



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
MARCELO HENRIQUE GRANZA  
(ORGANIZADORES)

# A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NA ENGENHARIA ELÉTRICA 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN  
JOÃO DALLAMUTA  
MARCELO HENRIQUE GRANZA  
(ORGANIZADORES)

# A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NA ENGENHARIA ELÉTRICA 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

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:** Geraldo Alves

**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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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  
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  
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  
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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª 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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª 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. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 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  
 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. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 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)**

P964 A produção do conhecimento na engenharia elétrica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Marcelo Henrique Granza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-65-2

DOI 10.22533/at.ed.652202303

1. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Granza, Marcelo Henrique.

CDD 623.3

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

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

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Marcelo Henrique Granza

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
UTILIZAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS DE TURBINAS EÓLICAS EM AMBIENTE DE SIMULAÇÃO MATLAB/SIMULINK NA APRENDIZAGEM DE SISTEMAS DE CONTROLE	
Marcos José dos Santos Junior Vlademir Ap. Freire Junior Marcelo Henrique Granza João Luiz Dallamuta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
RECONHECIMENTO DE DÍGITOS EM IMAGENS DE MEDIDORES DE ENERGIA NO CONTEXTO DE UM APLICATIVO DE AUTOLEITURA	
Arthur Costa Serra João Vitor Ferreira França Ricardo Costa da Silva Marques Wesley Kelson Ribeiro Figueredo Artur Bernardo Silva Reis Italo Francyles Santos da Silva Simara Vieira da Rocha Aristófanés Correa Silva Eliana Márcia Garros Monteiro Italo Fernandes Serra da Silva Marcia Izabel Alves da Silva José Messias dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
O CONCEITO DE CASA INTELIGENTE APLICADO A PAÍSES DESENVOLVIDOS E EMERGENTES: BENEFÍCIOS, BARREIRAS E GRAU DE ADESÃO	
Florença Moraes da Silva Rosana Aparecida Ferreira Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
MODELAGEM DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO COM GERAÇÃO, UTILIZANDO ALGORITMO GENÉTICO	
Igor Ferreira Visconti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
INSTRUMENTAÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO DE UM ABRASÔMETRO TIPO RODA DE BORRACHA	
Périson Pavei Uggioni André Roberto de Sousa Anderson Daleffe Diego Tiburcio Fabre	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023035</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO FUZZY E ALGORITMOS DE APRENDIZADO PARA SEQUÊNCIA DE PARTIDA DE PLANTAS INDUSTRIAIS	
André da Silva Barcelos Fábio Muniz Mazzone	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023036</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>72</b>
SIMULAÇÃO DE SINTONIZAÇÃO DE AUTOMÁTICA PARA UM CONTROLADOR PID EM UMA PLANTA NÃO-LINEAR USANDO ALGORITMO GENÉTICO	
Diogo Aparecido Cavalcante de Lima Hiago Araújo Silva Alexandre Carvalho Silva Maurício José Aureliano Júnior Alexandre Cardoso Edgard Afonso Lamounier Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>82</b>
CONSTRUÇÃO E CONTROLE DE POSIÇÃO PARA UM ROBÔ PARALELO COM APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA CONFECCIONISTA	
Asafe dos Santos Silva Acarcio Gomes de Almeida Júnior Alexander Patrick Chaves de Sena João Manoel Freitas Souza José Lucas Moreira Cavalcanti de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>95</b>
DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRUTURA DE CONTROLE HÍBRIDA PARA SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO DE ALTA PRESSÃO	
Murilo Ferreria Vitor Alexsandro dos Santos Silveira Guilherme Matias Rodolfo César Costa Flesch	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6522023039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>110</b>
UMA NOVA ABORDAGEM DE UM SIMULADOR VIRTUAL DE IDENTIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA BASEADO NA METODOLOGIA DE SISTEMAS INTELIGENTES INSERIDO NO CONTEXTO DE REDES NEURAIS	
Matheus Silva Pestana Orlando Donato Rocha Filho Danúbia Soares Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65220230310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>124</b>
INFLUÊNCIA DO ERRO DE QUANTIZAÇÃO APLICADO NO CONTROLE DIGITAL DE VELOCIDADE DE UM MÓDULO SERVOMECANISMO DIDÁTICO	
Vlademir Ap. Freire Junior Marcelo Henrique Granza	

João Luiz Dallamuta

**DOI 10.22533/at.ed.65220230311**

**CAPÍTULO 12 ..... 135**

**CRIAÇÃO DE UM AMBIENTE DE SIMULAÇÃO DE CONTROLE AVANÇADO DE PROCESSOS EM UMA USINA SUCROENERGÉTICA**

Edilberto Pereira Teixeira

Luciano Rangel Pinheiro Neto

**DOI 10.22533/at.ed.65220230312**

**CAPÍTULO 13 ..... 147**

**ESTUDO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA VALIDAÇÃO DE ALGORITMOS DE PROTEÇÃO**

Pablo Rodrigues Lopes

Rui Bertho Junior

**DOI 10.22533/at.ed.65220230313**

**CAPÍTULO 14 ..... 159**

**MODELAGEM INTELIGENTE NEBULOSA APLICADA À HIDROPONIA VIA SISTEMA EMBARCADO**

Kayon Vinicius Lima Lopes

Danúbia Soares Pires

Orlando Donato Rocha Filho

**DOI 10.22533/at.ed.65220230314**

**CAPÍTULO 15 ..... 172**

**MODELO DE NEURÔNIO MEMRISTIVO DE DIÓXIDO DE VANÁDIO COM CODIFICAÇÃO DE IMPULSOS PRBS-PWM**

Rennan Santos de Araujo

Luiz Alberto Luz de Almeida

Felipe Sadami Oiwa da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.65220230315**

**CAPÍTULO 16 ..... 187**

**MODELO MISO NEBULOSO COM ESTRUTURA MAMDANI APLICADO À ANÁLISE E CONTROLE DE VAZÃO HÍDRICA**

Lorena Maria Figueiredo Albuquerque

Kayon Vinicius Lima Lopes

Orlando Donato Rocha Filho

Danúbia Soares Pires

**DOI 10.22533/at.ed.65220230316**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DE ENGENHARIA COGNITIVA EM *SERIOUS GAMES***

Mateus Gomes Binatti

Marcos Venícios Conceição de Araújo

Pollyana Coelho da Silva Notargiacomo

**DOI 10.22533/at.ed.65220230317**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>209</b>
FILTRO DE KALMAN BASEADO EM MODELO FUZZY TAKAGI – SUGENO VIA ANÁLISE ESPECTRAL DE DADOS EXPERIMENTAIS	
Daiana Caroline dos Santos Gomes Ginalber Luiz de Oliveira Serra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65220230318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>224</b>
CONSTRUÇÃO, DESIGN DE CONTROLE E CONTROLE DE TRAJETÓRIA POR BLUETOOTH DE UM ROBÔ AUTO EQUILIBRANTE	
Giulio Cesare Mastrocinque Santo Claudio Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65220230319</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>240</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>241</b>

## SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DE ENGENHARIA COGNITIVA EM *SERIOUS GAMES*

Data de aceite: 17/03/2020

Data de submissão: 08/01/2020

### Mateus Gomes Binatti

Universidade Presbiteriana Mackenzie – FCI  
São Paulo – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0526570198803361>

### Marcos Venícios Conceição de Araújo

Universidade Presbiteriana Mackenzie – PPGEEC  
São Paulo – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/25607158419234871>

### Pollyana Coelho da Silva Notargiacomo

Universidade Presbiteriana Mackenzie – FCI/  
PPGEEC  
São Paulo – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5131975026612008>

**RESUMO:** No âmbito dos jogos digitais há games que, além de entreter o jogador, se voltam à educação a respeito de determinados tópicos (sociais, pessoais ou profissionais). Estes são denominados de *serious game*, sendo que para fazer com que o jogador aproveite ao máximo a experiência e não abandone a proposta antes do tempo previsto certas questões devem ser colocadas em pauta. Uma delas é estudar a forma com a qual o jogador se relaciona com o jogo e como esse contato tem impacto no mesmo, aspectos abordados pela engenharia

cognitiva. A partir disso, foi criado um sistema especialista que avalia, com base na aderência às afirmações fornecidas ao jogador em escala de Likert, as questões relacionadas à engenharia cognitiva presentes em *serious games*. O sistema especialista SE-ECSG (Sistema Especialista Engenharia Cognitiva de *Serious Game*) constitui um modelo para avaliar *serious games* divididos em três áreas (tarefas, premiações e jogabilidade) e sugerir melhorias no mesmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** sistema especialista, engenharia cognitiva, *serious game*.

### EXPERT SYSTEM FOR SERIOUS GAMES COGNITIVE ENGINEERING ASSESSMENT

**ABSTRACT:** In the context of digital games there are games in addition to entertaining the player, are focused on education in a specific topic (social, personal or professional). These are called serious game, and in order to make the player to take full advantage and not abandon the proposal before the scheduled time, certain issues should be put at stake. One is to study how the player relates to the game and how this contact has impact on himself, issues covered by cognitive engineering. Based on that, an expert system was created that measures, based on adherence to the information provided to the player in the Likert's scale, the cognitive

1 Este capítulo foi originalmente publicado como artigo no SBGames 2019.

engineering issues present in serious games. The Expert System SE-ECSG is a model for measuring serious games divided into three areas (tasks, awards and gameplay) and suggesting improvements in it.

**KEYWORDS:** expert system, cognitive engineering, serious game.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um jogo é uma atividade voluntária, estando presente há muito tempo no cotidiano dos seres vivos, sejam eles humanos ou até mesmo animais. Jogos possuem suas próprias regras, muitas vezes distintas do mundo real, as quais devem ser aceitas por todos os participantes. O jogo tem uma realidade autônoma, a qual está além da esfera da vida humana, pois isso forçaria uma limitação em sua proposta [1]. Inclusive, existem o que são denominados “Jogos Digitais”, que têm seu ambiente emulado por computadores ou até mesmo videogames. Nestes, o computador pode atuar como um adversário para o jogador, árbitro, colaborador ou apenas fornece os gráficos e animações.

Dentre os jogos digitais, existem os serious games: categorizados como ferramentas que podem ser utilizadas como material de ensino com o objetivo de educar. Ação essa que não se limita às escolas ou universidades, também podendo ser utilizada quando se deseja ensinar um novo colaborador em ambiente corporativo ou em um cenário de resgate como, por exemplo, a aplicação de um treinamento de incêndio para bombeiros recém chegados na brigada [2].

Quando se constrói um serious game existe um fator fundamental concernente ao balanceamento para o estabelecimento do equilíbrio entre a diversão que o jogo oferece (entretenimento) e a educação abordada [3]. Os autores inclusive ressaltam que caso o serious game veicule um conceito de forma massiva sem equiparar os elementos visuais e conceituais, a informação será explorada de forma desproporcional ao design, forçando diálogos de texto entre o jogador e o universo inseridos de forma demasiada. Outro caso semelhante diz respeito ao trabalho com o conteúdo educacional de forma repetitiva, o que pode resultar numa experiência não aprazível para o estudante-usuário, fazendo com que ele desista do processo e não absorva o conteúdo esperado. Da mesma forma, se o jogo for desenvolvido com foco predominante no entretenimento, o usuário pode se ater ao passatempo e não absorver o conhecimento.

Tendo em vista o que foi apresentado, cabe conceituar a engenharia cognitiva. Esta se propõe a estudar e entender qual impacto a ferramenta desenvolvida gera na pessoa que a está utilizando, especialmente no que se diz respeito ao seu pensamento e ações durante a interação [4]. A engenharia cognitiva surgiu na década de 80 para aplicar a psicologia cognitiva no âmbito computacional tratando do processo

de interação entre o usuário e o universo com o qual ele está se relacionando, pois “as mais sofisticadas máquinas são inúteis caso o homem não consiga utilizá-la de forma correta” [5, p. 138]. Neste sentido, a engenharia cognitiva se preocupa em analisar o cenário, o design do mesmo e a avaliação de sistemas complexos. Assim, abrange tanto as pessoas que vão utilizar quanto às tecnologias usadas na criação das ferramentas, combinando conhecimento, experiência, fatores humanos, design da interação humano-computador e a engenharia de sistemas. Finalmente, cabe ressaltar que a engenharia cognitiva tem foco centrado na cognição exigida nos ambientes de trabalho, e se preocupa com sistemas complexos, em que qualquer ação tomada pelo operador deve ser alinhada ao comportamento esperado.

Outro conceito relevante no contexto da presente pesquisa é o de sistema especialista. Este é desenvolvido com o intuito de resolver certos problemas computacionalmente, emulando o conhecimento e o mecanismo de raciocínio de um profissional com experiência e conhecimento reconhecidos em uma determinada área. Um sistema especialista é feito em duas etapas, sendo elas a base de conhecimento (de um especialista) e o motor de inferência para guardar o raciocínio do especialista em questão [6]. A base de conhecimento pode ser tanto derivada de diversos humanos, quanto de outros sistemas especialistas, os quais possuem sua própria base de conhecimento [7]. A ferramenta especialista é utilizada em várias áreas de atuação, sendo elas, por exemplo: pacientes com disgrafia [8], pacientes com problemas mentais [9] e elaboração de planos de ensino e atividades avaliativas [10].

Inclusive, destaca-se que a engenharia cognitiva aplica a psicologia no âmbito computacional, tratando da interação do usuário com o mundo com o qual ele se relaciona [11]. A partir deste pressuposto, o objetivo do presente trabalho consistiu em desenvolver um sistema especialista, baseado em afirmações que possibilitam avaliar, seja qual for o serious game, as questões e problemas envolvidos pela engenharia cognitiva. Para isso, foi elaborado um formulário ao qual se atribui determinado peso de aderência em relação a cada afirmação apresentada, para que o sistema calcule e apresente ao usuário se aquele o jogo em questão é ou não adequado do ponto de vista da engenharia cognitiva.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Não foram encontrados trabalhos estrita e diretamente relacionados ao tema de pesquisa, ou seja, ao uso de sistemas especialistas para a avaliação de serious games do ponto de vista da engenharia cognitiva. Foram realizadas buscas nas bases Web of Science (WoS), Scopus, IEEE e ACM no período de junho de 2018 a junho 2019, sendo que os resultados apontaram projetos que possuem relações

tangenciais com a proposta, explorados a seguir.

### **A. Sistemas especialistas**

Um primeiro exemplo de sistema especialista volta-se à análise e diagnóstico de crianças portadoras de disgrafia (trauma que envolve o uso incorreto de palavras, a criação de frases sem nexos, a incoerência na soletração de palavras etc.). Para isso se classifica o grau de aderência entre a criança e o trauma em quatro níveis, sendo eles: normal, disgrafia leve, disgrafia moderada e disgrafia severa. Uma das motivações para o desenvolvimento deste projeto é que nem todos os pais ou parentes têm a capacidade de identificar se uma criança possui disgrafia [8].

Outra proposta trata de uma ferramenta especialista para avaliar se um jogo apresenta meios para que o jogador vivencie, cada vez mais, o universo com o qual está se relacionando, fazendo com que o mesmo perca a noção do tempo real e sintam-se dentro daquele mundo em questão [12].

Inclusive, sistemas especialistas podem ser elaborados para quaisquer contextos, sendo que na presente pesquisa abarcaram a expertise envolvida na relação entre engenharia cognitiva e serious games, conforme detalhado a seguir.

### **B. Engenharia cognitiva**

Uma das iniciativas científicas neste contexto refere-se à criação de um conjunto de heurísticas para avaliar jogos desenvolvidos para a plataforma móvel [13]. Entretanto, destaca-se que algumas destas diretrizes podem cumprir sua função independentemente da plataforma, dado que a avaliação foi dividida em três módulos: usabilidade de um jogo (que trata dos controles do jogo e a interface com a qual o jogador se relaciona), mobilidade (que cobre a interface do jogo) e Gameplay. Desta última foram retiradas heurísticas como, por exemplo, se “os termos apresentados condizem com o vocabulário do jogador”, em que o jogo deve tentar não utilizar palavras que o jogador não tem conhecimento ou, se o jogo contém siglas ou abreviações (estas devem conter seus significados em algum lugar de fácil acesso ao jogador para não atrapalhar a experiência).

Outro aspecto que pode ser abordado diz respeito à satisfação dos jogadores, sendo esta medida a partir da avaliação da diversão em um jogo digital [14]. Pode-se ressaltar, dentre as heurísticas presentes, se “o jogador pode salvar o progresso alcançado”, o que possibilita que o mesmo possa voltar a ter contato com a experiência proposta no momento de sua preferência.

Finalmente, cabe descrever a abordagem da revisão sistemática sobre engenharia cognitiva aplicada a sistemas críticos no âmbito da realidade virtual [15]. Esta buscou fazer um apanhado geral sobre o que já se havia estudado sobre este tema com foco na engenharia cognitiva. Ao final, foram levantados 25 heurísticas

a serem aplicadas neste âmbito com o objetivo de revisar os procedimentos em ambientes virtuais. Destaca-se que foi possível aproveitar a afirmação de que “o sistema apresenta feedback imediato para as ações do usuário (reconhecimento por rastreamento) sem requerer tempo adicional”, pois é necessário mostrar ao jogador como o ambiente reage conforme ele toma decisões, no tempo certo, fazendo com que o mesmo não se sinta incomodado e descontente.

A partir do que foi apresentado é relevante também contextualizar a questão da área de aplicação: serious games.

### **C. Serious game**

Animo Math [16] é um serious game voltado às crianças de cinco aos sete anos. Seu objetivo é reforçar a atenção dos jovens estudantes na matéria de matemática, sendo que eles escolhem o avatar que mais lhes representa. Assim, é possível escolher animais no estilo cartoon, com presença de cores e música, possibilitando uma experiência agradável aos jogadores.

O jogo Anime Math apresenta uma técnica de inteligência artificial na qual são monitorados a quantidade de acertos e erros das crianças para que, por meio do cálculo dessa taxa, o jogo possa adaptar à dificuldade das operações ao nível de habilidade das crianças, sendo que também o cenário do jogo é trocado para condizer com o tema. Quanto mais erros o jogador comete, mais escuro fica o cenário.

Já Sustain city [17] é uma série de serious game para o ambiente de realidade virtual, tendo sido desenvolvido com o objetivo de mostrar aos alunos de ensino médio a importância de ter a presença de cientistas, engenheiros ou matemáticos quando se fala sobre projetar e gerenciar uma cidade sustentável. No jogo Stability desta franquia o aluno visualiza a estrutura de pontes, avalia sua infraestrutura e explora meios de poder fortalecer suas condições com o objetivo de prolongar sua existência.

Já X-Dengue foi desenvolvido, utilizando a combinação de cenário 2D, realidade virtual, aumentada, e o mundo real, com o objetivo de educar sobre os perigos do vírus da dengue, as doenças que o mesmo pode trazer (vírus zika, chicungunha e febre amarela), bem como maneiras de combater o mosquito e cuidados a serem tomados. Desenvolvido por [18], o jogo retrata a história de “Pedrinho”, um garoto que opta por entender e combater o mosquito Aedes Aegypti após seu amigo ser afetado por um dos vírus transmitidos pelo inseto.

## **3 | MATERIAIS E MÉTODOS**

O desenvolvimento da presente pesquisa envolveu uma série de etapas.

## A. Primeira etapa

Esta englobou uma ampla revisão bibliográfica a respeito dos seguintes elementos: engenharia cognitiva [4], [11], [13], [14-15]; serious games [2-3], [16] e sistemas especialistas [6-7-8-9-10-11-12].

## B. Segunda etapa

Com base na investigação a respeito das heurísticas foi montado um conjunto de diretrizes pertinentes à engenharia cognitiva em serious games (Quadro 1). Desta forma, as heurísticas elaboradas possibilitam aos usuários pensar a respeito dos serious games e verificar em que medida são ou não atendidas por estes; constituído um elemento fundamental para um sistema de inferência trabalhar.

Heurísticas	Área
Ao perceber que o jogador não está conseguindo progredir, o jogo oferece dicas ao jogador ou adapta a dificuldade dos desafios às habilidades do praticante (adaptatividade)	Tarefa
As tarefas designadas ao jogador, dentro do jogo, são de alta complexidade	Tarefa
O jogo apresenta tarefas repetitivas, acarretando em tédio	Tarefa
O jogo dá dicas para o jogador quando identifica que ele não consegue progredir com as tarefas	Tarefa
O jogador recebe prêmios ao realizar tarefa	Premiação
O jogador pode perder conquistas caso falhe nos desafios	Premiação
O sistema apresenta feedback imediato para as ações do usuário (reconhecimento por rastreamento) sem requerer tempo adicional.	Jogabilidade
Os termos apresentados condizem com o vocabulário do jogador	Jogabilidade
A área de interação entre o jogador e o ambiente (interface) o deixa confortável	Jogabilidade
O jogo em questão apresenta formas para que o jogador perca a noção do tempo externo enquanto participa da experiência	Jogabilidade
O jogo apresenta comandos complexos durante a experiência	Jogabilidade
O jogador pode alterar os comandos caso desejar	Jogabilidade
O jogo exige que o jogador memorize certas coisas (comandos, valores, sequências, formas de resolução) com certa frequência	Jogabilidade
O jogador pode salvar o progresso alcançado	Jogabilidade
O jogo é composto por um enredo atrativo	Jogabilidade
O jogo possui tutorial	Jogabilidade
O tutorial é cativante e possibilita aprender os comandos básicos para iniciar a experiência	Jogabilidade

Quadro 1: Relação das heurísticas por área

### C. Terceira etapa

Pautou-se na modelagem do sistema.

### D. Quarta etapa

Pautou-se na construção do sistema especialista. Como este foi desenvolvido para a plataforma Web, se utilizou a linguagem de marcação HTML5 para criação das páginas, CSS3 para estilização das mesmas, com alguns conceitos de ES6 tanto na construção da API quanto na construção do front-end (camada de visualização). Neste sentido, se levou em consideração quais navegadores dão suporte à tecnologia usada. Além das tecnologias apontadas anteriormente também se fez uso de JavaScript para poder atribuir funcionalidades às páginas e atuação do motor de inferência (como o expert da área resolveria tal problema). Isso implicou ainda no uso da plataforma Node.js para relacionamento com o banco de dados MySQL, o qual foi escolhido pelo suporte e facilidade que este possui para trabalhar com o Node.js e o framework Express.js para poder escolher quais páginas são montadas na tela do usuário e para a autenticação. Com este modelo, a API alimenta as páginas e também as fornece, na hora certa, para o cliente-usuário de forma dinâmica e, como resultado, se obteve o SE-ECSG (Sistema Especialista – Engenharia Cognitiva Serious Games).

Assim que o jogador termina de preencher o formulário e seleciona a opção de envio para análise, o genéri realiza os cálculos de inferência e encaminha um relatório ao desenvolvedor com o objetivo de sugerir possíveis melhorias em alguns aspectos do jogo em questão. Além disso é apresentada uma resposta em formato de texto e um gráfico com a relação das respostas enviadas pelo jogador (agrupadas pelos temas abordados), sendo que o fluxo do sistema se encontra detalhado na próxima seção.

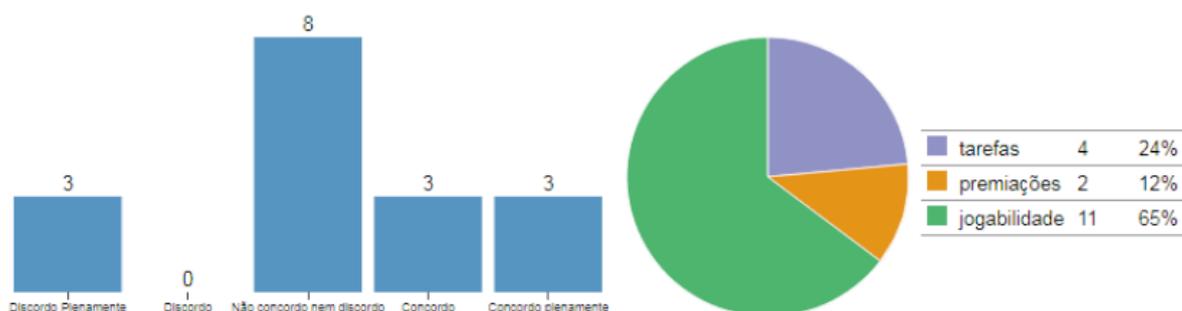
## 4 | RESULTADOS

O resultado da investigação pode ser demonstrado por meio do funcionamento do SE-ECSG, que será trabalhado por meio de uma breve história.

Paulo, um jovem de 18 anos com o ensino médio recém concluído, demonstra interesse por estudar por meio de games e sonha em ser um desenvolvedor nesta área. Ao fazer buscas sobre este assunto se depara com os conceitos de Serious Game e especificamente com a proposta do SE- ECSG (Sistema Especialista - Engenharia Cognitiva Serious Game). Com a intenção de melhor entender a proposta do sistema e contribuir com um Game que havia conhecido recentemente, o Animo Math [16], decidiu jogar e relatar sua experiência. O Animo Math é um game lúdico para crianças que usa contas de adição e subtração, assumindo uma postura

compatível com o público alvo do game, Paulo jogou e coletou suas impressões. Em seguida acessou o SE-ECSG, registrou o Animo Math, e preencheu o formulário de heurísticas. A equipe do Animo Math recebeu o formulário emitido pelo SE-ECSG (Figura 1) e, com base nele, será capaz de tomar decisões para melhorar o jogo em questão.)

### Relatório gerado pelo formulário de heurísticas



### O motor de inferência gerou o seguinte relatório:

Apresentar, sempre, termos com os quais o jogador está familiarizado promove conforto, mas acaba fazendo com que o mesmo não se sinta desafiado a aprender novos termos. Seria uma boa hora para introduzir jargões da área, para que a criança se sinta mais familiarizada com a área em questão. Caso o jogo, particularmente, não apresente a necessidade de salvar o progresso alcançado, tudo bem! Entretanto, caso necessário, cabe revisar e avaliar pontos para que o jogador consiga salvar o progresso.

Adaptatividade é uma técnica muito nobre de ser usada e apreciada pelos pesquisadores, é considerado um ponto positivo caso o serious game abarque isso! Abarcar tarefas muito fáceis pode acabar deixando o nível de desafio muito baixo, vale a pena revisar caso não seja o real foco do jogo em questão, do contrário, é recomendado apenas uma revisão para garantir os conformes. O equilíbrio entre ganhar e perder algo conquistado é o essencial para um jogo!

Figura 1: Possível relatório

## 5 | CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Foi realizado um estudo sobre a engenharia cognitiva, responsável por tratar de aspectos de psicologia cognitiva em ambientes computacionais, bem como maneiras de implementar isso em jogos desenvolvidos com o objetivos ligados à educação em geral. Os parâmetros estudados possibilitaram desenvolver (e testar) a ferramenta especialista SE-ECSG. Este foi estruturado em JSON de maneira flexível para abarcar posteriormente novas heurísticas. Se obteve um sistema capaz de avaliar serious games sob a ótica da engenharia cognitiva a partir de um conjunto de dezessete heurísticas classificadas em Escala Likert (abarcando os temas de tarefas, premiações e jogabilidade).

Em trabalhos futuros se buscará acrescentar mais heurísticas para avaliação de serious games com o objetivo de analisar um jogo por outras abordagens e, até mesmo, gerar relatórios com maior gama de informações. Assim, em vez de tratar apenas de assuntos de engenharia cognitiva, pode-se desenvolver um conjunto de heurísticas para avaliar, por exemplo, aspectos de mensuração da aprendizagem e

sua adequação ao cenário proposto

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte e a infraestrutura, fornecidos pelo MackPesquisa e Laboratório JAS3.

## REFERÊNCIAS

- [1] J. Huizinga, **Homo Ludens**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- [2] R. Carvalho e L. Ishitani, “**Fatores motivacionais para desenvolvimento de mobile serious games com foco no público da terceira idade: uma revisão de literatura**,” ETD - Educação Temática Digital, 15(1), pp. 16-32. C. Franzwa et al., “**Serious Game Design: Motivating Students through a Balance of Fun and Learning**,” 5<sup>th</sup> International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), Poole, 2013, pp. 1-7.
- [3] F. Ritter, E. Baxter, D. Gordon, e E. F. Churchill, **Foundations for Designing User-Centered Systems**, London: Springer-Verlag, 2014.
- [4] F. Karray et al., “**Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art**,” International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, v. 1, n. 1, 2008, pp. 137-159.
- [5] D. S. Maylawati, W. Darmalaksana e M. A. Ramdhani, “**Systematic Design of Expert System Using Unified Modelling Language**,” IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 288 012047, 2018.
- [6] P. Grogono et al., “**A Review of Expert Systems Evaluation Techniques**,” AAAI Technical Report, AAAI Report WS-93-05, 1993.
- [7] D. Kurniawan et al., “**An Expert System for Diagnosing Dysgraphia**,” 2<sup>nd</sup> International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), 2017.
- [8] V. Volkova et al., “**An Expert System for Evaluation of Human Mental Resources: Holistic and Developmental Approach**,” Intelligent Systems Conference, 2017.
- [9] H. Ferreira, “**TTOOL: Modelo para planejamento pedagógico e instrumentalização de professores no processo de ensino- aprendizagem e avaliação em educação online**,” Tese, UPM, 2016.
- [10] F. Karray et al., “**Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art**,” International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, vol. 1, n. 1, pp. 137-159, 2008.
- [11] R. Mendonça, “**Imersão e emoção em jogos digitais: uma abordagem a partir de sistemas especialistas, lógica fuzzy e mapas auto- organizáveis**,” Dissertação, UPM, 2012.
- [12] H. Korhonen e E. Koivisto, **Playability Heuristics for Mobile Games**. New York, NY: ACM, 2006.
- [13] M. Federoff, “**Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games**,” Thesis (M.S.), Indiana University, 2002.
- [14] A. Proença et al., “**Systematic Review on Cognitive Engineering Applied to Critical Systems for Proposition of Evaluation Heuristics for Virtual Reality**,” IEEE Latin America

Transactions, v. 15, n. 10, pp. 2024-2029, 2017.

[15] A. Sukstrienwong, "**Animo Math: the Role-Playing Game in Mathematical Learning for Children**," TEM Journal, Volume 7, Issue 1, pp. 147-154, 2018.

[16] Y. Tang et al., "**Sustain City – A Cyberinfrastructure-Enabled Game System for Science and Engineering Design**," Journal of Computational Science Education, v. 3, issue 1, 2012.

[17] T. Lima et al., "**Playing against dengue Design and development of a serious game to help tackling dengue**," IEEE 5<sup>th</sup> International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abrasômetro 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Adesão 23, 31, 32

Ajuste automático 72, 190

Algoritmo genético 36, 37, 42, 47, 72, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 81

Aprendizado de máquina 12

Aprendizagem de máquinas 58, 176

Arquitetura paralela 83, 84

Autoleitura 11, 12, 13, 14, 21

Automação 49, 51, 53, 56, 59, 60, 81, 95, 109, 124, 133, 135, 137, 151, 153, 157, 161, 170, 187, 198

Avaliação experimental 96, 109

### B

Barreiras 23, 32, 33

### C

Calorímetro de alta pressão 96

Casas inteligentes 23, 24, 25, 26, 29, 31, 32, 33

Consumo de energia 12, 13, 14

Controlador fuzzy 135, 142, 143, 145, 146

Controlador PI 1, 99, 124, 131

Controlador PID 72, 74, 75, 79, 81

Controle de processos 135, 136

Controle híbrido 95, 97, 99, 102, 105, 107, 108

Controle PID 74, 78, 83

### E

Energia eólica 1, 2, 4

Erro de quantização 124, 125, 126, 127, 133, 134

Estabilidade transitória 36

### F

Fuzzy 58, 59, 61, 63, 69, 70, 123, 135, 136, 138, 142, 143, 144, 145, 146, 159, 160, 170, 171, 187, 188, 194, 198, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 216, 222, 223, 225, 239

### G

Gás natural 58, 59, 69, 70

### H

HOG 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22

## I

Identificação de sistemas 36, 38, 39, 47, 48, 116, 124, 128, 134, 209

## L

Ladder 135, 136, 144, 145

Lógica fuzzy 59, 61, 63, 135, 138, 170, 207

LSS 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22

## M

Máquinas de ensaio 49, 51

Modelagem de carga 36, 37, 38, 39, 46

Modelos matemáticos 1, 3, 10, 38, 39, 128, 135

## P

Países desenvolvidos 23, 24, 26, 28, 29

Países emergentes 23, 27, 28, 29, 31

Processamento de imagens 12, 21

Protótipo 73, 79, 82, 83, 84, 86, 93, 148, 149, 150, 167, 168, 189, 196

## R

Reconhecimento 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 110, 112, 113, 123, 174, 176, 179, 203, 204, 210

Refrigeração com dióxido de carbono 96

Robô delta 83, 93, 94

## S

Servomecanismo 124, 125, 126, 127, 128, 131, 132, 133, 134

Sistema de posicionamento 83

Supervisor 52, 54, 55, 82, 85, 88, 135, 145

Svm 12, 14, 17, 19, 21, 22

## T

Tomada de decisão inteligente 58

Turbina eólica 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10

## V

Válvulas automáticas industriais 95, 96

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**