possível

verificar o isolamento da área que requer restauração de serviço permitindo a realocação para o local mais próximo com alimentação.

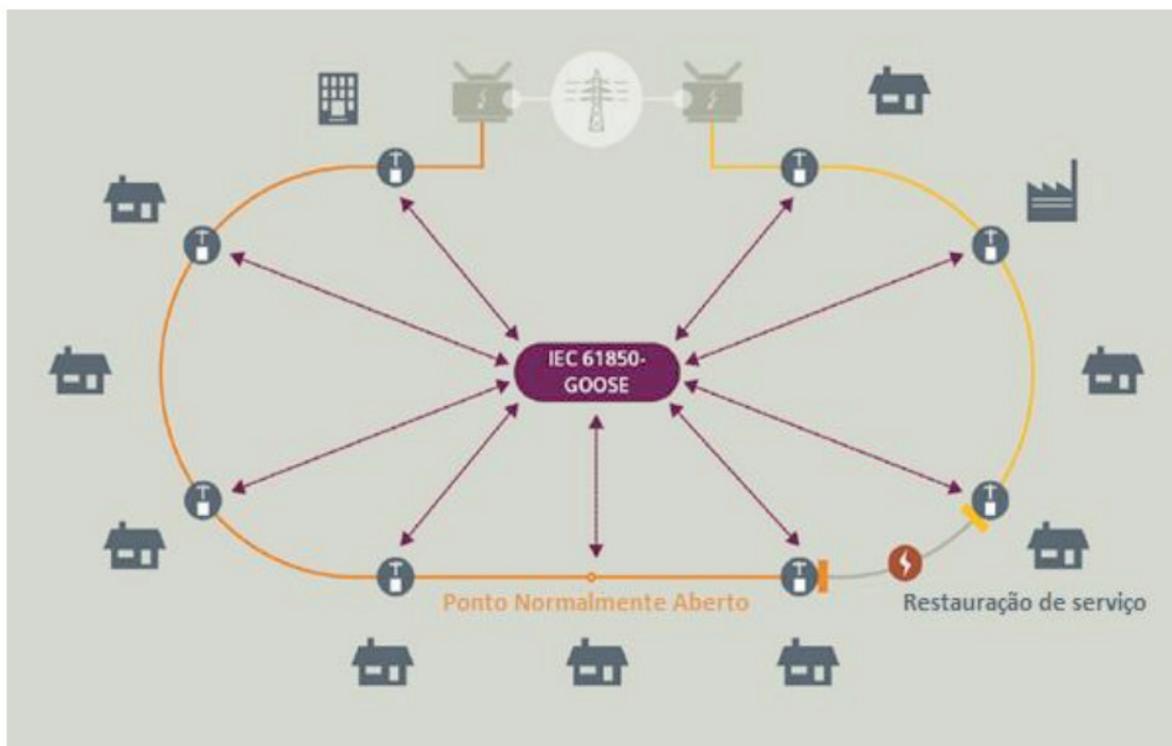


Figura 4: Topologia completa IEC 61850.

D. Controles robóticos de movimentos

Ferramentas mecânicas, máquinas de montagem, empacadoras e veículos autônomos, são todos exemplos de controles automatizados de movimento. Segundo (3GPP, 2020), a latência nestes cenários não pode ultrapassar 1 ms, bem como, 99,9999 % de confiabilidade e 2 ms no tempo de ciclo.

Todas estas demandas favorecem bastante o uso das tecnologias 5G neste tipo de mercado, já que um dos grandes problemas do uso das tecnologias tradicionais, neste caso, é a interferência causada por estruturas metálicas. Junto a isso, os requerimentos de baixa latência fazem a transmissão de pacotes de dados pouco prática ou até mesmo impossível.

As tecnologias 5G podem ser muito úteis num cenário como esse na medida que permite a transmissão de pacotes com um menor *frame* sem a espera do *frame ack* (*acknowledgment*), responsável pelo reconhecimento da recepção. Existe a possibilidade da implantação de conectividade por múltiplos percursos, podendo manter a continuidade do processo em caso de perda de algum pacote.

Pelo conjunto de baixíssima latência e alta disponibilidade, é possível a aplicação de diversos fatores, neles incluindo, frequência, temporal e espacial em aplicações como braços mecânicos e serviços autônomos. Considerando que o 5G faz uso de banda bastante estreita (100 MHz/canal), a diversidade de frequência não se mostra promissora

na obtenção de ganhos, apenas na maior confiabilidade, mas há a possibilidade de melhora na diversidade espacial através CoMP (*Coordinated Multi Point*, em português, Multipontos Coordenados), já padronizada no 5G, que permitirá a transmissão do mesmo pacote em múltiplos pontos, prevenindo perdas (Schwaderer, 2019).

4 | CONCLUSÃO

Há muitos exemplos de como as tecnologias 5G podem ter grande importância na Indústria 4.0, isso se refere, ao ambiente industrial interno e externo, em muitas atividades as quais inclusive sua atuação não é claramente perceptível, como no reestabelecimento após interrupção da rede elétrica comercial. Além do aumento da velocidade comparado com as tecnologias de gerações anteriores, a estrutura distribuída e um de seus destaques, a diminuição da latência, no qual, tem grande importância, podendo quebrar, em definitivo, o paradigma de falta de confiabilidade associadas às tecnologias sem fio em ambientes de automação.

REFERÊNCIAS

3GPP, **3GPP**. *3rd Generation Paternship Program*. Disponível em: <<https://www.3gpp.org/>>. Acessado em: 15 de maio de 2020.

3GPP, **Release 15**. *3rd Generation Paternship Program*. Disponível em: <<https://www.3gpp.org/release-15>>. Acessado em: 15 de maio de 2020.

3GPP, **Release 16**. *3rd Generation Paternship Program*. Disponível em: <<https://www.3gpp.org/release-16>>. Acessado em: 15 de maio de 2020.

5G Americas, **5G Communications for Authomation Vertical Domains**. *5G Americas Whitepaper*, 2018. Disponível em <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/5G_Americas_White_Paper_Communications_for_Automation_in_Vertical_Domains_November_2018.pdf>. Acessado em 12 de abril de 2020.

Bent, Henk Van der, **Wireless Technology in Industrial Authomation**. *Yokogawa Europe BV - Vigilant Plant Whitepaper*. Disponível em <https://web-material3.yokogawa.com/ISA100-whitepaper.pdf?_ga=2.181686752.695514765.1586637962-198698714.1585854637>. Acessado em: 12 de abril de 2020.

Brown, Gabriel, **Ultra-reliable Low-Latency 5G for Industrial Automation**. Qualcomm, 2016. Disponível em <<https://www.qualcomm.com/media/docum ents/files/read-the-white-paper-by-heavy-reading.pdf>>. Acessado em 12 de abril de 2020.

ISO, **International Organization for Standardization**. Disponível em: <<https://www.iso.org/home.html>>. Acessado em: 10 de abril de 2020.

Schwaderer, Curt, **5G Adds Distributed Cloud Capability for Intelligent Edge**. *Embedded Computer Design*, 2019. Disponível em: <<https://www.embedded-computing.com/guest-blogs/5g-adds-distributed-cloud-capability-for-intelligent-edge>>. Acessado em: 15 de abril de 2020.

Souza, Rafaela, **Redes IEC-61850 - Estudo de Protocolo e Exemplo de Aplicação**, Automação Industrial, 2012. Disponível em <<https://www.automacao industrial.info/redes-iec-61850-estudo-de-protocolo-e-exemplo-de-aplicacao/>>. Acessado em 16 de abril de 2020.

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