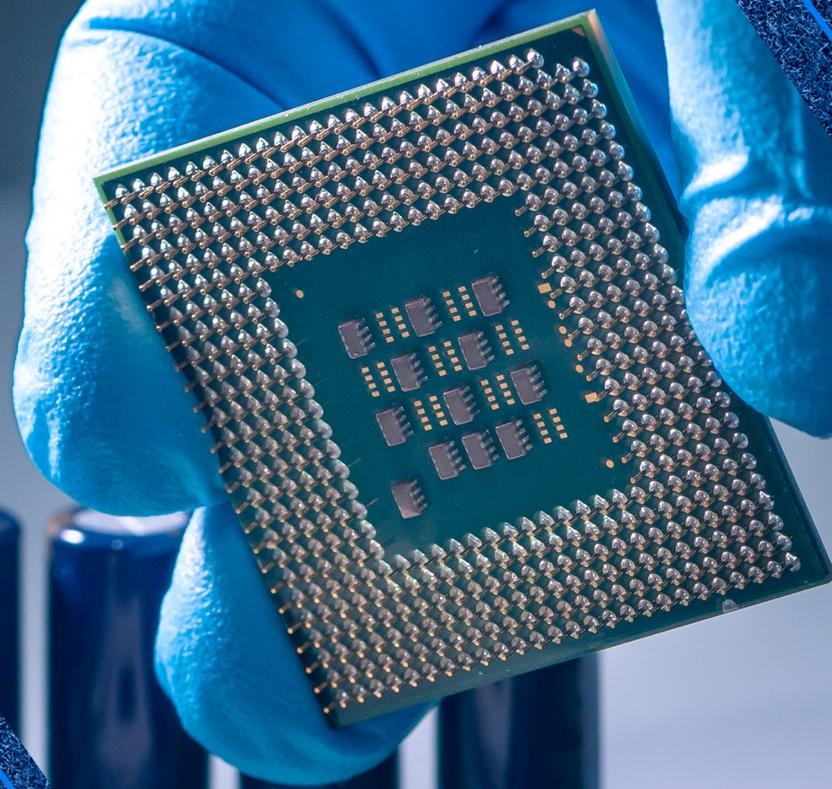


**Atena**  
Editora

Ano 2020

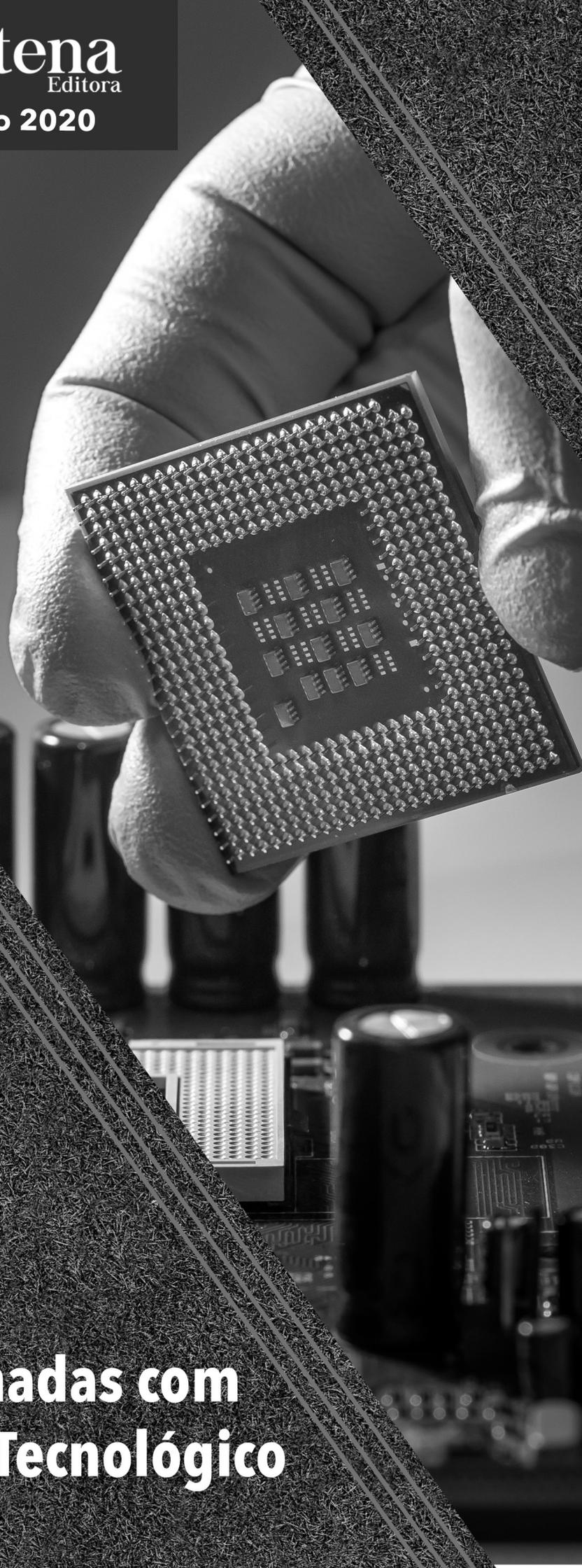


João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza  
(Organizadores)

**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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
PROSPECTOS PARA A EVOLUÇÃO DA INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR EM CENTROS DE CONTROLE DE ENERGIA ELÉTRICA	
Luiz Corrêa Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
PROJETO CANAÃ - IRRIGADOR AUTOMÁTICO PARA O AGRONEGÓCIO	
André Kroupa Eldon Moura Cláudio Matheus da Costa Comin Rogério Luis Spagnolo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>54</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6712002076</b>	

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

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>170</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>190</b>
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA	
Felipe Massayuki Quiotoqui Italo Rodrigues da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020715</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>200</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>213</b>
AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NÃO INVASIVAS DE MEDIÇÃO DE GLICOSE EM HUMANOS	
Leanderson André Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>224</b>
ENTENDIMENTO DOS CONTROLES E POSSÍVEIS CONFLITOS DE PRIVACIDADE NAS REDES SOCIAIS ONLINE	
Talita de Souza Costa Marbilia Possagnolo Sérgio Regina Marin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>236</b>
MODELAGEM DE PROBLEMA ELETROSTÁTICO UTILIZANDO ELEMENTOS FINITOS	
Julia Grasiela Busarello Wolff Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.67120020719</b>	

<b>CAPÍTULO 20 .....</b>	<b>252</b>
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	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>265</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>266</b>

## PROJETO CANAÃ - IRRIGADOR AUTOMÁTICO PARA O AGRONEGÓCIO

*Data de aceite: 01/06/2020*

*Data de submissão: 22/05/2020*

### **André Kroupa**

Departamento de Engenharia, Faculdades  
Metropolitanas Unidas – FMU  
bolakrp@yahoo.com.br

### **Eldon Moura**

Departamento de Engenharia, Faculdades  
Metropolitanas Unidas – FMU  
eldon.moura@gmail.com

### **Cláudio Matheus da Costa Comin**

Departamento de Engenharia, Faculdades  
Metropolitanas Unidas – FMU  
claudiocostacomim@gmail.com

### **Rogério Luis Spagnolo da Silva**

Departamento de Engenharia, Faculdades  
Metropolitanas Unidas – FMU Professor nos  
cursos de Engenharia Elétrica e de Controle e  
Automação  
rogerio.spagnolo@fmu.br

**RESUMO:** Em decorrência da falta de chuvas na região do Nordeste, o cultivo de plantações nesta região enfrenta algumas dificuldades em decorrência da qualidade do solo, que impossibilita a agricultura nessa região.

O projeto visa atender essa região, com um sistema eletroeletrônico de irrigação

automatizado, que possibilita realizar o controle desse sistema, e ainda, supervisionar por celulares e/ou tablets as grandezas físicas que estão sendo manipuladas.

Para a população que vive nas regiões desfavoráveis para cultivo, este projeto oferece a possibilidade de realizar tal tarefa. A região Nordeste possui uma grande quantidade de água salinizada em poços e açudes inativos, ou seja, realizando o tratamento dessa água, utilizando membranas de osmose reversa para dessalinização, poderá ser utilizado essas águas para irrigação de plantações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, Osmose e Controle.

### **CANAÃ PROJECT - AUTOMATIC IRRIGATOR FOR AGRIBUSINESS**

**ABSTRACT:** Due to the lack of rainfall in the Northeast region, the cultivation of plantations in this region faces some difficulties due to soil quality, which makes agriculture in this region impossible.

The project aims to serve this region, with an automated electro-electronic irrigation system, which makes it possible to control this system, and also to supervise by mobile phones and / or tablets the physical quantities being

manipulated.

For the population living in unfavorable areas for cultivation, this project offers the possibility of accomplishing this task. The Northeast region has a large amount of salinized water in inactive wells and dams, that is, by performing the treatment of this water, using reverse osmosis membranes for desalination, these waters can be used for irrigation of crops.

**KEYWORDS:** Irrigation, Osmosis and Control.

## 1 | INTRODUÇÃO

O projeto consiste no desenvolvimento de um protótipo de um sistema automatizado de irrigação para a população que vive da agricultura familiar em pequenas áreas rurais em regiões semiáridas do Brasil (Nordeste), com pouco volume de chuvas, e com recurso hídrico inapropriado para o plantio (água salobra).

O protótipo atua na dessalinização de águas salobras provenientes de lençóis freáticos contaminados por sais minerais oriundos do ciclo hidrológico, muito frequentes no semiárido do nordeste brasileiro, e para isso, é utilizado o método por osmose reversa<sup>1</sup>.

Segundo MOURA *et al.* (2008), esse método consiste na passagem de água pressurizada por uma membrana permeável, que é responsável pela retenção de partículas sólidas e sais minerais presentes na água, fazendo com que essa água saia do processo com qualidade para irrigação de plantações.

Além do processo de filtragem, a implementação de um sistema supervisorio é fundamental para análise do processo de irrigação e monitoramento da água e do solo, utilizando sensores, que são responsáveis pelas medições das grandezas físicas/químicas e dos acionamentos eletroeletrônicos, além do envio de informações gerais do sistema. É um diferencial no projeto a utilização de dispositivos portáteis (smartphones e tablets) para o controle do sistema, pelo usuário, por um aplicativo específico.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para o projeto foi desenvolvido um sistema de filtragem e irrigação automatizado utilizando um processo de dessalinização por osmose reversa (bomba d'água + membrana semipermeável) e irrigação localizada por aspersão (mangueiras e válvulas).

Para o monitoramento das grandezas físicas controladas pelo protótipo foram utilizados sensores de temperatura, pH e umidade para solo. O sistema de controle e coleta de dados é realizado pelo microcontrolador, para integração de sensores com módulo sem fio, para transferência de dados para uma IHM<sup>2</sup>. A ideia é ter uma plataforma que permite a conexão de objetos e sensores, a fim de interligá-los em sistemas controlados

---

1 Osmose Reversa: Processo de filtragem que consiste na passagem de água pressurizada por uma membrana capaz de reter resíduos sólidos, incluindo microrganismos.

2 IHM: Interface Homem Máquina e/ou Interface Humano Máquina

à distância.

## 2.1 Microcontrolador

Para o projeto do Irrigador Automático para uso rural foi utilizado um microcontrolador modelo ATmega 2560, da fabricante Atmel/Microchip, instalado em um drive de periféricos de entradas e saídas em um emplacement do Arduino Mega.

A seguir, são apresentadas as principais características do ATmega 2560 na **Tabela 1**:

DEVICE	FLASH	EEPROM	RAM	GENERAL PURPOSE I/O PINS	16 BITS RESOLUTION PWM CHANNELS	SERIAL USART'S	ADC CHANNELS
ATmega2560	256 kB	4 kB	8 kB	86	12	4	16

Tabela 1 – Microcontrolador ATmega 2560

Fonte: Datasheet ATMEL, 2019.

A **Figura 1** ilustra o modelo utilizado:

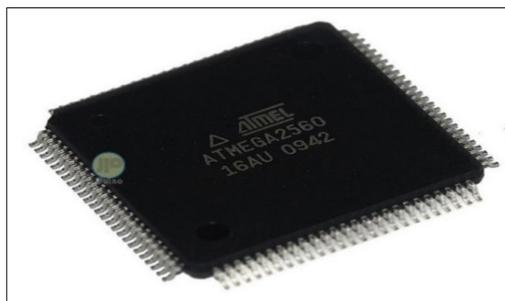


Figura 1 - Microcontrolador ATmega 2560

Fonte: Datasheet Atmel, 2019.

Disponível em: <[microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561\\_Summary.pdf](http://microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_Summary.pdf)>. Acesso em 01/10/2019.

Para programação na plataforma Arduino, o software Arduino IDE com linguagem de programação em C++ é utilizado no desenvolvimento do software aplicativo do protótipo. Na **Figura 2**, encontra-se o hardware utilizado para o projeto:

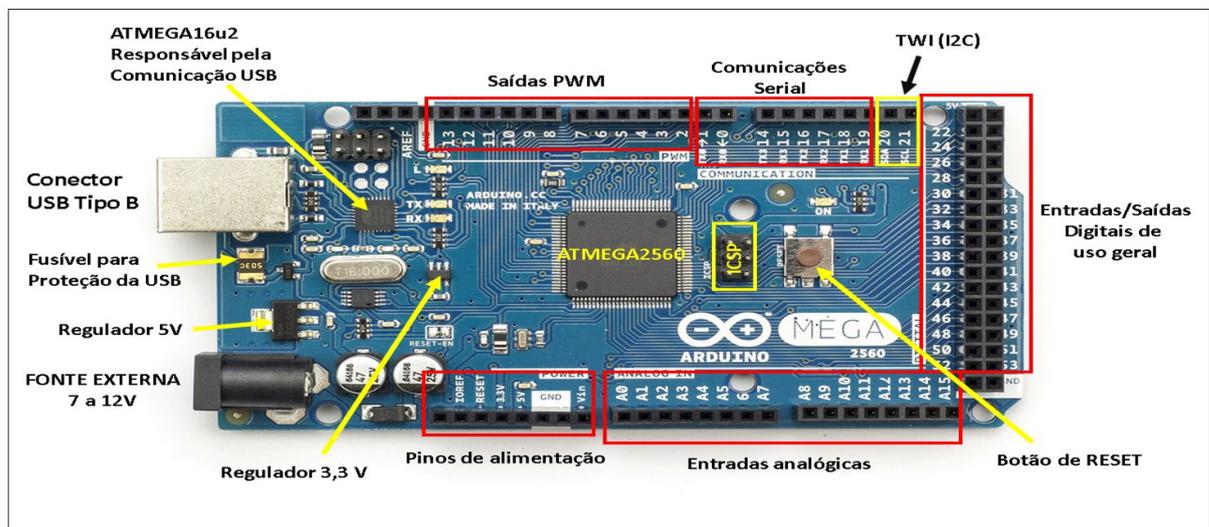


Figura 2 - Arduino Mega 2560  
 Fonte: Embarcados.com.br, 2019.  
 Disponível em: <embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>. Acesso em 01/10/2019.

## 2.2 Membrana de Osmose Reversa

Segundo Carvalho *et al.* (2001), os processos de separação por membranas (PSM) são empregados em uma vasta gama de aplicações que vão desde a indústria de alimentos, médica, biológica e farmacêutica, as membranas semipermeáveis são os componentes base no desenvolvimento destas tecnologias, como no caso da osmose reversa, que é um PSM empregado em larga escala pelo mundo na resolução de problemas nas áreas de dessalinização, no reuso e tratamento de águas. Com a evolução tecnológica das membranas semipermeáveis foi possível que elas surgissem como alternativa para o combate a escassez de água mundial, empregadas em larga escala em indústrias de dessalinização, como no caso de Israel que conseguiu amenizar seu problema de abastecimento a partir da implantação de uma usina dessalinizadora em seu litoral localizada na região norte na cidade de Hadera (Israel), esta captura água do mar mediterrâneo e tem capacidade de gerar por osmose reversa um total de 127 milhões de metros cúbicos por ano, quantidades esta tida como suficiente para atender um sexto da população total de Israel, este é um volume consideravelmente grande para uma tecnologia que ainda está se aprimorando devido a algumas limitações técnicas de seu uso.

A construção das membranas utilizadas para o fim de osmose reversa envolve o emprego de tecnologia de ponta, pois são construídas por películas de material muito delgado, necessitando de uma indústria especializada e bem paramentada para sua execução.

Como mencionado por Carvalho *et al.* (2001), as membranas comerciais de osmose reversa são construídas a partir de polímeros, tais como o acetato de celulose e a poliamida aromática hidrizada. Os poros da “pele” têm diâmetros que geralmente variam entre 0,5 e 10 nanômetros. Estes poros influenciam diretamente a rejeição e a permeabilidade da

membrana uma vez que, quanto menor o poro maior será a capacidade de retenção dos sais dissolvidos, em contrapartida a permeabilidade da membrana que é a capacidade de solvente transpassá-la terá um decréscimo substancial em relação as de maior diâmetro dos poros.

Assim a escolha da membrana terá impacto direto na projeção do volume útil de solvente (água) e na taxa de eliminação de sais dissolvidos a partir do soluto a ser tratado através do processo de dessalinização por osmose reversa. É válido citar ainda que, existe uma classe de filtragem para as membranas, conforme é demonstrado na **Tabela 2**:

Característica	Membrana	Porosidade	Material retido
Porosa	Microfiltração	0,1 $\mu$ m - 10 $\mu$ m	Bactérias e sólidos suspensos
	Ultrafiltração	0,001 $\mu$ m - 0,05 $\mu$ m	Vírus e coloides
Não Porosa	Nanofiltração	0,001 $\mu$ m	Íons bivalente, moléculas orgânicas e pesticidas
	Osmose reversa	<0,001 $\mu$ m	Íons, praticamente toda a matéria orgânica. Poder de filtragem de 99% (Gases dissolvidos como CO <sub>2</sub> e O <sub>2</sub> não são removidos).

Tabela 2 – Sistemas de filtragem por membrana

Fonte: Muniz *et al.* (2015, p. 19) - Dessalinizador Portátil de Uso Residencial.

Existem dois tipos de membrana, as porosas e as não porosas. Utilizaremos a não porosa, pois a membrana de osmose reversa se enquadra nessa categoria, além desta membrana, a membrana de nanofiltração também é do tipo não poroso, já as de microfiltração e as de ultrafiltração são membranas do tipo porosa.

A apenas uma diferença entre os tipos de membranas, enquanto as membranas porosas possuem apenas o tecido e camada porosa, as membranas não porosas também possuem essas camadas, juntamente com um filme não-poroso, que auxilia na filtragem de resíduos menores.

Para obter uma filtragem eficaz, a água deve passar pressurizada pela membrana de osmose reversa. A bomba utilizada no protótipo é ilustrada pela **Figura 3**:



Figura 3 - Bomba pressurizadora para Osmose Reversa (100 GPD)

A **Figura 4** demonstra o modelo da membrana de osmose reversa utilizada para o projeto:



Figura 4 - Membrana de Osmose Reversa

Fonte: Canature, 2019.

Disponível em: <canature-global.com/npd-series/r-86.html>. Acesso em 01/10/2019.

### 2.3 2.3 Irrigação

Os diferentes métodos e sistemas de irrigação são subdivididos conforme a **Tabela 3**:

Métodos	Sistemas
Superfície	Sulcos e Inundação
Aspersão	Convencional e Mecanizada (Pivô e Carretel)
Localizada	Gotejamento e Microaspersão
Subsuperfície	Gotejamento Subterrâneo, Elevação do Lençol Freático e Mesas de Subirrigação

Tabela 3 - Métodos e Sistemas de Irrigação

Fonte: Roberto Testezlaf (2017, p. 17), Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações.

No projeto foi utilizado o método de irrigação por aspersão, neste método, a água é distribuída na forma de gotas sobre a cultura e superfície do solo, imitando o efeito da chuva. A formação das gotas é obtida pela passagem da água pressurizada através de orifícios existentes em dispositivos mecânicos chamados aspersores ou *sprays*.

O sistema que é utilizado para o projeto é o convencional, ou seja, as estruturas são fixadas em determinada área para irrigação, conforme na **Figura 5**.



Figura 5 - Sistema de Irrigação por aspersão convencional

Fonte: Aprenda Fácil Editora, 2019.

Disponível em: <[afe.com.br/artigos/como-funciona-o-sistema-de-irrigacao-por-aspersao-convencional](http://afe.com.br/artigos/como-funciona-o-sistema-de-irrigacao-por-aspersao-convencional)>. Acesso em 01/10/2019.

## 2.4 Sensor de Temperatura

Os sensores de temperatura são dispositivos que ajudam a identificar o nível de aquecimento de um determinado equipamento ou processo com o objetivo de fazer com que este permaneça em condições adequadas para o seu funcionamento.

O sensor utilizado para o projeto foi o DS18B20, o componente demonstrado na **Figura 6** pode medir temperaturas entre  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$  com uma precisão de cerca de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  na faixa de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ideal para verificar as condições climáticas do local onde o Irrigador Automático para Uso Rural for instalado.



Figura 6 - Sensor de Temperatura DS18B20

Fonte: Datasheet, 2019.

Disponível em: <[datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf](http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf)>. Acesso em 14/10/2019.

## 2.5 Sensor de pH

Dispositivo responsável pela medição do pH (potencial hidrogeniônico) da água que é utilizada para irrigação. Para o projeto, é utilizado o modelo PH-4502C, conforme ilustrado a seguir, na **Figura 7**.



Figura 7 - Sensor PH-4502C

Fonte: Datasheet, 2019.

Disponível em: <[usinainfo.com.br/index.php?controller=attachment&id\\_attachment=553](http://usinainfo.com.br/index.php?controller=attachment&id_attachment=553)>. Acesso em 01/10/2019.

## 2.6 Sensor de Umidade para Solo

Componente responsável em medir a umidade do solo, para o projeto, é utilizado o modelo YL-69, ilustrado na **Figura 8**, dessa forma, teremos um controle preciso para sabermos o tempo suficiente para realizar irrigação que não comprometa as plantações.

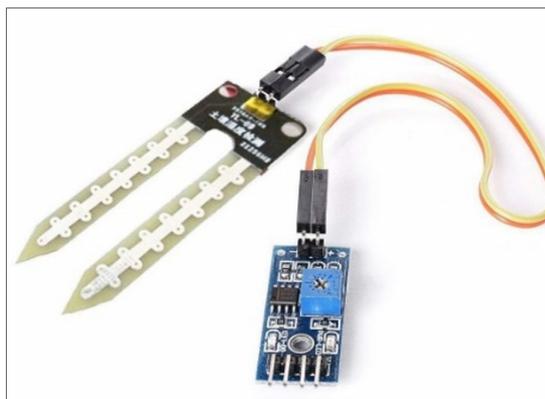


Figura 8 - Sensor de Umidade YL-69

Fonte: Datasheet, 2019.

Disponível em: <[hackeduca.com.br/fc-28-yl-38-yl-69-sensor-de-umidade-higrometro-sensor-de-solo/](http://hackeduca.com.br/fc-28-yl-38-yl-69-sensor-de-umidade-higrometro-sensor-de-solo/)>. Acesso em 01/10/2019.

## 3 | INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)

A Interface Homem Máquina e/ou Humano Máquina é responsável por demonstrar o estado físico que o equipamento se encontra para o seu operador, e também, possibilitar que o mesmo realize parametrizações de acordo com a sua necessidade.

No projeto, teremos a IHM local, que é composta por um LCD e por botões de comando, e a IHM via tablet, computador e/ou celular, dessa forma, o operador visualiza os parâmetros físicos do equipamento, e realiza acionamentos à distância. Para essas funções utilizamos o aplicativo personalizável Blynk, que faz o controle de hardware remotamente, além de reportar dados dos sensores ao aplicativo.

Com isso podemos ter uma base de dados, registrada ao longo do tempo, com informações importantes como variações de temperatura, umidade do solo e pH da água. Pode-se visualizar na **Figura 9** a IHM local do protótipo:

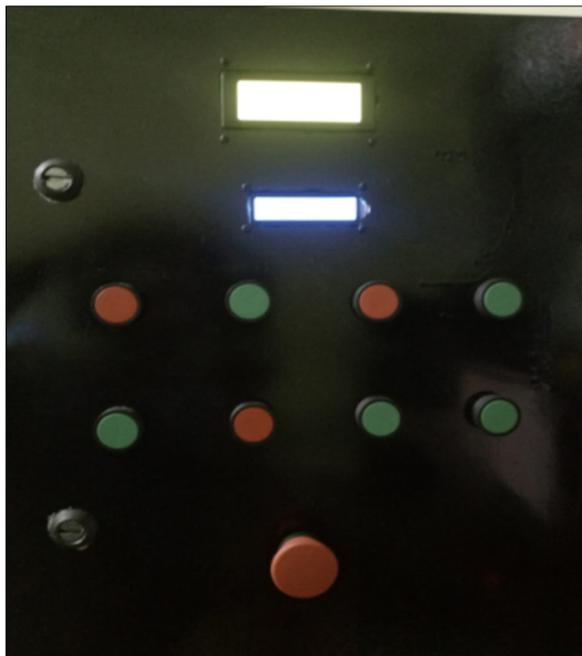


Figura 9 - IHM local

Fonte: Próprio autor, 2019.

Na **Figura 10**, podemos visualizar a IHM remota, que por aplicativo, pode ser instalado em *tablets* e/ou *smartphones*.



Figura 10 – Aplicação Remota

Fonte: Próprio autor, 2019

## 4 | RESULTADOS

Os resultados obtidos durante as simulações e o funcionamento do protótipo estão descritos a seguir:

A água salobra (com resíduos sólidos de 0,005ppm até 0,3ppm), é bombeada da fonte até o filtro, onde se encontra a membrana de Osmose Reversa. O conjunto bomba + filtro tem capacidade de filtrar até 100 GPD (galões por dia), ou seja, 380 litros/dia, aproximadamente.

A água passa pela membrana de Osmose Reversa, eliminando até 99,1% dos sólidos presentes na água (sais minerais). Após a filtragem, a água deve estar com salinidade igual ou abaixo dos 0,005ppm (equivalente à 0,5% do total líquido). O nível de pH também sofre alterações devido aos sais encontrados na solução, devendo estar neutro ao fim do processo de filtragem. Caso esteja ácido ou alcalino, além do limite aceitável para o plantio, a água deverá ser tratada para evitar problemas de desenvolvimento das plantas. Essa escala é ilustrada conforme a **Figura 11**:

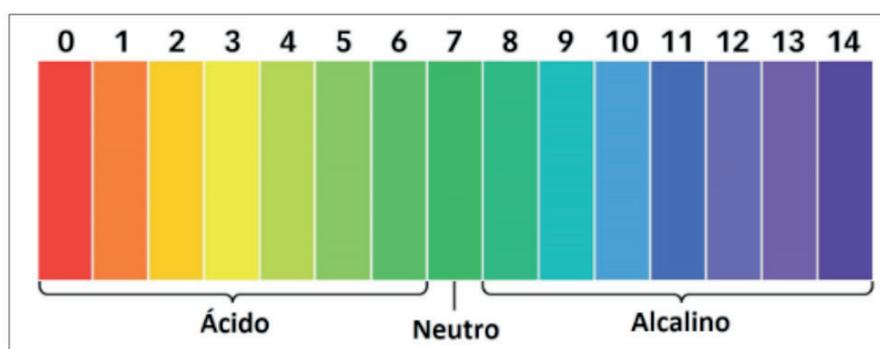


Figura 11 - Escala de pH da água

Fonte: Acqua Nativa Monitoramento Ambiental, 2019.

Disponível em: <[acquanativa.com.br/aplicacoes/medidor-de-ph.html](http://acquanativa.com.br/aplicacoes/medidor-de-ph.html)>. Acesso em 19/11/2019.

Os controles de temperatura (solo e ambiente), umidade (solo e ambiente), iluminação e análise de pH têm seus parâmetros definidos pelo usuário de acordo com o tipo de cultivo escolhido. Os alarmes/acionamentos são configurados conforme as características do plantio, alterando os valores para acionar ou desligar as cargas de acordo com limites estabelecidos no app de controle (Blynk).

No controle de temperatura, se determinada planta necessita de uma temperatura entre 22°C e 24°C, o sistema permanecerá com as cargas de aquecimento e resfriamento desligadas (climatização) caso as condições estejam favoráveis. Caso a temperatura ultrapasse o limite máximo, a carga de resfriamento será acionada automaticamente (coolers) e desligadas assim que o limite retorne ao normal. O mesmo ocorre caso a

temperatura caia para além do limite mínimo, quando o sistema de aquecimento será ativado (lâmpada para simular uma resistência).

O sistema de irrigação é parametrizado pelo usuário de acordo com a técnica necessária. Algumas plantas necessitam de mais água no processo inicial (gemas), outras utilizam mais água no desenvolvimento das raízes e outras para o desenvolvimento externo, até a maturação da planta. Com isso podemos estabelecer parâmetros de período e vazão, ou ativar o controle de acordo com os limites estabelecidos na leitura dos sensores de umidade.

Na **Figura 12**, encontra-se o protótipo finalizado:



Figura 12 – Protótipo

Fonte: Próprio autor, 2019.

O fluxograma do processo está exposto na **Figura 13**.

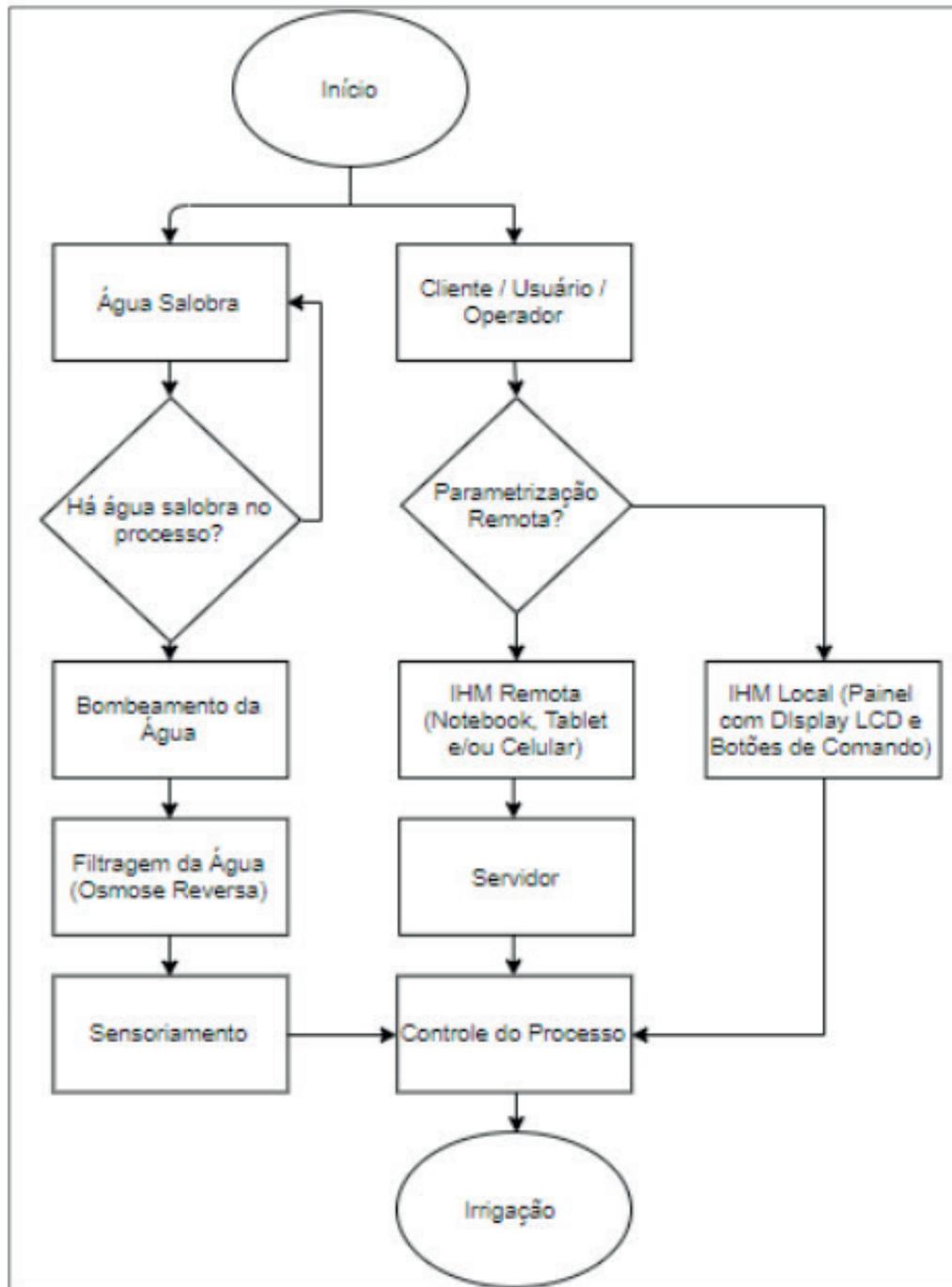


Figura 13 – Fluxograma do processo

Fonte: Próprio autor. 2019.

Os rejeitos salinos provenientes do processo de filtragem de osmose reversa são prejudiciais ao solo, portanto não podem ser descartados sem controle. Algumas alternativas para a reutilização desses rejeitos são: Piscicultura e Erva-sal ou palma.

A Piscicultura compreende na criação de peixes em água salobra. Muito utilizada em viveiros de tilápias, robalos e camarões, a água salobra simula o ambiente de estuário, onde vivem muitas espécies de peixes e crustáceos. Peixes de estuário possuem alta resistência ao sal, podendo viver em ambiente de água doce e salgada, como desembocaduras de rios para o mar.

A Erva-sal ou Palma são plantas que necessitam de sal para ter um melhor desenvolvimento. Muito comuns no semiárido. Poucas plantas possuem essa característica, e são úteis na alimentação do gado. No caso da Palma, são também ótimas reservas de água.

## 5 | CONCLUSÃO

O protótipo apresenta um sistema eficiente de Agricultura Controlada. Na **Tabela 4** pode ser observado as vantagens em relação à agricultura tradicional:

	<b>Vantagens na aplicação da Agricultura Controlada</b>
<b>Recursos</b>	Otimização do uso de água, energia e espaço no sistema de irrigação automatizado.
<b>Dados</b>	Coleta e armazenamento de dados, úteis na criação de relatórios e melhorias dos processos.
<b>Saúde do plantio</b>	Eficiência no combate de doenças e pragas.
<b>Controle do ambiente</b>	Controles de temperatura do ar, umidade e PH da água e do solo.
<b>Eficiência</b>	Maximização e aumento na produtividade de alimentos.
<b>Produto</b>	Produtos mais nutritivos e de melhor qualidade.

Tabela 4 – Vantagens da agricultura controlada frente a agricultura tradicional.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em artigos da Embrapa, 2019.

Disponível em: <[embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/27045/recomendacoes-tecnicas-sobre-sistemas-de-controle-automaticos-para-agricultura-irrigadar](http://embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/27045/recomendacoes-tecnicas-sobre-sistemas-de-controle-automaticos-para-agricultura-irrigadar)>.

O protótipo desenvolvido também é capaz de realizar a retirada de água salobra de poços inativos e transformar em água potável, filtrando aproximadamente 99% dos resíduos sólidos, sendo o método mais eficiente de filtragem. Visando a produção do projeto para pequenos e médios agricultores do semiárido, com uma estrutura de controle mais robusta, é possível aumentar a produção de alimentos e contribuir no desenvolvimento das comunidades com acesso reduzido a condições básicas de saúde e alimentação.

## REFERÊNCIAS

Carvalho, Roberto. *et al.* **Formação de Membranas Planas Celulósicas por Espalhamento Duplo para os Processos de Nanofiltração e Osmose Inversa.** 2001. Disponível em: <[scielo.br/pdf/po/v11n2/6155.pdf](http://scielo.br/pdf/po/v11n2/6155.pdf)>. Acesso em 19/09/2019.

MOURA, J. P. *et al.* **Aplicações do processo de osmose reversa para o aproveitamento de água salobra**

**do semi-árido nordestino.** 2008. Disponível em:<[aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23343/15435](http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23343/15435)>. Acesso em: 03 de março de 2019.

MUNIZ, ADEMIR.; ROCHA, EDGAR.; COMIM, CLAUDIO. **Dessalinizador Portátil de Uso Residencial.** São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Itaquera “Miguel Reale”, 2015.

TESTEZLAF, ROBERTO. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017, 1º Edição.

## 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**