

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 Cremona
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
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. Esta 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

CAPÍTULO 7	86
CONVERSÃO DE ENERGIA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA	
Antônia Daiara de Almeida Melquíades	
Cecilio Martins de Sousa Neto	
DOI 10.22533/at.ed.0142103057	
CAPÍTULO 8	92
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	
DOI 10.22533/at.ed.0142103058	
CAPÍTULO 9	110
DESENVOLVIMENTO VISUAL DE JOGO SÉRIO SOBRE EDUCAÇÃO SEXUAL	
Flávia Ribeiro Albert	
Daniel Leite Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0142103059	
CAPÍTULO 10	130
ESTUDO DA TOPOLOGIA DO SISTEMA GEOLOCAL: UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INDEPENDENTE DE GNSS	
Leticia Gatti Friolani	
Francisco Alberto Gori Fuller	
Sergio Vicente Denser Pamboukian	
DOI 10.22533/at.ed.01421030510	
CAPÍTULO 11	147
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	
DOI 10.22533/at.ed.01421030511	
CAPÍTULO 12	158
INTERNET DAS COISAS – PROTÓTIPO DE IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA	
Denilce de Almeida Oliveira Veloso	
Bruno Rodrigo Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.01421030512	
CAPÍTULO 13	168
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

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

Ronan Silva Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.01421030524

SOBRE O ORGANIZADOR.....	302
ÍNDICE REMISSIVO.....	303

CAPÍTULO 1

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

Data de aceite: 28/04/2021

Cícero Couto de Moraes

PEA

Rodrigo Muniz Izzo

NUSP 10336894

RESUMO: A pesquisa analisou os casos de utilização da realidade aumentada (RA) atuais e alguns cenários em que a utilização da RA poderia trazer benefícios consideráveis à indústria. Além disso, também foi desenvolvido um aplicativo que, além de ser utilizado para prova de conceito, resultará em uma nova experiência para um laboratório de graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O aplicativo desenvolvido abranger três etapas importantes dos processos industriais, sendo elas a simulação, a supervisão e a manutenção. A análise da utilização da RA no setor industrial envolve um estudo bibliográfico a respeito das aplicações existentes e do potencial ainda não explorado da tecnologia. Já a prova de conceito consiste no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada capaz de simular e supervisionar o processo industrial de um reator químico, além de auxiliar na manutenção de um kit didático. O aplicativo criado se mostrou como uma boa prova de conceito para indicar o que a realidade aumentada pode trazer de benefícios. Entre estes benefícios, pode-se citar a possibilidade de treinamento de novos operadores de uma planta por meio da operação no simulador e também a possibilidade de diminuição de erros durante

a manutenção de equipamentos. Além disso, o aplicativo criado também se mostra como uma boa forma de introduzir diversos conceitos relacionados não só à realidade aumentada, mas também à automação industrial, manutenção de equipamentos, sistemas supervisórios e virtualização. Um processo de amadurecimento ainda é necessário para que surjam soluções interessantes para o meio industrial. Logo, pode-se dizer que a realidade aumentada ainda não está pronta para um uso muito amplo dentro da indústria, especialmente no contexto da indústria 4.0, na qual o fluxo de informações é grande e constante e os equipamentos de suporte à realidade aumentada ainda não estão preparados para isso.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade aumentada; indústria 4.0.

ABSTRACT: This research has analyzed the current use cases of augmented reality (AR) and also some scenarios in which AR could bring considerable benefits to industry. Furthermore, it was developed an app that was be used as proof of concept and also will result in a new experience to an undergraduate lab of Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. The developed app will cover three important steps of industrial processes: simulation, supervision and maintenance. The analysis of use of AR in industry embrace the bibliographic study of current applications and the non-explored potential of the technology. The proof of concept consists in the development of an AR application capable of simulating and supervising the industrial process of a chemical reactor, in addition to help in the

maintenance of a didactic kit. The created app has shown itself as a good proof of concept to indicate what benefits augmented reality can bring. One can point, between these benefits, the possibility of training new operators for a industrial plant with the operation in the simulator and also the possibility of decrease in the number of errors during the maintenance of equipment. Besides that, the developed app has also shown itself as a great manner of introduce many concepts related not just to augmented reality, but also to industrial automation, equipment maintenance, supervisory systems and virtualization. A maturation process is still required for the emergence of interesting solution for industry. Therefore, augmented reality is not ready yet for a broad usage inside industry, especially in the context of industry 4.0, where the information flow is big and constant and the augmented reality support equipment is not ready for that.

KEYWORDS: Agmented reality; industry 4.0.

1 | INTRODUÇÃO

A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia inovadora no mercado e apresenta uma crescente expansão. Ela é identificada pela coexistência entre objetos reais e virtuais no mesmo ambiente, contanto que estes objetos virtuais sejam interativos em tempo real e se mesclm junto ao ambiente nas três dimensões [1]. Desta maneira, a RA pode ser entendida como a habilidade de inserir objetos gráficos computacionais no mundo real. Em uma interface de RA, o usuário consegue visualizar o mundo real com a inserção dos objetos virtuais por meio de dispositivos segurados em mãos ou montados na cabeça.

O objetivo do uso da RA é otimizar a percepção e interação do usuário com o ambiente em que ele está imerso por meio da disponibilização de informações que o usuário não consegue detectar com os próprios sentidos [1]. Esse objetivo se enquadra de maneira muito satisfatória nas metas da indústria 4.0. Por esse motivo, a utilização da RA no contexto industrial mostra grande potencial.

Aplicações para esta tecnologia nas áreas de marketing, entretenimento, educação e também na área médica são realidades atuais [2]. Na área industrial, porém, aplicações para a RA vêm surgindo e ganhando espaço, principalmente na parte de manutenção de equipamentos, design de produtos e controle da produção [3]. O avanço da virtualização dos processos industriais, característica inerente ao conceito de indústria 4.0 [4], abre o caminho para o surgimento de novas aplicações para a RA no ambiente industrial.

Desta maneira, esta pesquisa se apresenta como uma análise sobre o uso da RA nas etapas de simulação, supervisão e manutenção de processos industriais. Para esta análise, serão realizados estudos sobre o uso da RA nos processos industriais e, adicionalmente, será realizada uma prova de conceito através do desenvolvimento de um aplicativo para uso em dispositivos móveis.

2 | OBJETIVOS

Com esta pesquisa, procura-se a expansão dos conhecimentos sobre as aplicações da realidade aumentada nos processos industriais. Pretende-se analisar tanto os casos de utilização da realidade aumentada atuais como também benefícios consideráveis à indústria.

Além disso, desenvolver-se-á um aplicativo para dispositivos móveis que, além de ser utilizado para prova de conceito na presente pesquisa, resultará em uma nova experiência para a disciplina de graduação Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais (PEA3509).

O aplicativo desenvolvido abrangerá três etapas importantes dos processos industriais, sendo elas a simulação, a supervisão e a manutenção. A etapa de simulação ocorrerá no aplicativo por meio da criação de um reator químico virtual. Será programado o comportamento deste reator, criando-se, assim, um modelo virtual que possa ser simulado. O objetivo desta etapa é avaliar os benefícios que a simulação de processos industriais com a tecnologia da realidade aumentada poderá fornecer.

Com o modelo virtual do reator químico, ainda será realizada a etapa de supervisão. Simultaneamente com a simulação em tempo real do reator químico, será criada uma interface que permitirá a supervisão de todas as fases do processo que ocorrerá no reator. O objetivo será comparar os sistemas supervisórios tradicionais utilizados atualmente na indústria, com os sistemas supervisórios que utilizam a realidade aumentada.

Para a etapa de manutenção, será criado modelo de um kit didático utilizado no Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Neste modelo foi programado um roteiro utilizando o recurso de realidade aumentada para auxiliar o usuário na troca de componentes de proteção do kit didático real. Este roteiro tem como objetivo avaliar as vantagens de se utilizar a realidade aumentada para a manutenção de equipamentos industriais.

Como objetivo secundário da presente pesquisa, espera-se introduzir a tecnologia da RA no ensino junto a área de automação industrial na Escola Politécnica. Todas as etapas da pesquisa foram realizadas juntamente com o Convênio da Escola Politécnica e a Rockwell Automation do Brasil.

3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa foi dividida em duas frentes:

- Análise do uso da realidade aumentada nas etapas de simulação, supervisão e manutenção de processos industriais;
- Desenvolvimento de uma prova de conceito.

A análise da utilização da RA no setor industrial envolveu o estudo bibliográfico a

respeito das aplicações existentes e do potencial ainda não explorado da tecnologia. A prova de conceito consiste no desenvolvimento de uma aplicação de realidade aumentada.

Para o desenvolvimento da aplicação, são utilizados os seguintes componentes:

- Plataforma de desenvolvimento do Unity com o software Vuforia da PTC para o desenvolvimento do aplicativo de realidade aumentada para dispositivos móveis;
- Controlador lógico programável (CLP) disponível no laboratório (MicroLogix 850) e programado através do software Connected Components Workbench, da Rockwell Automation, para simulação do processo de um reator químico real;
- Software KepServerEX como plataforma de comunicação entre o CLP e o dispositivo móvel.

4 | PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Em vários processos há uma gama diversificada de aplicações que utilizam a realidade aumentada. Dentre eles, pode-se citar o design de produtos. Neste ramo tem-se como exemplo o grupo alemão Thyssenkrupp, que utiliza a realidade aumentada para auxiliar o design de cadeiras elevatórias para uso em escadas [5]. A realidade aumentada também já é utilizada em processos de armazéns, porém, em outros casos mais complexos ainda há barreiras para a implementação de soluções que utilizem RA. Esta tecnologia ainda necessita passar por um amadurecimento e por várias etapas para sua aceitação no meio industrial. Além disso, também é necessário que se desenvolvam soluções que se adequem aos diversos requisitos das diferentes áreas de cada indústria, como os processos, a segurança e o compartilhamento de dados em sistemas de TI [6].

Um exemplo de amadurecimento que ainda precisa ser feito é em relação à montagem de interfaces gráficas com RA. Em sistemas supervisórios convencionais, há regras definidas para o desenvolvimento da interface com o usuário, como o esquema de cores, o posicionamento e o tamanho das informações mostradas. Porém, em um sistema supervisório que utilize a realidade aumentada, no qual o plano de fundo não é fixo, ainda é necessário que se definam normas para a apresentação das informações ao usuário [7].

Um outro fator importante que impõe a baixa disseminação do uso da RA no meio industrial é o fato de que o ambiente industrial possui diversas intempéries que impossibilitam a utilização de equipamentos não-robustos. Dessa forma, ainda é necessário um maior desenvolvimento dos equipamentos de suporte à RA para possibilitar o uso de soluções que utilizem esta tecnologia. Estes equipamentos devem se enquadrar em diversos regulamentos utilizados na indústria, principalmente quanto à segurança operacional [8].

Outra aplicação em que a realidade aumentada apresenta potencial é na simulação dos processos. Operar máquinas complexas e realizar tarefas em que a experiência é

importante o uso da RA pode trazer enormes benefícios. Um exemplo disto foi a utilização de um simulador de soldas que utiliza RA para treinar novos soldadores [9].

Um dos pilares da indústria 4.0 é a ampla utilização de sensores para o monitoramento na automação de processos [10]. O fluxo de informações dentro de uma indústria deste tipo é muito grande e os equipamentos de suporte à realidade aumentada deve estar preparado para integração de todas as informações [11].

5 | PROVA DE CONCEITO

A prova de conceito desenvolvida consiste em um aplicativo capaz de simular e supervisionar o processo industrial de um reator químico e também de auxiliar na manutenção de um kit didático.

O desenvolvimento da prova de conceito foi dividido em seis partes, sendo elas:

- O desenho 3D de todos os objetos utilizados;
- As animações 3D dos objetos utilizados;
- A modelagem do processo químico que ocorre no reator químico;
- A implementação da interface de comunicação entre o CLP e o aplicativo;
- A construção de uma camada de segurança para o aplicativo;
- O desenvolvimento da interface gráfica.

Todas essas etapas são descritas nas subseções seguintes.

5.1 Desenho 3D

Esta etapa consistiu em realizar o desenho em três dimensões de todos os componentes que foram utilizados no aplicativo, por meio do software do tipo CAD 3D, SolidWorks.

Neste projeto, foi necessário o desenvolvimento de cinco modelos. O primeiro destes a ser desenvolvido foi o reator químico. Ele foi inspirado nos modelos de reator utilizados nas indústrias químicas. Ele apresenta, além do tambor de mistura, um tubo para a circulação de vapor e dois tanques para o armazenamento dos reagentes necessários na mistura. Na parte superior há um motor elétrico responsável pela rotação da pá de agitação, esta localizada no interior do tambor de mistura. Há ainda no reator quatro válvulas, mas que serão citadas nas etapas seguintes. Uma renderização do modelo desenvolvido pode ser vista na figura 1, juntamente com corte para a visualização da pá de agitação.



Figura 1: Modelo 3D do reator químico.

O segundo objeto a ser desenhado foi a alavanca de acionamento do reator. Esta é composta por uma base e uma haste, e será utilizada como gatilho para o início do processo, conforme será explicado na etapa de modelagem do processo. A renderização desse objeto pode ser vista na figura 2.

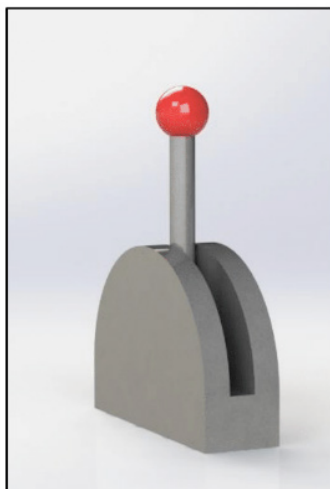


Figura 2: Modelo 3D da alavanca de acionamento.

A lâmpada de indicação foi o terceiro objeto a ser desenhado. Ela é composta por um cilindro de vidro e uma tampa cônica de metal. Seu objetivo é servir como indicação para o estado das válvulas de vapor, dos reagentes e de despejo (aberta ou fechada); para o estado dos sensores tipo boia (acionada ou não acionada); e para o estado do motor (ligado ou desligado). A indicação é feita pela mudança de cor do cilindro de vidro, o que será explicado na etapa de animações 3D. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 3.

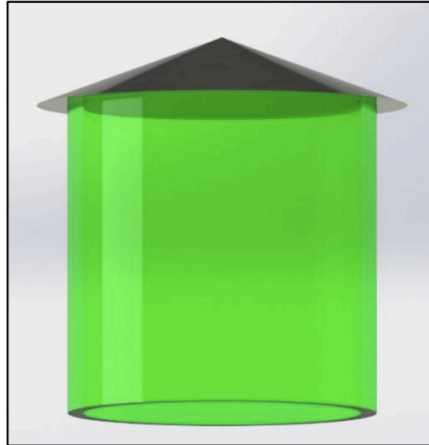


Figura 3: Modelo 3D da lâmpada de indicação.

O próximo objeto a ser desenhado foi o barril. Seu objetivo é servir de armazenamento para o produto final do processo realizado pelo reator químico. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 4.



Figura 4: Modelo 3D do barril.

O último objeto desenhado foi o kit didático utilizado em uma das experiências realizadas no Laboratório de Automação. Este objeto será utilizado na etapa de manutenção do aplicativo. Ele é composto por uma caixa metálica com 19 bornes, 1 potenciômetro, 10 LEDs, 1 fusível e 3 chaves. Uma renderização desse objeto pode ser vista na figura 5.

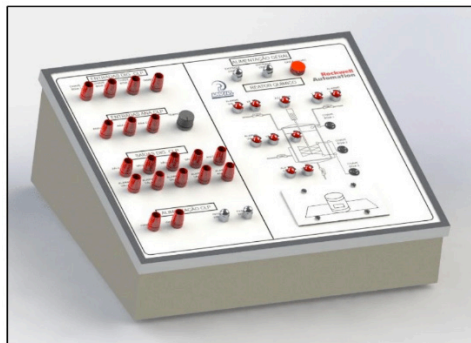


Figura 5: Modelo 3D do kit didático.

5.2 Animações 3D

A etapa de animações 3D consiste em programar todas as alterações que os objetos criados na etapa anterior (5.1) sofrerão durante o uso do aplicativo, tanto em cor como em posição. As animações foram programadas dentro da plataforma Unity. Os objetos que possuem animações são: a pá de agitação; a alavanca de acionamento; as lâmpadas de indicação; o barril de armazenamento e a tampa do fusível do kit didático.

Na pá de agitação, a animação criada foi a representação da rotação da mesma. Esta rotação é realizada quando o motor elétrico é acionado, conforme explicado na seção de modelagem do processo.

A alavanca de acionamento possui duas posições possíveis: acionada e não acionada. Desta maneira, a animação programada foi a de movimentação da haste da alavanca. A mudança de estado foi programada para ocorrer quando a alavanca for pressionada no aplicativo.

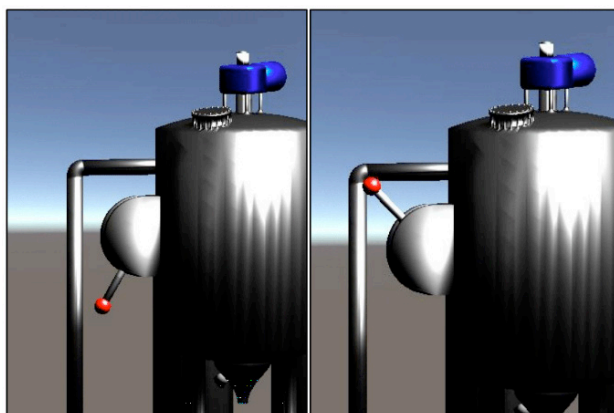


Figura 6: Animação da alavanca de acionamento.

As lâmpadas de indicação possuem dois estados. A simbologia dos estados possíveis foi programada com cores diferentes. Desta forma, os estados acionado foi representado pela cor verde e o não acionado, pela cor vermelha.

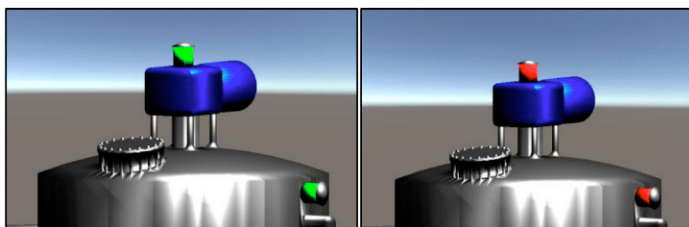


Figura 7: Animação da lâmpada de indicação.

O barril de armazenamento possui duas animações. A primeira delas é a de posicionamento do mesmo. Ele possui duas posições possíveis. Uma embaixo da válvula de despejo, localizada na parte inferior do reator, e outra em algum lugar ao lado do reator. Essa mudança de posição foi programada para ocorrer quando o barril for tocado no aplicativo.

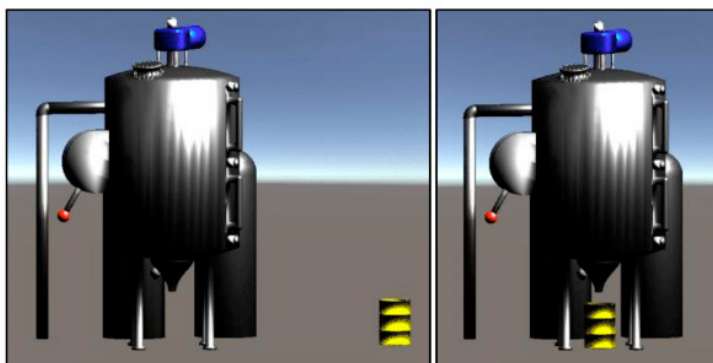


Figura 8: Animação de posicionamento do barril.

A segunda animação adicionada ao barril foi a de enchimento deste pelo produto processado. Esse enchimento ocorre quando a válvula de despejo é aberta e o barril se encontra debaixo do reator. O enchimento consiste em uma imagem de um líquido roxo, usado como produto do processo do reator, subindo até o topo do barril. Esta animação é acionada de forma inversa durante o processo de esvaziamento, que ocorre quando o barril está na posição ao lado do reator.

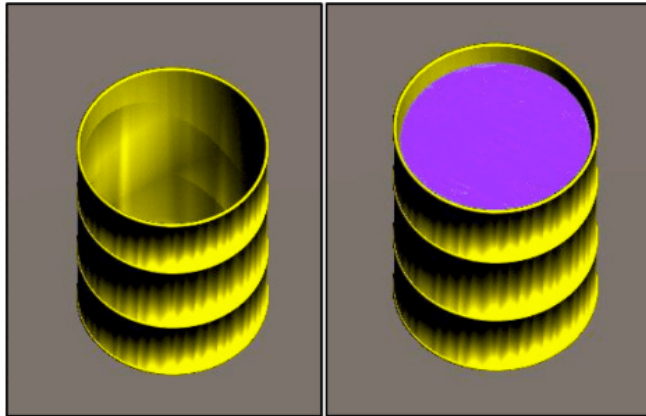


Figura 9: Animação de enchimento do barril.

A tampa do fusível do kit didático possui apenas uma animação acionada em dois momentos. A animação consiste na movimentação da tampa para cima e para baixo chamando a atenção do usuário para a localização desta. A animação acontece tanto na etapa de remoção da tampa quanto na de recolocação da mesma, ambas na parte de manutenção do aplicativo.

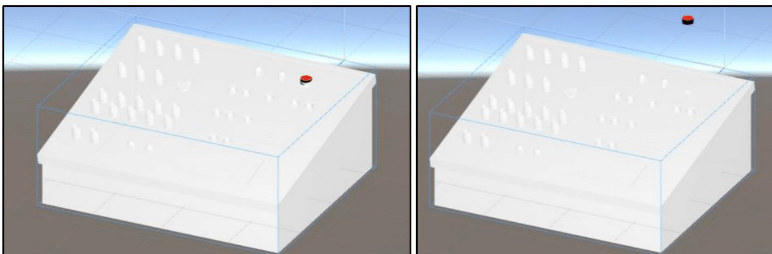


Figura 10: Animação da tampa do fusível.

5.3 Modelagem do processo

A modelagem do processo industrial foi a terceira parte do desenvolvimento do aplicativo. Nesta etapa, foram desenvolvidos todos os códigos referentes ao comportamento do processo desenvolvido pelo reator químico.

Este processo consiste na fabricação de um produto final por meio da mistura de dois reagentes e é composto por quatro etapas, todas elas descritas nos itens abaixo.

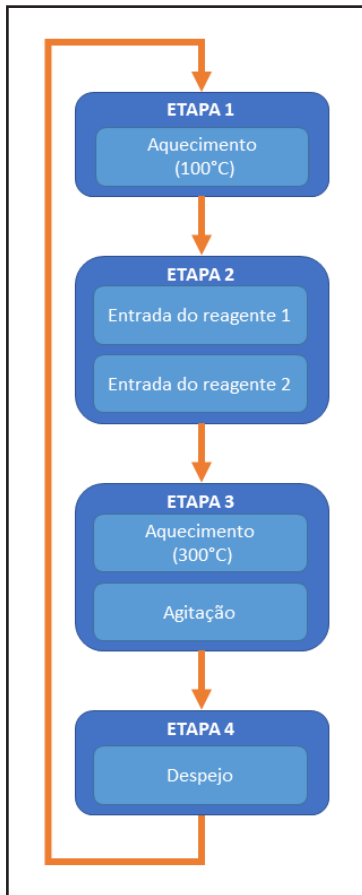


Figura 11: Diagrama das etapas do processo.

- **Etapa 1:** A primeira etapa consiste no aquecimento do reator até a temperatura de 100°C para que o processo seja iniciado. Esse aquecimento é realizado por meio da abertura da válvula de vapor e só tem início caso a alavanca de acionamento esteja ativada e o barril de armazenamento esteja posicionado debaixo do reator.
- **Etapa 2:** Esta etapa consiste na entrada dos reagentes no reator. Primeiro é feita a introdução de 400 litros do reagente 1 por meio da abertura da válvula referente a este reagente. O fechamento desta válvula ocorre no momento em que o sensor indicador de 400 litros é acionado. O mesmo ocorre para a entrada do reagente 2. Sua válvula é aberta após o fechamento da válvula do reagente 1 e só é fechada no momento em que a boia indicadora de 600 litros é ativada.
- **Etapa 3:** A terceira etapa abrange mistura dos reagentes para a produção do produto final. Porém, antes de se iniciar a mistura, é necessário que se realize o aquecimento do reator até a temperatura de 300°C. Atingida esta tempera-

tura, o motor responsável pela rotação da pá de agitação é acionado por 20 segundos.

- **Etapa 4:** A última etapa do processo consiste no despejo do produto final no barril de armazenamento. Para isto, é necessário verificar novamente se o barril se encontra localizado abaixo do reator. Em caso positivo, a válvula de despejo do produto final é acionada, realizando, assim, o enchimento do barril. Em caso negativo, o processo fica parado até que o barril seja posicionado debaixo do reator.

Este processo foi separado em duas partes e cada uma delas foi programada em uma plataforma diferente. A primeira parte, refere-se ao comportamento do reator frente às leituras dos sensores (boias) e envio de comandos (abertura e fechamento das válvulas), que foi programada no controlador lógico programável (CLP). Para esta parte, foi utilizada linguagem Ladder, escrita por meio do software Connected Components Workbench, da Rockwell Automation.

A segunda parte refere-se ao controle da temperatura e do volume de reagentes presente dentro do reator. Foram estabelecidos os setpoints e se ao atingir estes valores, foi programado comando da dinâmica do reator. Esta parte foi programada com linguagem C# no software Unity.

Todos os códigos escritos e um vídeo com uma demonstração do funcionamento do aplicativo podem ser encontrados no link www.bit.ly/codigosIC.

5.4 Interface de comunicação

A comunicação entre o CLP e o aplicativo não pode ser feita de maneira direta. Por este motivo, foi necessária a configuração de uma interface de comunicação entre os dois. Esta interface foi desenvolvida por meio do software KEPServerEx.

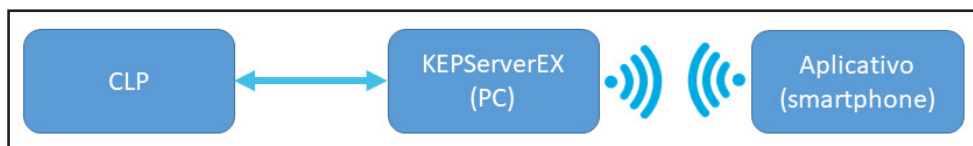


Figura 12: Diagrama da interface de comunicação.

Neste software, a aquisição dos dados do CLP foi realizada por meio de uma rede Ethernet. Por esse motivo, para garantir o desempenho da interface, o computador em que o KEPServerEx está sendo executado deve estar conectado na mesma rede Ethernet que o CLP. A tela capturada do KEPServerEx referente a comunicação entre o CLP e o próprio KEPServerEx pode ser vista na figura 6.

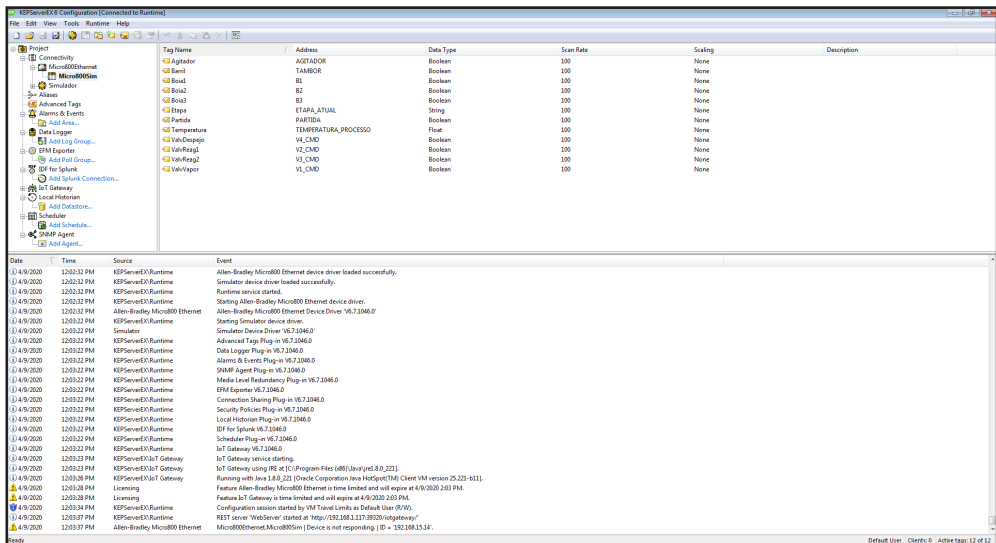


Figura 13: Tags do CLP no KEPServerEx.

Para a comunicação com o aplicativo, foi construído, também no KEPServerEX, um servidor Web. Desta maneira, a comunicação entre o aplicativo e o KEPServerEX pode ser realizada de forma simples por meio de requisições HTTP do tipo GET, para ler os dados, e do tipo PUT, para enviar os comandos, bastando apenas o aplicativo estar conectado na mesma rede que o computador executando o KEPServerEX.

Após a configuração das comunicações entre o CLP e o KEPServerEx e entre o aplicativo e o servidor Web do KEPServerEX, realizou-se a conexão dos dados do CLP e os dados disponíveis no servidor Web. Esta tarefa é feita de forma simples, bastando escolher os dados do CLP para serem armazenados no servidor Web. Uma captura de tela da configuração do servidor Web pode ser vista na figura 7.

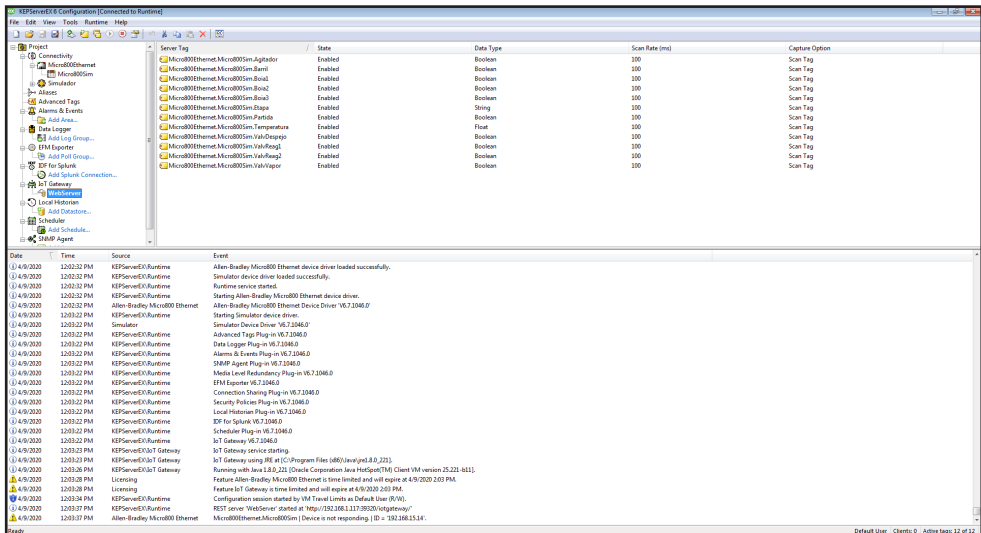


Figura 14: Configuração do Web Server no KEPServerEx.

5.5 Camada de segurança

A quinta etapa do desenvolvimento do aplicativo foi realizada no software KEPServerEX. Ela consistiu em adicionar uma camada de segurança ao aplicativo, etapa crucial nas aplicações industriais.

A forma de segurança escolhida foi a adição da necessidade de autenticação para que as requisições HTTP no servidor Web fossem validadas. Para isto, foi adicionado um par usuário - senha que tem liberdade de realizar estas requisições. Desta maneira, para que o aplicativo possa se comunicar com o servidor Web, é necessário que o usuário insira no aplicativo o par usuário - senha válido.

5.6 Interface gráfica

A última etapa do desenvolvimento do aplicativo foi a criação da interface gráfica. Esta foi feita inteiramente por meio do software Unity.

Ao iniciar o aplicativo, é mostrada a tela inicial. Esta tela pode ser dividida em três partes: cabeçalho, rodapé e corpo. No cabeçalho está presente o nome da disciplina em que o aplicativo poderá ser utilizado. Já no rodapé são apresentados os logotipos da POLI e da Rockwell Automation, apoiadora do projeto. Por último, no corpo, são visíveis dois botões. O primeiro deles, mais acima, leva o usuário para a tela de login da parte de simulação e supervisão. Já o segundo, mais abaixo, leva o usuário para a parte de manutenção.

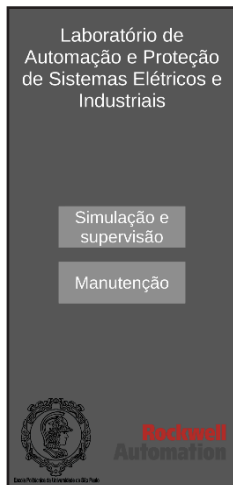


Figura 15: Tela inicial.

Na tela de login da parte de simulação e supervisão, o usuário deve inserir o URI do servidor Web, este disponível nas configurações do servidor Web no KEPServerEx. O usuário também deve inserir o par usuário e senha válido que foi adicionado na etapa da adição da camada de segurança. Quando todos estes campos forem preenchidos corretamente, o usuário poderá acionar o botão “Iniciar” para seguir para a próxima tela.

A tela de login possui um fundo cinza escuro. No topo, o título "Servidor" é centralizado. Abaixo dele, o rótulo "URI:" precede um campo de entrada de texto branco contendo o exemplo "Ex.: 123.123.1.123:12345". Segue o título "Login" centralizado. Abaixo, os rótulos "Usuário:" e "Senha:" precedem dois campos de entrada de texto brancos. Um botão "Login" com fundo cinza escuro e texto branco está posicionado abaixo dos campos de entrada. No rodapé da tela, um botão "Iniciar" com fundo cinza claro e texto cinza escuro está centralizado.

Figura 16: Tela de login da parte de simulação e supervisão.

A próxima tela que será mostrada ao usuário é a de posicionamento dos objetos de realidade aumentada. Esta etapa foi desenvolvida por meio da utilização do pacote Vuforia, da PTC, que agrega funcionalidades de realidade aumentada ao Unity. O usuário deverá

apontar a câmera do dispositivo para uma superfície plana que, após identificada, permitirá que o usuário posicione os objetos clicando na posição desejada. Após este clique, os objetos aparecerão na tela e poderão ser movimentados por meio de gestos com os dedos. Quando os objetos estiverem na posição desejada, o usuário deverá clicar sobre o botão “Pronto” para confirmar o posicionamento.



Figura 17: Posicionamento do reator químico.

Após o objeto ser posicionado, nota-se que ao lado do reator, há um quadro de “Informações”. Este quadro foi desenvolvido com a funcionalidade de RA e, por esse motivo, está inserido no ambiente 3D juntamente com os outros objetos programado para sempre ficar na posição frontal para o usuário. As informações contidas neste quadro são referentes ao processo em andamento no reator. Estão disponíveis a etapa atual do processo; a temperatura interna do reator; o volume de líquido contido no reator; a estado na alavanca; o estado do barril; e o estado da pá de agitação.

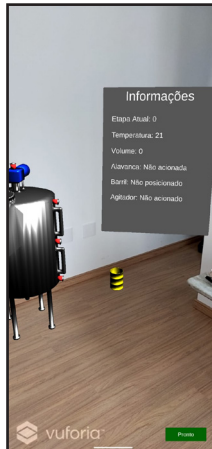


Figura 18: Quadro de informações.

Ainda na parte de simulação e supervisão houve a implementação de um menu lateral. Este menu aparece quando o botão localizado na margem esquerda da tela do aplicativo é pressionado. Neste menu, estão presentes a opção de habilitar ou não o quadro de informações; a opção de reposicionar o reator; e a opção de voltar à tela inicial.



Figura 19: Menu lateral.

A parte de manutenção possui uma tela. Ao ser aberta, o usuário se deparará com uma mensagem instruindo o usuário a apontar a câmera para o kit didático. Assim que o kit for reconhecido, a mensagem mudará e pedirá ao usuário que selecione, no menu lateral, a atividade que ele gostaria de realizar. Foi implementada uma atividade, sendo ela a troca do fusível do kit didático. Ao selecionar a troca do fusível, serão apresentados os passos

para a conclusão desta atividade. Nessa parte de manutenção, a realidade aumentada é utilizada para auxiliar o usuário na localização da tampa do fusível no kit didático.

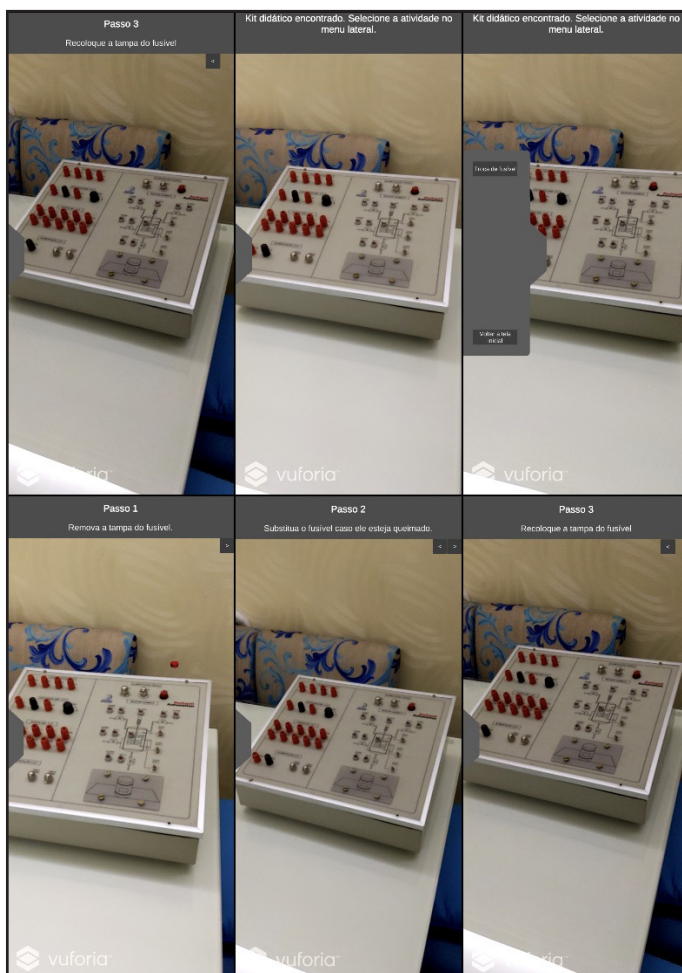


Figura 20: Telas da manutenção.

6 | CONCLUSÃO

Esta pesquisa se apresentou como um estudo sobre a utilização da realidade aumentada no contexto industrial. Inicialmente, foram apresentadas as atuais aplicações desta tecnologia e o que é necessário para que ela seja capaz de alcançar o potencial que possui. Foi mostrado que um processo de amadurecimento ainda é necessário para que surjam soluções interessantes para o meio industrial. Pode-se concluir que a realidade aumentada ainda não está pronta para um uso muito amplo dentro da indústria tanto brasileira quanto do resto do mundo, especialmente no contexto da indústria 4.0, na qual

o fluxo de informações é grande e constante e os equipamentos de suporte à realidade aumentada ainda não estão preparados para isso.

Adicionalmente, foi desenvolvido um aplicativo capaz de simular e supervisionar um processo de um reator químico ajustado para uma experiência didática e também de auxiliar na manutenção de um kit didático para a disciplina de graduação Laboratório de Automação e Proteção de Sistemas Elétricos e Industriais (PEA3509). O aplicativo criado se mostrou como uma boa prova de conceito para mostrar o que a realidade aumentada pode trazer de benefícios. Entre estes benefícios, pode-se citar a possibilidade de treinamento de novos operadores de uma planta por meio da operação no simulador e também a possibilidade de diminuição de erros durante a manutenção de equipamentos. Além disso, o aplicativo criado também se mostra como uma boa forma de introduzir diversos conceitos relacionados não só à realidade aumentada, mas também à automação industrial, manutenção de equipamentos, sistemas supervisórios e virtualização.

REFERÊNCIAS

- [1] Azuma, Ronald T. "A survey of augmented reality." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6.4 (1997): 355-385.
- [2] Carmigniani, Julie, and Borko Furht. "Augmented reality: an overview." *Handbook of augmented reality*, Springer, New York, NY, 2011. 3-46.
- [3] Regenbrecht, Holger, Gregory Baratoff, and Wilhelm Wilke. "Augmented reality projects in the automotive and aerospace industries." *IEEE computer graphics and applications* 25.6 (2005): 48-56.
- [4] Rübmann, Michael, et al. "Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries." *Boston Consulting Group* 9.1 (2015): 54-89.
- [5] OLIVEIRA, Gus. Realidade aumentada: indústrias mais eficientes e seguras. Signia Digital, 2020. Disponível em: <<https://signiadigital.com.br/insights-realidade-aumentada-industrias-mais-eficientes-seguras/>>. Acesso em: 05 de out. de 2020.
- [6] Masood, Tariq, and Johannes Egger, "Augmented reality in support of Industry 4.0—Implementation challenges and success factors." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 58 (2019): 181-195.
- [7] Baron, Lukas, and Annerose Braune. "Case study on applying augmented reality for process supervision in industrial use cases." *2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*. IEEE, 2016.
- [8] Lorenz, Mario, Sebastian Knopp, and Philipp Klimant. "Industrial augmented reality: Requirements for an augmented reality maintenance worker support system." *2018 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. IEEE, 2018.
- [9] Kobayashi, Kazuhiko, Shinobu Ishigame, and Hideo Kato. "Simulator of manual metal arc welding with haptic display." *Chiba University, ICAT* (2001).

[10] Lasi, Heiner, et al. "Industry 4.0." *Business & information systems engineering* 6.4 (2014): 239-242.

[11] Fraga-Lamas, Paula, et al. "A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard." *Ieee Access* 6 (2018): 13358-13375.

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 

contato@atenaeditora.com.br 

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

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 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

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

 **Atena**
Editora

Ano 2021