

**Ernane Rosa Martins**  
(Organizador)

# **A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Ernane Rosa Martins**  
(Organizador)

# **A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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

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

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



Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
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  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos



Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

# A pluralência da engenharia da computação e seu amplo campo de aplicação

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Ernane Rosa Martins

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P737 A pluralência da engenharia da computação e seu amplo campo de aplicação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-014-5

DOI 10.22533/at.ed.014210305

1. Engenharia da computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.



## APRESENTAÇÃO

Segundo o dicionário Aurélio a Engenharia é a “Arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos e certas habilitações específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. A Engenharia de Computação por sua vez tem como definição ser o ramo da engenharia que se caracteriza pelo projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas, equipamentos e dispositivos computacionais, segundo uma visão integrada de hardware e software, apoiando-se em uma sólida base matemática e conhecimentos de fenômenos físicos. Está área estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Esta área também tem na matemática e na computação os seus principais pilares. O foco está no desenvolvimento de soluções que envolvam tanto aspectos relacionados ao software quanto à elétrica/eletrônica. O objetivo é a aplicação das tecnologias de computação na solução de problemas de Engenharia. Os profissionais desta área são capazes de atuar principalmente na integração entre software e hardware, tais como: automação industrial e residencial, sistemas embarcados, sistemas paralelos e distribuídos, arquitetura de computadores, robótica, comunicação de dados e processamento digital de sinais.

Este livro, dentro deste contexto, possibilita conhecer algumas das produções do conhecimento no ramo da Engenharia da Computação e diversos aspectos tecnológicos computacionais, que abordam assuntos extremamente importantes, tais como: a implantação de uma rede ótica passiva Gigabit (GPON); a instrumentalização da educação com recursos que permitam aos jovens sentirem-se acolhidos no ensino superior, e motivados à programação, dentre os quais neste destaca-se os jogos digitais, em especial o Robocode; aplicação do Método Trezentos, que consiste na divisão da turma em grupos de trabalho colaborativo com oito alunos; o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) no Brasil; o processo de conversão de energia em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica e sua relevância para a micro e minigeração distribuída; o desenvolvimento de jogos digitais; aplicação Android integrada a um circuito utilizando um Arduino Uno, que se mantém funcionando de maneira autônoma, utilizando conceitos de IoT; novas metodologia de ensino computacional nas escolas por meio de uma linguagem de programação; a implementação dos microsserviços; o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo para monitorar a potência aparente de residências monofásicas de baixa tensão; testes usando os sistemas operacionais Raspbian, Ubuntu, Q4OS e Fedora; um programa que utiliza técnicas de processamento de imagens, armazenamento de dados, manipulação de gráficos e de arquivos; aplicativos em síndromes coronarianas agudas; o TheBug, software mobile que visa auxiliar os agricultores e a comunidade acadêmica

por facilitar a identificação de pragas e agentes controladores naturais; e os fundamentos da computação quântica elucidando os conceitos de emaranhamento, paralelismo e a incapacidade de produzir cópias da unidade básica da computação quântica: o bit quântico ou, simplesmente, qubit.

Deste modo, este livro tem como objetivo apresentar algumas das produções atuais deste ramo do conhecimento, e ser um guia para os Engenheiros de Computação auxiliando-os em assuntos relevantes da área, fornecendo conhecimentos que podem permitir especificar, conceber, desenvolver, implementar, adaptar, produzir, industrializar, instalar e manter sistemas computacionais, bem como perfazer a integração de recursos físicos e lógicos necessários para o atendimento das necessidades informacionais, computacionais e da automação de organizações em geral. Esta obra é significativa por ser composta por uma gama de trabalhos pertinentes da área, que permitem aos seus leitores, analisar e discutir diversos assuntos importantes.

Por fim, agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para a construção desta obra, principalmente aos autores por suas contribuições significativas na construção desta importante obra e desejo a todos os leitores muito sucesso, repleto de novas, excelentes e proveitosas leituras significativas, repleta de boas reflexões sobre os temas abordados.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO “A REALIDADE AUMENTADA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS ETAPAS DE SIMULAÇÃO, SUPERVISÃO E MANUTENÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS”

Cícero Couto de Moraes

Rodrigo Muniz Izzo

**DOI 10.22533/at.ed.0142103051**

### **CAPÍTULO 2..... 21**

A RECOMMENDER FOR RESOURCE ALLOCATION IN COMPUTE CLOUDS USING GENETIC ALGORITHMS AND SVR

Thiago Nelson Faria dos Reis

Mário Antonio Meireles Teixeira

João Dallyson Sousa de Almeida

Anselmo Cardoso de Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.0142103052**

### **CAPÍTULO 3..... 39**

ANÁLISE DE VIABILIDADE DE REDES GPON PARA IMPLEMENTAÇÃO DE FTTH EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Eduardo Bernardi

Mauro Fonseca Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.0142103053**

### **CAPÍTULO 4..... 48**

APLICAÇÃO DO ROBOCODE COMO INSTRUMENTO PARA A RECEPÇÃO DE CALOUROS E ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES

Fillipe Almeida Paz

Kenia Kodel Cox

**DOI 10.22533/at.ed.0142103054**

### **CAPÍTULO 5..... 60**

APLICANDO UMA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

Simone Bello Kaminski Aires

João Paulo Aires

Maria João Tinoco Varanda Pereira

Luís Manuel Alves

**DOI 10.22533/at.ed.0142103055**

### **CAPÍTULO 6..... 70**

ATLAS DA PESQUISA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Laura Simões Camargo

**DOI 10.22533/at.ed.0142103056**



<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>86</b>
CONVERSÃO DE ENERGIA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA	
Antônia Daiara de Almeida Melquíades	
Cecilio Martins de Sousa Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0142103057</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>92</b>
DESENVOLVIMENTO DE JOGOS EDUCATIVOS NA CONSCIENTIZAÇÃO DA PREVENÇÃO DO CÂNCER DE MAMA	
Luiz Cláudio Machado dos Santos	
Jocelma Almeida Rios	
Flávia de Jesus Figueredo	
Rafael Batista Rocha	
Maria Adélia Icó M. dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0142103058</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>110</b>
DESENVOLVIMENTO VISUAL DE JOGO SÉRIO SOBRE EDUCAÇÃO SEXUAL	
Flávia Ribeiro Albert	
Daniel Leite Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0142103059</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>130</b>
ESTUDO DA TOPOLOGIA DO SISTEMA GEOLOCAL: UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INDEPENDENTE DE GNSS	
Leticia Gatti Friolani	
Francisco Alberto Gori Fuller	
Sergio Vicente Denser Pamboukian	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030510</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>147</b>
GRUPO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SOFTWARE: A INTEGRAÇÃO DA ENGENHARIA DE SOFTWARE E DA USABILIDADE ORIENTADA PARA A EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX)	
Daniela Gibertoni	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030511</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>158</b>
INTERNET DAS COISAS – PROTÓTIPO DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA	
Denilce de Almeida Oliveira Veloso	
Bruno Rodrigo Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030512</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>168</b>
JOGO SÉRIO PARA APOIAR NO COMBATE E PREVENÇÃO AO CÂNCER DE MAMA:	

## UMA LUTA INTERNA

Luiz Cláudio Machado dos Santos

João Pedro Darzé

Gabriela Santos

Maria Adélia Icó M. dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.01421030513**

## **CAPÍTULO 14..... 179**

### **LIBERTE A ROSA: JOGO ENIGMÁTICO COM REFLEXÃO SOBRE RELACIONAMENTOS ABUSIVOS**

Luiz Cláudio Machado dos Santos

João Paulo Lemos Cavalcanti

Jeã Tavares Caldas Filho

Maria Adélia Icó M. dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.01421030514**

## **CAPÍTULO 15..... 200**

### **LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO COMO METODOLOGIA DE ENSINO MATEMÁTICO: INSERINDO O PYTHON NAS ESCOLAS**

Franck Antônio Baía Bastos

Jaqueline Gomes Pereira

João Rodrigues Costa

Dalmi Gama

Ulisses Weyl da Cunha Costa

**DOI 10.22533/at.ed.01421030515**

## **CAPÍTULO 16..... 212**

### **MICROSSERVIÇOS**

Thiago Felipe de Sousa Castro

Felipe Gomes de Melo Vale

Fábio Henrique Fonseca de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.01421030516**

## **CAPÍTULO 17..... 216**

### **PROTÓTIPO DE UM DINAMÔMETRO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIÇÃO DE FORÇA MUSCULAR UTILIZANDO ARDUINO**

Marciel Bezerra de Moura

Mateus Ânderson Barreto Duarte

Theo Martins de A. Paiva

Maycon Jean de Moura

Francisco Magno M. Sobrinho

**DOI 10.22533/at.ed.01421030517**

## **CAPÍTULO 18..... 226**

### **REGRAS DO JOGO: UMA ANÁLISE DE SEUS TIPOS E RELACIONAMENTOS**

Dalmo Stutz

**DOI 10.22533/at.ed.01421030518**

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>236</b>
<b>SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE POTÊNCIA APARENTE ALTERNATIVO CONECTADO À INTERNET</b>	
Maycon Jean de Moura Francisco Magno M. Sobrinho Theo Martins de A. Paiva Marciel Bezerra de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030519</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>245</b>
<b>SISTEMAS OPERACIONAIS PARA UTILIZAÇÃO DO RASPBERRY PI COMO SUBSTITUTO A COMPUTADORES TRADICIONAIS</b>	
Guilherme Godoy de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030520</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>257</b>
<b>SOFTWARE DE ANÁLISE DE IMAGENS HISTOLÓGICAS EM QUADROS DE INFECÇÃO PARA TESTES DE FÁRMACOS ANTIMICROBIANOS</b>	
Gustavo Behnck Cardoso Isabela Luz Pereira Victor Jorge Carvalho Chaves Hélio Esperidião Vitor Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030521</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>270</b>
<b>SOFTWARES DE “SMARTPHONES” E APLICATIVOS (APPS) NO CENÁRIO DE SÍNDROMES CORONARIANAS AGUDAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA</b>	
Mauro Guimarães Albuquerque Juan Carlos Montano Pedroso José da Conceição Carvalho Júnior Matheus Rangel Marques Rayane Sales Roza Lydia Masako Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030522</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>279</b>
<b>THEBUG: SOFTWARE MOBILE PARA IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS</b>	
Gabriel Al-Samir Guimarães Sales Edson Almeida Silva Júnior Adeilson Marques da Silva Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.01421030523</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>289</b>
<b>UM ENSAIO SOBRE OS FUNDAMENTOS DA COMPUTAÇÃO QUÂNTICA</b>	
Fernanda Bernardes da Silva Melo	

Ronan Silva Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.01421030524**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>302</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>303</b>

# CAPÍTULO 6

## ATLAS DA PESQUISA EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de aceite: 28/04/2021

Data de submissão: 19/02/2021

**Laura Simões Camargo**

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas  
<http://lattes.cnpq.br/8363410523403820>

**RESUMO:** O capítulo rastreia medidas que fomentam o desenvolvimento de Inteligência Artificial (IA) no Brasil, identificando atores e relações chave para implementação de estratégias de IA que promovam maior integração e interação entre áreas, disciplinas e instituições no estado de São Paulo. É traçado um panorama geral sobre questões éticas e regulatórias, essenciais para a compreensão da formulação e aplicação de editais e aportes financeiros voltados para os setores público e privado. São identificadas e analisadas ferramentas, políticas e programas públicos de incentivo ao desenvolvimento de IA no Brasil e, mais especificamente, no estado de São Paulo, de modo a sugerir caminhos para maior sinergia entre pesquisadores e instituições, públicas e privadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inteligência Artificial; Aprendizagem de Máquina; Pesquisa e Desenvolvimento; Ciência, Tecnologia e Inovação; Políticas públicas.

### ATLAS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) RESEARCH IN THE STATE OF SÃO PAULO

**ABSTRACT:** The chapter tracks measures that foster the development of Artificial Intelligence (AI) in Brazil, identifying key players and relationships for the implementation of AI strategies which promote greater integration and interaction between areas, disciplines and institutions in the state of São Paulo. It provides an overview of the ethical and regulatory issues, to the comprehension of the formulation and application of public and private sector funding. It also identifies and analyzes tools, policies, and public programs that encourage the development of AI in Brazil and, more specifically, in the state of São Paulo, in order to suggest ways to achieve greater synergy between researchers and institutions, public and private.

**KEYWORDS:** Artificial Intelligence; Machine Learning; Research and Development; Science, Technology and Innovation; Public policies.

### POTENCIALIDADES E ADVERSIDADES DA IA

Fomentado por diferentes setores públicos, privados e organizações não governamentais, o debate quanto a inserção e disseminação de tecnologia nos mais diversos âmbitos sociais e econômicos tem tomado proporções cada vez maiores no cenário internacional. Dada esta ampla gama de fontes, foi adotada a metodologia de desk

*research* para realização do presente capítulo. Essa, esteve embasada na busca pelos termos “Inteligência Artificial” e “Aprendizagem de Máquina”, eleitos dada sua importância estrutural no tema abordado.

Em “Digital Sociology” (2015), Deborah Lupton argumenta que, para além de proporcionar uma nova experiência social, as tecnologias digitais ressignificaram aquilo que é entendido como *humano*. Todas as pessoas são influenciadas pelo digital, ainda que em diferentes intensidades. Os espaços públicos e privados estão embebidos em tecnologia digital, e os seres humanos estão se tornando o que a autora denomina de *data subjects*, ou seja, sujeitos ou fontes de dados variados.

A Inteligência Artificial (IA), em especial, é assunto de acaloradas discussões desde a época em que existia apenas em livros de ficção científica. Hoje em dia, ela é factível e está imersa em atividades cotidianas. O murmúrio sobre a dominação de máquinas inteligentes há muito foi deslegitimado pela ciência, dado que as tecnologias desenvolvidas até o momento não possuem em seu espectro a capacidade de construção de uma máquina tal qual. É possível distinguir as chamadas *Narrow AI* e *Strong AI*. A primeira delas já é implementada por empresas nos mais diversos mercados, sendo a tecnologia capaz de identificar padrões a partir de dados com os quais é alimentada. Desta forma, ela é treinada para gerar resultados com maior rapidez e alcance do que um ser humano, mas seu escopo não deixa de ser limitado. A *Strong AI*, por outro lado, prevê que as máquinas possuam inteligência similar ou, em alguns casos, superior à humana, e é visionária<sup>1</sup>.

Se uma vez a dominação das máquinas foi o grande tema que circundava a IA e sua utilização, atualmente ela carrega dois grandes braços: o ético e o econômico. O desenvolvimento de suas tecnologias rapidamente tomou grandes proporções, de modo que o campo jurídico não foi capaz de acompanhar tal evolução. Sem uma legislação específica para regulamentação de seus usos, a IA tem sido largamente utilizada por empresas e governos, para múltiplos fins. Não são poucos os casos de discriminação nos quais têm se envolvido, principalmente para com pessoas negras e mulheres. Sem um controle e uma padronização dos processos, na prática, a ética da IA é definida por cientistas e desenvolvedores em seus laboratórios, sem necessariamente passar por processos de debate e levantamento de questões sociais. Um primeiro passo para a regulamentação brasileira no campo da IA já foi dado. A Lei Federal 13.709/18, também chamada de Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), prevê a proteção à privacidade dos dados pessoais do usuário, a transparência quanto aos tratamentos de dados, a padronização de normas e a promoção da concorrência<sup>2</sup>. A lei obteve como inspiração o Regulamento (UE) 2016/679 e entrará em vigor em maio de 2021<sup>3</sup>.

A partir da criação e implementação das regulamentações necessárias, será possível desenvolver e utilizar tecnologias de IA de forma ética, segura e em favor da população.

1 (ARBIX, 2019, *forthcoming*)

2 As informações foram obtidas no site da LGPDbrasil.com.br: <https://www.lgpdbrasil.com.br/o-que-muda-com-a-lei/>

3 As informações foram obtidas no site da EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>



Assim como a IA pode ser compreendida como uma ferramenta de reprodução de preconceitos e de reforço de estruturas sociais, ela também pode ser útil na diminuição das desigualdades, quando aplicada com responsabilidade. Seu potencial é enorme. Para além de comandar processos inovadores, a IA pode remodelar a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), bem como fizeram demais tecnologias revolucionárias, tais como a eletricidade e a máquina a vapor. Alguns estudiosos ainda consideram a IA “uma constelação de tecnologias de propósito geral (TPG)” (ARBIX, 2020, p. 396), podendo ser aplicada em quase todos os setores da economia, gerar mais inovação e melhorar o empenho das áreas na qual é aplicada, além de potencializar a P&D.

## CONTEXTO HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO DE CT&I NO BRASIL

Sendo o Brasil historicamente um país de múltiplas desigualdades<sup>4</sup>, o emprego de IA vistoriado por parcerias entre órgãos governamentais, universidades e empresas privadas, a chamada tripla-hélice, poderia ser muito rico para o desenvolvimento da economia nacional, aumento de competição no mercado interno, posicionamento do país como um agente de peso no mercado externo, e benefício da população, com a redução das disparidades e suas consequências. Ao que tudo indica, no entanto, o Brasil não tem tomado as medidas necessárias para manter-se na fronteira e pareado aos países desenvolvidos.

De acordo com a quinta edição da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), “mais de 99% das empresas [brasileiras] não inovam em nenhum sentido da palavra ou estão adaptando e absorvendo tecnologias de outras fontes estrangeiras e domésticas.” (2020, p. 79). Indo além, apenas 3,8% das empresas envolvem produtos e 2,9% envolvem processos novos no mercado mundial.<sup>5</sup> Em 2018, o Brasil ocupou a 64<sup>a</sup> posição em ranking de inovação global, bem como a 52<sup>a</sup> em ranking de capital humano e P&D, a 38<sup>a</sup> em sofisticação empresarial, a 82<sup>a</sup> em instituições políticas e regulatórias, e novamente 82<sup>a</sup> em sofisticação de mercado.<sup>6</sup>

Entre 2017 e 2018, cerca de 30 países<sup>7</sup> construíram estratégias e divulgaram valores de investimento nacionais para o desenvolvimento de P&D, Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), formação de pesquisadores, fortalecimento de centros de pesquisa, criação de escolas e cursos, apoio às empresas, ampliação de padrões, protocolos e da infraestrutura digital, bem como criação de regulamentações voltadas para a promoção da IA (Dutton, 2018). Apesar de o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) ter lançado uma Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período entre 2016 e 2022,

4 Vide Relatório da Oxfam Brasil 2018 e Índice Gini 0.47 (dado atualizado em 2013 e obtido no site da OECD: <https://data.oecd.org/brazil.htm>).

5 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

6 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

7 Dentre eles: Canadá, China, Dinamarca, Finlândia, França, Índia, Itália, Japão, México, Singapura, Coreia, Suécia, Taiwan, Reino Unido e União Europeia.

a IA não é especificamente abordada no documento e o Brasil ainda não apresentou suas estratégias nacionais específicas para ela<sup>8</sup>.

O contexto atual é fruto de um movimento histórico de marginalização e desvalorização da Ciência e Tecnologia (C&T) pelo Estado brasileiro. De acordo com Arbix (2019, *forthcoming*), no início da década de 60, o Brasil estava longe de ter como meta o desenvolvimento de C&T, posição reafirmada durante o período da Ditadura Militar, quando as universidades permaneceram cercadas pelo governo ditatorial e mantiveram raro contato com o setor privado. Neste cenário, a produção de conhecimento era realizada a partir de esforços individuais ou de pequenos grupos, de forma que a inovação era praticamente inexistente.

Foi somente na década de 70, com a execução dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs), que o governo ditatorial entendeu a necessidade de mão-de-obra capacitada e decidiu criar centros de pesquisa avançada ligados a empresas estatais, como a Petrobras, Telebras e Vale do Rio Doce. Na mesma época, um grupo de pesquisadores conseguiu enviar uma mensagem de um computador para outro na Califórnia, gerando uma tecnologia de ponta, abrindo novos horizontes e aumentando a distância entre os países desenvolvidos e emergentes. Os PNDs brasileiros logo perderam consistência, buscando metas já obsoletas em relação ao contexto internacional. Não apenas, a partir da redemocratização e da instalação do chamado “presidencialismo de coalizão”, as agências e políticas de inovação foram sujeitadas a pressões políticas, favorecendo sua fragmentação e falta de coordenação<sup>9</sup>.

Em 1969, ocorreu a primeira *International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization*, em Washington, Estados Unidos. O primeiro Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial (SBIA) foi realizado em Porto Alegre (RS) no ano de 1984, coordenado por Rosa Maria Viccari e Antônio Carlos da Rocha Costa. Luiz Martins era o então presidente da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Com o passar dos anos, o SBIA se consolidou como um fórum importante das pesquisas de IA em diversas áreas, até então pulverizadas em eventos de informática. Poucas revistas internacionais tratavam de IA com publicação continuada. Sistemas Especialistas e Engenharia de Conhecimentos, como subáreas de IA, estavam em acelerado crescimento e contribuíram para a aceitação do tema na academia. Um ano antes, em 1983, foi publicado o primeiro artigo sobre Inteligência Artificial no Brasil. Escrito por João de Fernandes Teixeira e Maria Eunice Quilici Gonzales, “Inteligência Artificial e teoria de resolução de problemas” foi publicado pela Revista de Filosofia Trans/Form/Ação, v. 6, p. 45-52, 1983<sup>10</sup>.

---

8 Há indícios, no entanto, que as estratégias brasileiras para IA sejam publicadas ainda em 2021.

9 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

10 O texto foi encontrado nas plataformas da Scielo e Google Scholar no dia 13/02/2020, a partir da busca pela palavra-chave “Inteligência Artificial”. Ele pertence ao Departamento de Filosofia da UNESP.

## SÃO PAULO: POLO TECNOLÓGICO E FINANCEIRO

No estado de São Paulo, a pesquisa em IA teve como base as pesquisas teóricas em física estatística do professor Silvio Salinas, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Seus trabalhos foram fundamentais para o avanço das redes neurais e aprendizagem de máquina. Não apenas, os primeiros projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sobre IA datam de 1992<sup>11</sup>. A agência proporcionou diversas formas de auxílio para o desenvolvimento da área no estado paulista.

A partir do último censo realizado pelo IBGE (2010), estima-se que o estado de São Paulo seja habitado atualmente por 45.919.049 pessoas, liderando o ranking e sendo a unidade federativa mais populosa. Cerca de 96% da população vivem em ambiente urbano, o que também indica uma alta disponibilidade de mão-de-obra. Considerando a relevância da qualificação dos trabalhadores no mercado contemporâneo, cuja tendência a médio-longo prazo é de substituição da mão-de-obra braçal por máquinas mais precisas e rentáveis, torna-se importante considerar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), sendo o paulista 6,5, o maior valor do país. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) paulista é 0,783, o segundo mais alto do Brasil. Por fim, São Paulo lidera 18 dos 20 rankings da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), ocupando a segunda posição em Indústrias Extrativas<sup>12</sup> e Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais<sup>13</sup>.

A partir destes dados, fica claro que o estado de São Paulo é um polo que abriga tanto empresas privadas capazes de inovar quanto a mão-de-obra necessária para tal. Para que se desenvolva ainda mais e alcance seu potencial, é necessário suporte estatal e uma forte aliança entre empresas-Estado-universidades, de modo que o setor privado não recue em inovar e correr riscos, bem como a massa de trabalhadores seja educada com base no novo modelo de sociedade e mercado. É central a criação de políticas e programas públicos que sejam complexos, de peso, e que abarquem os cuidados necessários para o desenvolvimento de uma IA responsável.

## FINANCIAMENTO DE PESQUISAS E PROJETOS ACADÊMICOS

Em nível nacional, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) são as principais instituições de fomento à pesquisa. A primeira, instituída pelo Decreto 29.741,

<sup>11</sup> O primeiro auxílio à pesquisa foi concedido ao projeto chamado “Sistemas baseados em conhecimentos: metodologias para desenvolvimento e aplicações”, de Maria Carolina Monard. A primeira bolsa no país foi concedida ao projeto chamado “Fundamentos lógico-operatórios da programação com variáveis e recursões em logo”, de José Armando Valente (responsável) e Paulo Sergio Marchelli (beneficiário). Os resultados foram obtidos após uma busca pelas palavras-chave “Inteligência Artificial” e “Aprendizagem de Máquina” no site da FAPESP em 04 de junho de 2020.

<sup>12</sup> Minas Gerais ocupa o primeiro lugar no ranking.

<sup>13</sup> Distrito Federal ocupa o primeiro lugar no ranking.

de 11 de julho de 1951<sup>14</sup>, está ligada ao Ministério da Educação (MEC). A segunda, criada em 1951 pela Lei Nº 1310/51<sup>15</sup>, está vinculada ao MCTI. Portanto, ambas recebem verba federal. Atualmente, o CNPq oferece sete programas e a CAPES 10.

Buscando pelo termo “Inteligência Artificial”, foram encontrados 1.980 projetos financiados pela CAPES entre 2004 e 2008, 2.707 entre 2009 e 2012, 379 em 2013, 425 em 2014, 396 em 2015, 414 em 2016, 444 em 2017, e 497 em 2018. Os números caem significativamente quando se trata de “Aprendizagem de Máquina”. De 2004 a 2008, foram financiados 104 projetos, de 2009 a 2012 foram 169, em 2013 foram 51, em 2014 foram 67, em 2015 foram 68, em 2016 foram 71, em 2017 foram 82, e em 2018 foram 105. A partir disso, é possível afirmar que, aproximadamente, 0, 36% dos projetos financiados até 2018 pela CAPES são sobre IA.

Através do mesmo modo de busca, foram encontrados 182 relatórios de pesquisa apoiados pelo CNPq, sendo que o primeiro deles teve início em 2008<sup>16</sup> e o último será encerrado em 2021<sup>17</sup>. Buscando por “Aprendizagem de Máquina”, foi possível encontrar somente 42 projetos, sendo o primeiro iniciado em 2009<sup>18</sup> e os três últimos finalizados em 2020<sup>19</sup>.

Com o intuito de estimular ainda mais “atividades de desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora”, o Conselho lançou a Chamada CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT<sup>20</sup>. Por meio desta, pretende investir R\$ 12.700.000,00 em projetos que estejam alinhados às áreas priorizadas pelo MCTI. As Áreas Tecnológicas contempladas pelo edital serão<sup>21</sup>: (a) Tecnologias Médicas e da Saúde; (b) Tecnologias Agrárias; (c) Biotecnologia; (d) Meio Ambiente e Sustentabilidade; (e) Tecnologias Sociais e Educacionais; (f) Tecnologias Digitais; (g) Tecnologias de Materiais; (h) Tecnologias de Produção Industrial e de Serviços; (i) Energia. Além disso, os critérios de análise e julgamento serão<sup>22</sup>: (i) Produção tecnológica e de inovação; (ii) Transferência de tecnologia para o setor privado ou para o setor público; (iii) Participação em projeto de natureza tecnológica ou de inovação; (iv) Formação de

14 Informação obtida no Portal da Câmara dos Deputados.

15 (BRASIL, 1951)

16 O projeto recebeu o nome de “Integrando técnicas de mineração de dados e texto em groupware” e foi coordenado por Altigran Soares da Silva.

17 O projeto recebeu o nome de “Tecnologias Computacionais Aplicadas à Problemas Operacionais de Ferrovias” e é coordenado por Sergio Ivan Viadomonte da Rosa.

18 O projeto recebeu o nome de “HERMES: Aprendizado e Povoamento de Ontologias a partir de Fontes Textuais” e foi coordenado por Maria del Rosario Girardi Gutiérrez.

19 Um dos projetos foi nomeado “Desenvolvimento e Análise de Algoritmos de Processamento Adaptativo e Distribuído de Sinais” e é coordenado por Diego Barreto Haddad. Outro chama-se “Redes neurais quânticas: modelos, algoritmos de aprendizado e seleção de arquitetura” e é coordenado por Adenilton José da Silva. O último é a “Organização do 33o Simpósio Internacional do IEEE sobre Processamento Paralelo e Distribuído (IPDPS 2019)”, e é coordenado por Eugene Francis Vinod Rebello.

20 A chamada foi encontrada no link: [http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p\\_p\\_id=resultadosportlet\\_WAR\\_resultadoscnpqportlet\\_INSTANCE\\_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhad&id=58-106-6800](http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhad&id=58-106-6800)

21 Vide páginas 1 e 2 do documento.

22 Vide página 6 do documento.

recursos humanos e atividades correlatas; (v) Projeto com foco no desenvolvimento científico-tecnológico.

Criada formalmente pela Lei Orgânica 5.918, de 18 de outubro de 1960, a FAPESP começa a funcionar efetivamente a partir do Decreto 40.139, de 23 de maio de 1962<sup>23</sup>. Como instituição pública cujo objetivo é o fomento de pesquisa no estado de São Paulo, recebe mensalmente 1% do total da receita tributária do Estado<sup>24</sup>. Com este valor, oferece diversas linhas de fomento<sup>25</sup>, concretizando-se como uma das principais fontes para P&D em São Paulo.

Por meio de “Inteligência Artificial”, foram encontrados 453 auxílios à pesquisa concluídos, 66 auxílios à pesquisa em andamento, 556 bolsas no país concluídas, 72 bolsas no país em andamento, 51 bolsas no exterior concluídas e 6 bolsas no exterior em andamento. A partir da busca por “Aprendizagem de Máquina”, foram encontrados 44 auxílios à pesquisa concluídos, 12 auxílios à pesquisa em andamento, 84 bolsas no país concluídas, 24 bolsas no país em andamento, 24 bolsas no exterior concluídas e 3 bolsas no exterior em andamento. Esses valores correspondem a 0,57% do total de auxílios à pesquisa, 0,54% do total de bolsas no país, e 0,60% do total de bolsas no exterior.

Por fim, sendo a principal universidade brasileira produtora de publicações em IA (OCDE, 2021), a Universidade de São Paulo também financia pesquisa com recursos próprios. Dentre as oito linhas de fomento disponibilizadas, o Programa Unificado de Bolsas (PUB)<sup>26</sup> auxilia o desenvolvimento de pesquisa durante a graduação em todas as faculdades da USP. Entre 2015 e 2017 não foram encontradas bolsas ligadas à “Inteligência Artificial” ou “Aprendizagem de Máquina”. Por meio da busca por “Inteligência Artificial”, foram encontrados quatro projetos no ano de 2018, sete em 2019, e cinco em 2020. Já a partir de “Aprendizagem de Máquina”, foram encontrados apenas dois projetos, ambos iniciados em 2018. Desta forma, as bolsas sobre IA e Aprendizagem de Máquina somam cerca de 0,12% do total de bolsas concedidas pelo PUB.

---

23 Informações obtidas no link: <http://www.fapesp.br/28#:~:text=A%20Funda%C3%A7%C3%A3o%20de%20Amparo%20C3%A0,23%20de%20maio%20de%201962>

24 O valor de 1% foi determinado pela Constituição de 1989. Até então, a FAPESP recebia 0,5% do total da receita tributária do Estado. É importante notar também que, além do valor mensal, logo no início de seu funcionamento a instituição recebeu US\$ 2,7 milhões do Governo Estadual para que pudesse formar um patrimônio rentável.

25 Durante as buscas pelo site da FAPESP, foram encontradas 33 linhas de fomento.

26 Os números foram coletados na plataforma Jupiterweb da USP dia 28/07/2020.

Instituição	Tipo de Fomento	Inteligência Artificial	Aprendizagem de Máquina	Porcentagem do total global*
CAPES	Financiamento de projeto	7.242	717	0,36%
CNPq	Apoio à pesquisa	182	42	-**
FAPESP	Auxílio à pesquisa	519	56	0,57%
	Bolsa no país	628	108	0,54%
	Bolsa no exterior	57	24	0,60%
USP	PUB	16	2	0,12%

Quadro 1 - Comparação entre os incentivos concedidos pelas instituições

Fonte: Elaboração própria.

\*As porcentagens são resultado da comparação entre a soma do número de bolsas e projetos concedidos por instituição para “Inteligência Artificial” e “Aprendizagem de Máquina” e o total de bolsas e projetos financiados pela instituição de acordo com a linha de fomento, a saber: 2.195.338 pela CAPES, 100.996, 137.141 e 13.376 pela FAPESP, e 15.491 pela USP.

\*\*Não foi possível encontrar o total global de pesquisas apoiadas pelo CNPq no decorrer dos anos.

## PROGRAMAS VOLTADOS AO DESENVOLVIMENTO DE MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Para além das bolsas de pesquisa, a FAPESP possui programas para estímulo ao crescimento empresarial. O programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) tem como objetivo o apoio à execução de pesquisa científica e/ou tecnológica e é destinado a micro, pequenas e médias empresas que tenham suas sedes e administrações localizadas no estado de São Paulo. Deste modo, espera-se incentivar o desenvolvimento de pequenas empresas e aumentar a competitividade, além de estimular a inovação no Brasil.

O programa é dividido em três fases, sendo o valor máximo de financiamento da primeira R\$ 200.000,00 e o da segunda R\$ 1.000.000,00. Na terceira e última fase, a empresa deve buscar financiamento junto ao mercado ou demais agências. Uma possível alternativa são os editais abertos pela FAPESP em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), específicos para esta etapa. De todo modo, o dinheiro de incentivo à pesquisa oferecido pela FAPESP é uma subvenção, ou seja, um auxílio que não necessita ser reembolsado.

Uma vez que o PIPE é um programa que visa investir somente em pesquisas e desenvolvimento de um produto, processo ou serviço inovador, caso o produto já esteja



pronto e necessite de apoio para ser comercializado, uma alternativa é o PAPPE-PIPE. Fruto de uma parceria entre FAPESP e Finep, o programa consiste na implementação do PAPPE com algumas alterações. Iniciativa do MCTI, o PAPPE é realizado pela Finep em parceria com as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) estaduais. Seu objetivo é financiar a realização de “Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de produtos e processos inovadores empreendidos por pesquisadores que atuem diretamente ou em cooperação com empresas de base tecnológica.” Assim, também tem como alvo as micro, pequenas e médias empresas. O programa prevê uma subvenção de até R\$ 30.000.000,00 por edital. Deste montante, ao menos 40% são destinados às empresas com faturamento de até R\$ 4.800.000,00, sendo que cada uma pode solicitar até R\$ 1.500.000,00.

## FINEP E FNDCT

Vinculada ao MCTI, a Finep também disponibiliza linhas de crédito subsidiados, subvenção, investimento e financiamentos não-reembolsáveis, que podem ser concedidos a empresas, universidades, institutos tecnológicos e instituições públicas ou privadas, desde que tenham como objetivo a inovação. De 1967 a 2017, a instituição financiou cerca de 30 mil projetos inovadores em todo o Brasil, qualificando-os em dez categorias: Agro, Defesa, Energia, Indústria, Infraestrutura, Mobilidade, Saúde, Tecnologia Social, Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Telecom<sup>27</sup>. No estado de São Paulo, já foram desenvolvidos 109 projetos inovadores, somando um investimento de R\$ 899.564.503,74<sup>28</sup>, aproximadamente.

Conforme determinado pelo Decreto nº 68.748, de 15 de junho de 1971, e ratificado pela Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007<sup>29</sup>, a Finep exerce função de Secretária-Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), de modo que os recursos do mesmo são geridos tanto pela Finep quanto pelo CNPq, visando o financiamento da CT&I no Brasil.

Através do Financiamento não reembolsável aplicado em ICTs e bolsas de estudo, o FNDCT investiu cerca de R\$ 3.274.813.641,96<sup>30</sup> em projetos ao longo dos anos. Em relação às bolsas de estudo concedidas através do CNPq, foi investido um total aproximado de R\$ 1.200.260.000,00<sup>31</sup>. É importante frisar que, segundo o relatório de 2019, os recursos do fundo foram aplicados de acordo com as prioridades estabelecidas pela Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (ENCTI).

27 Informações retiradas do Mapa da Inovação da Finep, link: <http://mapainovacao.finep.gov.br/mapainovacao/>

28 O valor obtido é resultado da soma de valores informados pelo Mapa da Inovação em São Paulo da Finep e desconsidera os valores equivalentes aos Prêmios Finep oferecidos a alguns projetos.

29 Informações retiradas do link: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/fndct>

30 Sendo R\$ 461.662 milhões em 2019, R\$ 703,6 milhões em 2018, R\$ 440.631.641,96 em 2017, R\$ 501,4 milhões em 2016, R\$ 505,52 milhões em 2015, e R\$ 662 milhões em 2014.

31 Sendo R\$ 30 milhões em 2019, R\$ 31,3 milhões em 2018, R\$ 27,5 milhões em 2017, R\$ 1.038,96 milhões em 2015, e R\$ 72,5 milhões em 2014. Não foi possível encontrar o valor despendido em 2016.

Entre 2014 e 2019, o FNDCT concedeu um total aproximado de R\$ 829.850.000,00<sup>32</sup> para Financiamento não reembolsável para empresas (subvenção econômica). Como contrapartida, o setor privado aportou cerca de R\$ 977.150.000,00<sup>33</sup>. Quanto ao porte das empresas executoras, verificou-se entre 2016 e 2019<sup>34</sup> uma maior frequência de projetos realizados por empresas de pequeno porte, pequenas e médias. Em 2018, também foram encerradas 14 operações dos programas PAPPE e TECNOVA, para os quais foram desembolsados pela Finep R\$ 91,8 milhões, com uma contrapartida de R\$ 52,3 milhões.

A modalidade Financiamento reembolsável recebeu um aporte do FNDCT de, aproximadamente, R\$ 16.446.400.000,00<sup>35</sup> entre 2014 e 2019. Como contrapartida, o setor privado investiu cerca de R\$ 4.267.500.000,00<sup>36</sup>. Pode-se observar uma maior frequência na realização de projetos por empresas médias, médias-grandes e grandes.

Por fim, quanto à modalidade Operações de investimento, nenhum Fundo de Investimento em Participação (FIP) foi encerrado entre 2017 e 2019. Três foram encerrados em 2014, quatro em 2015, e dois em 2016. Além disso, entre 2016 e 2019 não houve aplicação de recursos no Instrumento de Garantia de Liquidez, diferentemente dos anos 2014 e 2015, nos quais sete fundos possuíam aplicações. A carteira da Finep possuía 27 fundos em operação em 2014, e 29 no ano de 2015. Em 2014, também foi aberta a 15ª Chamada Inovar Fundos, cujo objetivo era a seleção de fundos de Venture Capital e Private Equity, com patrimônio acima de R\$ 100 milhões. Dentre os investimentos em fundos em 2017, a empresa Aquarela, de Big Data, recebeu aporte do Fundo Aeroespacial. Já em 2019, três empresas apresentaram produtos de IA: Autaza, DataBot Software Intelligence e Fullface.

## **BNDES**

Fundado em 1952, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é, atualmente, o principal instrumento federal para investimentos a longo prazo, tendo como um de seus maiores objetivos o apoio a micro, pequenas e médias empresas brasileiras. Para tal, oferece produtos, programas e fundos de estímulo a *startups*<sup>37</sup>, empresas inovadoras<sup>38</sup> e parcerias entre universidades e empresas<sup>39</sup>. Desde 2011, o **BNDES integra o Plano Inova Empresa junto à Finep e demais órgãos públicos. A partir**

32 Sendo R\$ 77,41 milhões em 2019, R\$ 75,1 milhões em 2018, R\$ 132,8 milhões em 2017, R\$ 65,7 milhões em 2016, R\$ 217,4 milhões em 2015, e R\$ 261,44 milhões em 2014.

33 Sendo R\$ 64,72 milhões em 2019, R\$ 292 milhões em 2018, R\$ 102,7 milhões em 2017, R\$ 102,7 milhões em 2016, R\$ 254,1 milhões em 2015, e R\$ 160,93 milhões em 2014.

34 Os relatórios de 2014 e 2015 não expuseram este tipo de informação.

35 Os valores contratados foram: R\$ 2,373 bilhões em 2019, R\$ 4,148 bilhões em 2018, R\$ 3,83 bilhões em 2017, R\$ 1.258,40 milhões em 2016, R\$ 3,03 bilhões em 2015, e R\$ 1.807 milhões em 2014.

36 Sendo R\$ 929 milhões em 2019, R\$ 1,005 bilhões em 2018, R\$ 1,07 bilhões em 2017, R\$ 274,5 milhões em 2016, R\$ 658 milhões em 2015, R\$ 331 milhões em 2014.

37 Como o BNDES Garagem.

38 Por meio de compra de ações e fundos como o Criatec e o Fip Anjo.

39 Como o Fundo Tecnológico (Funtec).

deste, são elaborados Planos Conjuntos por meio dos quais são abertas chamadas públicas para inscrição de projetos inovadores nos mais diversos campos econômicos do Brasil.

Entre 2002 e julho de 2020, o BNDES atendeu 6.226 clientes, que contrataram cerca de R\$ 894.179.886,00. Apenas no estado de São Paulo, foram 944 clientes e R\$ 151.242.988,00 contratados, o que representa cerca de 15,2% do total de clientes do Brasil e 16,9% do valor total contratado. Em relação a investimento específico para inovação, no mesmo intervalo de tempo, o banco atendeu 673 clientes, que contrataram R\$ 34.435.723,00. Apenas no estado de São Paulo foram 206 clientes, que contrataram R\$ 10.835.223,00, o que representa 30,6% do total de clientes e 31,5% do valor total contratado.

## MCTI

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) tem realizado diversos movimentos em prol do desenvolvimento de CT&I ao redor do Brasil. Um dos principais passos é a elaboração de uma Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial, que está em andamento. Segundo anunciado pelo ministério, os eixos verticais desta são: (a) Qualificações por um futuro digital; (b) Força de trabalho; (c) Pesquisa, desenvolvimento, inovação e empreendedorismo, (d) Aplicação pelo governo; (e) Aplicação nos setores produtivos; (f) Segurança pública. Os eixos transversais são: (a) Legislação, regulação e uso ético; (b) Aspectos internacionais; (c) Governança de IA. Além disso, entre 12 de dezembro de 2019 e 31 de janeiro de 2020, foi realizada uma consulta pública aberta a todas pessoas e organizações que desejassem opinar sobre o processo.

Apesar de ainda não existir uma estratégia brasileira específica para IA, já foi apresentada a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022. O ProFuturo, por exemplo, é um dos planos de ação desta e tem como prioridade tanto tecnologias, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação, quanto a aplicação destes pela tripla hélice, relação que poderia ser adotada também no âmbito da IA.

Quanto aos programas de incentivo ao desenvolvimento de inovação, o MCTI e a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (Softex) lançaram em fevereiro de 2020 o Programa de Inovação Aberta e Inteligência Artificial – IA<sup>2</sup> MCTI, que visa empregar R\$ 10 milhões em projetos de P&D em Inteligência Artificial nas áreas de Agronegócio, Cidades, Indústria e Saúde. Os recursos são oriundos da Lei de Informática e as empresas escolhidas deverão apresentar contrapartidas<sup>40</sup>. Outra ação importante do MCTI foi a realização de uma parceria com a FAPESP e o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) a fim de criar oito Centros de Pesquisas Aplicadas (CPA) em Inteligência Artificial, sendo quatro no estado de São Paulo. Os centros devem tratar de pesquisa

---

40 (ASCOM, 2020)

avançada em IA aplicada nas áreas de Saúde, Agricultura, Indústria e Cidades Inteligentes. A primeira chamada<sup>41</sup> prevê a criação de quatro centros (dois em São Paulo e dois em outros estados) com uma duração de cinco anos, podendo ser prorrogada para até 10 anos. A FAPESP está oferecendo um aporte máximo anual de R\$ 1 milhão por centro de pesquisa, sendo que as empresas parceiras devem oferecer ao menos um valor igual ao da fundação<sup>42</sup>.

Ainda em 2020, o MCTI, junto ao FNDCT e à Finep, lançou um edital de Subvenção Econômica à Inovação com foco na Indústria 4.0<sup>43</sup>. Os R\$ 50 milhões aportados pelo FNDCT serão alocados da seguinte maneira: R\$ 15 milhões na área de Agro 4.0, R\$ 5 milhões em Cidades Inteligentes, R\$ 15 milhões em Indústria 4.0, e R\$ 15 milhões em Saúde 4.0.<sup>44</sup> A depender do porte da empresa requisitante, é estipulado um valor possível para aquisição via subvenção econômica, sendo R\$ 750 mil o valor máximo para microempresa e R\$ 5 milhões para média-grande e grande empresa<sup>45</sup>. A contrapartida exigida varia também com o tamanho da empresa (de 5% a 100% do valor acordado)<sup>46</sup>.

O programa Conecta Startup Brasil tem como objetivo incentivar o desenvolvimento de inovação empresarial. Para tal, abre editais específicos tanto para empresas quanto para startups em estágio de ideação e equipes empreendedoras. Das empresas com mais experiência, espera-se que auxiliem as ainda iniciantes. Em 2019, o MCTIC e o CNPq aportam um total de R\$ 5.250.000,00 destinados às propostas de empresas, e a ABDI e a Softex custearam a gestão e as operações do programa<sup>47</sup>. O mesmo valor foi oferecido às equipes empreendedoras e startups<sup>48</sup>.

## EMBRAPII

Criada em 2013, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) nasceu como uma organização social vinculada ao MCTI e MEC e é reconhecida por sua agilidade e flexibilidade. Como explicado por Limoeiro e Schneider em *Inovando no Brasil* (2020, p. 32), possui poucos funcionários próprios, contando com diversos consultores externos, característica que permite a proteção das decisões de interesses políticos. Dentre os consultores, estão membros da academia, setor privado e público.

Inspirado no modelo de investimento dos Institutos Fraunhofer, o financiamento dos projetos é dividido entre governo, empresas e ICTs (a Embrapii entra com um aporte máximo

41 Aberta até 20/07/2020.

42 Informações retiradas do link: <http://www.fapesp.br/13896>

43 EDITAL de SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT - Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 - Tecnologias 4.0. Link: <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643>

44 Vide página 9 do documento.

45 Vide página 13 do documento.

46 Vide página 14 do relatório.

47 Vide página 20 da Chamada Pública para Empresas Conecta Startup Brasil 037/2019.

48 Vide página 19 da Chamada Pública para Seleção de Equipes Empreendedoras e Startups em Estágio de Ideação Conecta Startup Brasil 039/2019.

de 33% do valor global). Diferentemente de outros programas de financiamento, a empresa destina grande parte de seu apoio para contratação de recursos humanos e salários de técnicos contratados via CLT<sup>49</sup>. Uma vez credenciados, os institutos ou laboratórios públicos, universitários ou privados recebem um investimento de US\$ 10 milhões a US\$ 15 milhões, depositados antecipadamente para que sejam rapidamente acessados. Para se tornar uma Unidade Embrapii (UE), as organizações de pesquisa devem apresentar um plano de negócios minucioso e com metas para um período de seis anos, além de demonstrarem experiência prévia e capacidade de captação de recursos industriais.

Além das unidades, a Embrapii e o MEC têm criado os *hubs* para os Institutos Tecnológicos Federais. Ao todo, são 42 unidades e *hubs* ao redor do país, sendo 10 no estado de São Paulo, que estão nas seguintes localizações: Tecnogreen, CNPEM, CPqD, Eldorado, ESALQ, CQMED, IPT, IPT-BIO, POLI-USP, IFSC-USP. Além disso, entre 2015 e 2018, foram contratados 655 projetos ao todo, sendo 269 apenas em 2018<sup>50</sup>.

## CONCLUSÕES

Os dados analisados demonstram algumas iniciativas brasileiras, em âmbitos público e privado, para o desenvolvimento de IA no Brasil e, mais especificamente, no estado de São Paulo. A partir deles, é possível afirmar o potencial antes previsto de um crescimento econômico que vise a diminuição das desigualdades e a inserção do país como um dos principais *players* do mercado internacional. No entanto, é preciso tomar medidas que sejam rápidas e precisas, favorecendo parcerias entre empresa-Estado-universidade, tornando o mercado interno mais competitivo, facilitando o estabelecimento e crescimento de novas empresas por meio do oferecimento de condições equitativas, e aumentando os investimentos em IA<sup>51</sup>. O Estado deve exercer um papel de regulador, financiador e executor de estratégias<sup>52</sup>.

Na contramão destas recomendações, em 2019 o Governo Federal contingenciou cerca de 42% ou R\$ 2,1 bilhões do orçamento do MCTI<sup>53</sup>. Além disso, nos últimos anos, o ministério tem sido responsável por uma parcela correspondente a apenas 15% do valor total investido em P&D. Outro fator importante a se considerar são seus curtos mandatos, que impedem a construção de estratégias a longo prazo, imprescindíveis para inovação<sup>54</sup>.

Quanto ao desenvolvimento da Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial, é importante enfatizar que tal movimento é tardio, ainda que importante. Como apontado anteriormente, mais de 30 nações já divulgaram suas estratégias e valores de investimento.

Ademais, como defende Carlos Pacheco em Inovando no Brasil (2020, p. 142), a Estratégia

49 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

50 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

51 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

52 (ARBIX, 2019, *forthcoming*)

53 (ASCOM, 2019)

54 (REYNOLDS; SCHNEIDER; ZYLBERBERG, 2020)

Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação não indica rumos objetivos, recursos ou agenda de reformas institucionais. O autor apresenta como alternativa uma proposta da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI): a criação de uma Câmara de Inovação (Camin), que centralize as iniciativas de implementação, coordenação e avaliação de políticas e atividades inovadoras.

No campo educacional, a presença de pesquisas e concessão de bolsas específicas nas áreas ligadas à IA ainda são mínimas, tanto em nível federal quanto no estado de São Paulo. A educação específica é um dos pontos centrais para a viabilização de um desenvolvimento federal pleno, marcado por um mercado competitivo nacional e internacionalmente. Caso não haja um amplo investimento público nessa área, o conhecimento ficará restrito a uma pequena parcela da população, contribuindo para o agravamento das desigualdades sociais, expressas a curto prazo na ocupação dos novos postos de trabalho e, a médio-longo, nas substituições de postos básicos e obsoletos por máquinas. É também interessante que os cursos de humanidades abram espaço para disciplinas voltadas à IA, formando profissionais capazes de analisar o contexto contemporâneo e auxiliar na formulação de políticas públicas mais assertivas e que visem o bem-estar social. Iniciativas como a Chamada CNPq N° 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT são importantes, mas seriam mais proveitosas e ambiciosas quando ampliadas para pesquisa em Ciências Humanas.

Por fim, as experiências da Finep, FNDCT, MCTI e Embrapii demonstram que o setor privado está disposto a bancar riscos caso tenha como parceiros órgãos públicos, por vezes investindo maiores quantias do que as aportadas pelas instituições. A modalidade de subvenção econômica tem se apresentado como poderoso instrumento para incentivo ao desenvolvimento de IA tanto em empresas iniciantes, quanto nas grandes.

## REFERÊNCIAS

ARBIX, Glauco. "O Novo Ciclo Tecnológico, a Inteligência Artificial e o Brasil". In Fiore, M. & Dolhnikoff, M. (ed). Mosaico de olhares: pesquisa e futuro no cinquentenário do Cebap. São Paulo: Ed. SESC. Forthcoming.

ARBIX, Glauco. A transparência no centro da construção de uma IA ética. **Novos Estudos**, São Paulo, v.39, n.02, pp. 395-413, Mai.-Ago. 2020. Disponível em: <[http://novosestudos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/08\\_arbix\\_117\\_p394a413\\_baixa-1.pdf](http://novosestudos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/08_arbix_117_p394a413_baixa-1.pdf)>. Acesso em: 17 fev.2021.

ASCOM. "Edital IA<sup>2</sup> MCTIC vai investir R\$ 10 milhões em soluções de Inteligência Artificial". **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações, Sala de Imprensa**, 05 de fevereiro de 2020. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2020/02/Edital\\_IA\\_MCTIC\\_vai\\_investir\\_R\\_10\\_milhoes\\_em\\_solucoes\\_de\\_Inteligencia\\_Artificial.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2020/02/Edital_IA_MCTIC_vai_investir_R_10_milhoes_em_solucoes_de_Inteligencia_Artificial.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata)>. Acesso em: 22 ago.2020.



ASCOM. “Ministro defende recuperação do orçamento para ciência e tecnologia”. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações, Sala de Imprensa**, 24 de abril de 2019. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2019/04/Ministro\\_defende\\_recuperacao\\_do\\_orcamento\\_para\\_ciencia\\_e\\_tecnologia.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2019/04/Ministro_defende_recuperacao_do_orcamento_para_ciencia_e_tecnologia.html?searchRef=intelig%C3%AAncia%20artificial&tipoBusca=expressaoExata)>. Acesso em: 22 ago.2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL DA FAPESP. **Sistemas baseados em conhecimentos: metodologias para desenvolvimento e aplicações**, [s.d.]. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/4874/sistemas-baseados-em-conhecimentos-metodologias-para-desenvolvimento-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 22 ago.2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL DA FAPESP. **Fundamentos lógico-operatórios da programação com variáveis e recursões em logo**, [s.d.]. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/84910/fundamentos-logico-operatorios-da-programacao-com-variaveis-e-recursos-em-logo/>>. Acesso em: 22 ago.2020.

BNDES. **Canal MPME**, [s.d.]. Disponível em: <<https://ws.bndes.gov.br/canal-mpme/#/credito/finalidades>>. Acesso em: 22 ago.2020.

BRASIL. Lei Nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951. Brasília, DF, janeiro 1951. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/l1310.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l1310.htm)>. Acesso em: 22 ago.2020.

CNPQ: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **CHAMADA CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT**, [s.d.]. Disponível em: <[http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p\\_p\\_id=resultadosportlet\\_WAR\\_resultadoscnpqportlet\\_INSTANCE\\_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=58-106-6800](http://www.cnpq.br/web/guest/chamadas-publicas?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&idDivulgacao=9582&filtro=abertas&detalha=chamadaDetalhada&id=58-106-6800)>. Acesso em: 22 ago.2020.

CRIAÇÃO e Estruturação da FAPESP. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/28#:~:text=A%20Fundam%C3%A7%C3%A3o%20de%20Amparo%20%C3%A0,23%20de%20maio%20de%201962>>. Acesso em: 21 ago.2020.

DUTTON, Tim. “An Overview of National AI Strategies”. **Politics + AI, Medium**, 28 de jun de 2018. Disponível em: <<https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>>. Acesso em: 22 ago.2020.

EUR-LEX. **Official Journal of the European Union**, [s.d.]. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>>. Acesso em: 22 ago.2020.

FUNDAÇÃO de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **CHAMADA de Propostas FAPESP – MCTIC - CGI.BR para Centros de Pesquisas Aplicadas em Inteligência Artificial**, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/13896>>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP. **Mapa da Inovação**, [s.d.]. Disponível em: <<http://mapainovacao.finep.gov.br/mapainovacao/>>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP. **O FNDCT**, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/fndct>>. Acesso em: 22 ago.2020.

FINEP; FNDCT; MCTIC. EDITAL de SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT - Subvenção Econômica à Inovação – 04/2020 - Tecnologias 4.0. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643>>. Acesso em: 22 ago.2020.

IBGE. **São Paulo, Panorama**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>>. Acesso em: 22 ago.2020.

LUPTON, Deborah. **Digital Sociology**. New York: Routledge, 2015.

LGPDBRASIL.COM.BR. **O que muda com a nova Lei de Dados Pessoais?**, [s.d]. Disponível em: <<https://www.lgpdbrasil.com.br/o-que-muda-com-a-lei/>>. Acesso em: 22 ago.2020.

OCDE. **Selected Indicators for Brazil**. Disponível em: <<https://data.oecd.org/brazil.htm>>. Acesso em: 10 fev.2021.

OCDE. **AI research by institution**. Disponível em: <<https://oecd.ai/data-from-partners?selectedTab=AIResearch&selectedAIResearchTab=tab14>>. Acesso em: 14 fev.2021.

OXFAM BRASIL. (2018), “País Estagnado: Um Retrato das Desigualdades Brasileiras 2018.” Disponível em: <<https://www.oxfam.org.br/um-retrato-das-desigualdades-brasileiras/pais-estagnado/>>. Acesso em: 12 jun.2020.

PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS. Decreto Nº 29.741, de 11 de julho de 1951. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-29741-11-julho-1951-336144-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 22 ago.2020.

REYNOLDS, Elisabeth B.; SCHNEIDER, Ben Ross; ZYLBERBERG, Ezequiel. **Inovando no Brasil**. Tradução: Daniel Vieira. São Paulo: Atlas, 2020.

TONIDANDEL, Flavio (Org.). **Memorial SBIA: Edição comemorativa ano 2010**.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Algoritmo 22, 23, 28, 29, 32, 35, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 202, 207, 262, 289, 290, 297, 298, 300

Algoritmo genético 23, 28, 32, 35

Aplicativos 21, 99, 200, 215, 246, 249, 250, 252, 254, 255, 270, 271, 272, 275, 276, 277, 281

Aprendizado de máquina 21, 22, 23, 27, 289, 301

Arduino 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 216, 217, 219, 221, 239

Armazenamento de dados 163, 164, 248, 257

Arquitetura 23, 24, 30, 36, 44, 45, 46, 47, 75, 148, 150, 151, 164, 212, 213, 214, 215, 246, 290

Automação 1, 3, 5, 7, 19, 49, 161, 164, 166

### B

Banco de dados 111, 163, 164, 165, 239, 243, 259, 263, 281, 282, 283, 287, 302

Banda larga 40, 44, 46

Benchmarking 255

### C

Câncer de mama 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177

Código aberto 189, 193, 239, 281, 287

Computação 21, 22, 23, 34, 37, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 59, 60, 61, 62, 63, 73, 149, 150, 156, 157, 160, 163, 169, 202, 205, 206, 210, 211, 214, 276, 277, 289, 290, 293, 297, 298, 301, 302

Computação em nuvem 21, 22, 23, 34

Computação quântica 289, 290, 293, 297, 298, 301

Computadores 21, 48, 49, 53, 55, 59, 101, 162, 166, 168, 201, 202, 211, 245, 246, 248, 249, 250, 252, 254, 255, 271, 275, 289, 290, 294

Conversão de energia 86, 87, 89, 91

Criptografia 296, 301

### D

Dados 4, 12, 13, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 49, 60, 68, 71, 74, 75, 82, 85, 86, 93, 103, 108, 111, 112, 130, 131, 133, 135, 136, 137, 138, 140, 154, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 169, 177, 180, 186, 201, 202, 205, 208, 213,

215, 217, 218, 220, 221, 225, 229, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 246, 248, 257, 258, 259, 260, 263, 265, 266, 267, 270, 272, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 289, 302

Dispositivo 4, 16, 88, 99, 150, 161, 163, 198, 222, 232, 236, 237, 240, 241, 242, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 252, 254, 255

Dispositivos móveis 2, 3, 4, 98, 158, 177, 198, 271

## **E**

Eletrônica de potência 86

Energia 23, 50, 52, 75, 78, 86, 87, 89, 91, 158, 161, 166, 236, 237, 239, 244

Engenharia de software 147, 148, 149, 152, 155, 156, 215, 281, 302

Ensino 3, 48, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 69, 93, 96, 111, 177, 182, 183, 186, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 208, 210, 211, 245, 246, 249, 254, 276, 287

Evolução 43, 66, 71, 212, 213, 233, 258, 259

## **G**

Geolocal 130, 131, 132, 133, 135, 145, 146

Grupos de pesquisa 147, 155, 156, 187

## **I**

Indústria 4.0 1, 2, 5, 18, 81, 158, 159

Informação quântica 289

Inovação 70, 72, 73, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 160, 166, 167, 215, 302

Inteligência artificial 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 82, 83, 84, 150, 159, 166, 289, 290, 301

Interação humano-computador 147, 148, 149, 152, 154, 156

Interface 2, 3, 4, 5, 12, 14, 23, 34, 54, 110, 111, 117, 118, 119, 120, 124, 134, 154, 155, 156, 164, 165, 192, 205, 216, 220, 232, 233, 234, 249, 250, 254, 276, 289

Interface gráfica 5, 14, 54, 249, 254

Internet 37, 40, 46, 49, 80, 109, 148, 152, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 180, 202, 220, 221, 236, 249, 250, 251, 253, 254, 255, 277, 279, 280, 287

Internet das coisas 49, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 255

## **J**

Jogos 48, 49, 50, 51, 59, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 118, 127, 128, 168, 169, 170, 171, 172, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 191, 193, 194, 198, 199, 203, 211, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234

Jogos digitais 48, 49, 59, 92, 93, 96, 97, 99, 101, 107, 108, 168, 169, 170, 171, 179, 182, 183, 199, 228, 229, 230, 232, 233

Jogos educativos 92, 109, 128, 171, 172, 178, 181, 182, 183, 198

Jogos sérios 49, 168, 169, 170, 177, 178

## **M**

Matemática 200, 201, 202, 203, 205, 209, 210, 211, 268, 290, 291

Matriz energética 86, 87

Método trezentos 60, 61, 63, 65, 68, 69

Microserviços 212, 213, 214, 215

Mobile 99, 109, 110, 159, 166, 177, 198, 277, 278, 279, 280, 281, 287

Modelo 3, 5, 6, 7, 8, 22, 23, 25, 27, 29, 32, 34, 36, 41, 74, 81, 132, 134, 152, 166, 172, 178, 228, 237, 246, 247, 248, 249, 258, 260, 269

Monolítico 212, 213

## **O**

Outubro rosa 92, 93, 95, 98, 99, 100, 103, 108, 109

## **P**

Paralelismo 289, 291, 296, 297, 301

Pesquisa e desenvolvimento 70, 72, 78, 159

Políticas públicas 70, 83, 182, 187

Potência 86, 87, 88, 89, 90, 91, 204, 236, 237, 239, 242, 243, 244

Power BI 240, 242, 243, 244

Prevenção 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 162, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 183, 198, 275, 276, 280

Processamento de imagens 257, 259, 260, 262

Programação 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 74, 84, 135, 154, 163, 188, 191, 198, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 255, 257, 259, 263, 281, 287, 302

Protótipo 24, 35, 127, 128, 154, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 216, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 240, 241, 242, 281

Python 27, 34, 37, 38, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 210

## **R**

Raspberry Pi 245, 246, 247, 248, 249, 250, 254, 255, 256

Realidade aumentada 1, 2, 3, 4, 5, 15, 18, 19, 184, 203, 211

Rede ótica passiva 39, 45

Redes neurais 22, 23, 74, 75

Regras do jogo 226, 227, 230, 234

Regressor 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35

Robocode 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

## **S**

Simulação 1, 2, 3, 4, 14, 15, 17, 52, 89, 127, 130, 135, 136, 138, 140, 141, 143, 144, 166, 170, 221

Sistema de navegação 130, 131, 145, 146

Sistema embarcado 216

Sistemas 1, 3, 4, 19, 37, 45, 49, 51, 73, 74, 84, 86, 87, 91, 108, 109, 131, 146, 147, 148, 149, 152, 155, 156, 158, 161, 177, 198, 199, 202, 212, 213, 215, 226, 232, 233, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 275, 276, 290, 295, 302

Sistemas fotovoltaicos 86, 87, 91

Sistemas operacionais 198, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256

Smartphone 96, 182, 214, 254, 270, 271, 272, 276, 277, 278, 280

Software 4, 5, 12, 14, 23, 25, 31, 36, 37, 49, 79, 80, 86, 101, 131, 135, 136, 138, 139, 142, 146, 147, 148, 149, 152, 155, 156, 162, 167, 189, 193, 200, 201, 202, 207, 212, 213, 215, 236, 244, 246, 248, 249, 250, 255, 257, 258, 259, 267, 268, 270, 271, 272, 279, 280, 281, 282, 283, 286, 302

Softwares educacionais 202, 203

## **T**

Tecnologia 1, 2, 3, 4, 18, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 61, 70, 71, 72, 73, 75, 78, 80, 83, 84, 86, 92, 99, 147, 148, 152, 153, 154, 158, 159, 161, 166, 167, 168, 179, 183, 184, 194, 201, 202, 203, 206, 210, 213, 215, 216, 245, 255, 257, 270, 274, 275, 279, 280, 281, 287, 290, 301, 302

Thebug 279, 280

Tipos de regras 226, 228, 229, 233

## **U**

Usabilidade 119, 147, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 275, 277, 281, 284, 285

## **V**

Virtual 3, 19, 24, 36, 48, 50, 55, 84, 91, 97, 170, 171, 186, 199, 233, 244

Voz 39, 40, 41

## **W**

Weka 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37



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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# A PLURIVALÊNCIA DA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO E SEU AMPLO CAMPO DE APLICAÇÃO

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021