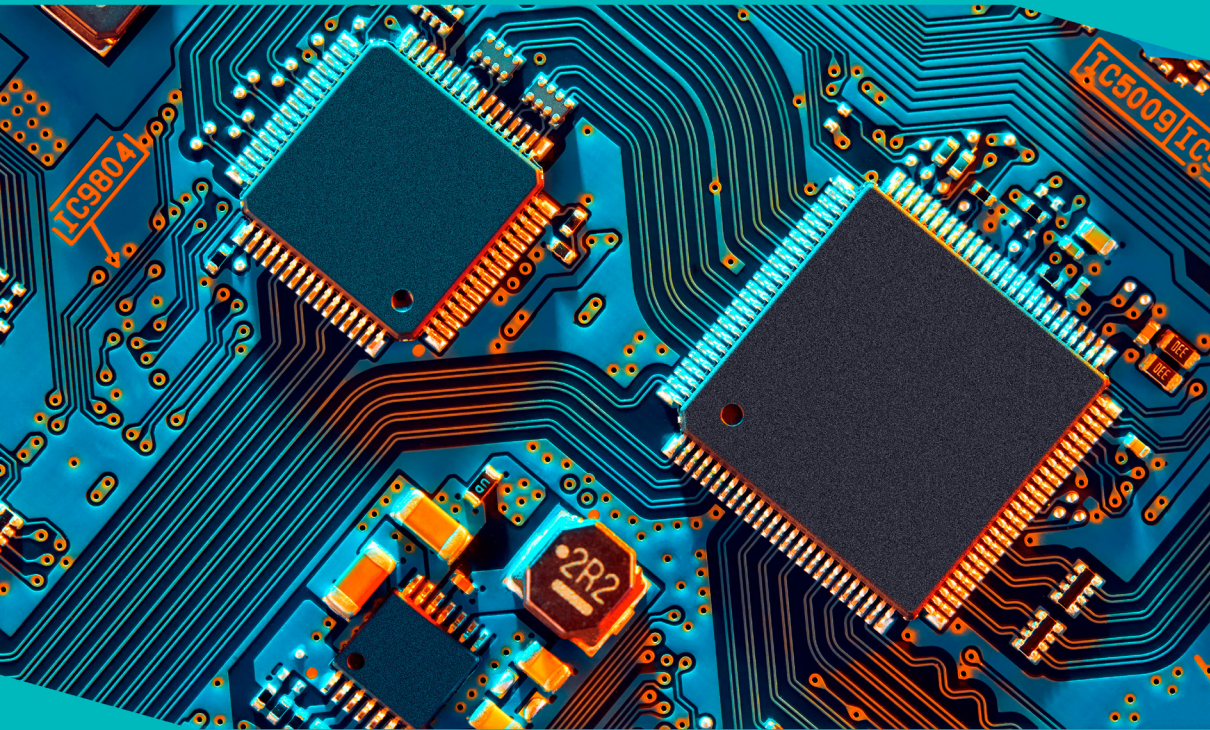


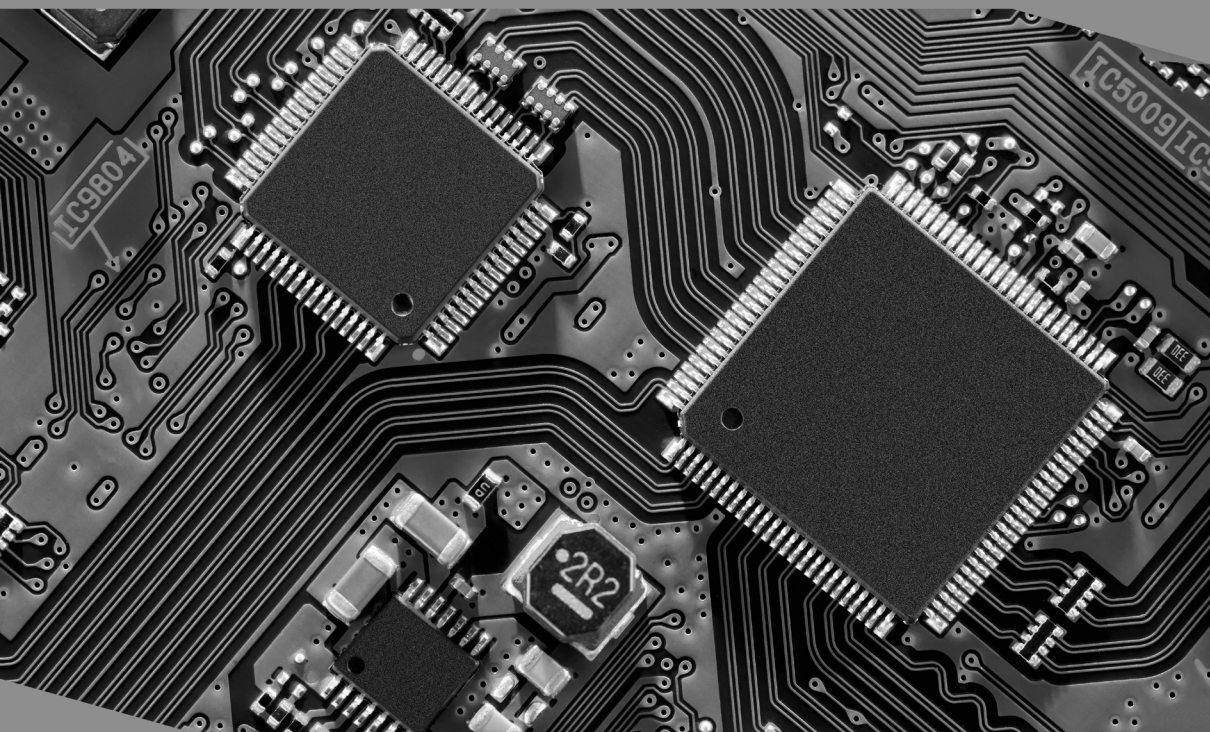
ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



Ernane Rosa Martins
(Organizador)


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 Cremona

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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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
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/UFPA
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 Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia 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
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Ensino, pesquisa e desenvolvimento na engenharia eletrônica e computação

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino, pesquisa e desenvolvimento na engenharia eletrônica e computação / 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 978-65-5706-787-1

DOI 10.22533/at.ed.871211902

1. Engenharia eletrônica. 2. Computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 621.38

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

A presente obra intitulada “Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento na Engenharia Eletrônica e Computação” apresenta 15 capítulos, que abordam assuntos importantes sobre o panorama atual da Engenharia Eletrônica e Computação no Brasil, tais como: Algoritmo Genético, Cidades Inteligentes, Análise de Softwares; Desenvolvimento de Aplicativos para Dispositivos Móveis; Desenvolvimento de Jogos; Software de Supervisão Remota; Escalonamento de Processos; Inspeção de código; Processamento Digital de Imagens; Shadow IT; Sistema preditivo de ocorrência de falta em redes elétricas; Recursos Computacionais e Pensamento Computacional.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: um modelo matemático de uma rede de distribuição de vapor de processo; uso da Metodologia Ciclo de Vida de Dados Conectados; uma análise entre softwares de modelagem de antenas; a utilização de um aplicativo de comercialização para agricultores; análise do framework JavaFX, no contexto do ensino e aprendizagem de programação orientada a objetos; uso de software de supervisão remota para autenticar e monitorar exames independentemente da localização geográfica do aluno; a execução e os resultados obtidos de um teste de usabilidade feito no simulador SSP-Edu; aplicar e coletar dados com o intuito de identificar qual técnica possui uma melhor eficácia; utilização de técnicas de Processamento Digital de Imagens para calcular automaticamente as medidas antropométricas por um software; Robótica Educacional, utilizando o Pensamento Computacional para desencadear o processo de aprendizagem da programação; protótipo do aplicativo (app) Ergon, o qual permite o acesso às informações para conscientização ergonômica de empresas e trabalhadores; um sistema de apoio à tomada de decisão baseado em um processo automático de detecção prematura de falhas, que identifica um comportamento incipiente e prevê a falha iminente, possibilitando assim a identificação e análise mais rápida de possíveis falhas na rede; um pequeno laboratório simulando uma rede para compartilhamento de dados e internet residencial utilizando a tecnologia Power Line Communications (PLC); Pensamento Computacional como estratégia de apoio ao aprendizado das habilidades de contagem, correlação e ordenação.

Nesse sentido, esta obra apresenta enorme potencial para contribuir com análises e discussões aprofundadas sobre assuntos relevantes, podendo servir de referência para novas pesquisas e estudos. Agradecemos em especial aos autores dos capítulos, e desejamos aos leitores, inúmeras e relevantes reflexões sobre as temáticas abordadas.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A MODEL OF PROCESS STEAM NETWORK IN A STEEL PLANT WITH IDENTIFICATION OF PARAMETERS BY A GENETIC ALGORITHM

Gabriel Nazareth Guedes Alcoforado
Valter Barbosa de Oliveira Junior
Gustavo Maia de Almeida
Leandro Colombi Resendo
Marco Antonio de Souza Leite Cuadros

DOI 10.22533/at.ed.8712119021

CAPÍTULO 2..... 18

AGREGANDO SMARTNESS A UMA CIDADE / REGIÃO USANDO LOD

Daniel Minoru Amaro Takabaiashi
Lucélia de Souza
Josiane Michalak Hauagge Dall’Agnol
Gisane Aparecida Michelon
Sandro Rautenberg
José Leonardo Machado Paes
Matheus Minski dos Santos
Milena Bastos Ribas

DOI 10.22533/at.ed.8712119022

CAPÍTULO 3..... 32

ANÁLISE DE SOFTWARES DE MODELAGEM DE ANTENAS PARA CURSOS TÉCNICOS E DE ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Ramon Mayor Martins

DOI 10.22533/at.ed.8712119023

CAPÍTULO 4..... 39

CONCEPÇÃO DE UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS PARA REDE DE COOPERAÇÃO SOLIDÁRIA DE MATO GROSSO

Alessandra Maieski
Elmo Batista de Faria
Josiel Maimone de Figueiredo
Irapuan Noce
Oscar Zalla Sampaio Neto

DOI 10.22533/at.ed.8712119024

CAPÍTULO 5..... 49

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS COMO ESTRATÉGIA PARA APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS

Rafael Lucas da Costa
Carlos Eduardo Ribeiro
Daniela de Freitas Guilhermino Trindade
José Reinaldo Merlin

DOI 10.22533/at.ed.8712119025

CAPÍTULO 6.....	61
EL RETO DE AUTENTICAR Y VIGILAR EXÁMENES A DISTANCIA: SUPERVISIÓN REMOTA A TRAVÉS DE SOFTWARE	
Jessica Fernández Garza	
Martha Eugenia Alemán Flores	
DOI 10.22533/at.ed.8712119026	
CAPÍTULO 7.....	70
ESTIMANDO A USABILIDADE DE UM SIMULADOR DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE POLÍTICAS DE ESCALONAMENTO DE PROCESSOS: UM RELATO DE TESTES DE USUÁRIO	
Leo Natan Paschoal	
João Paulo Biazotto	
Myke Moraes de Oliveira	
Ana Caroline Fernandes Spengler	
DOI 10.22533/at.ed.8712119027	
CAPÍTULO 8.....	88
INSPEÇÃO DE SOFTWARE BASEADA EM LEITURA DE CÓDIGO APLICADA A UM SOFTWARE DE GERENCIAMENTO ODONTOLÓGICO	
Osmar Roncasalia Junior	
Carlos Eduardo Ribeiro	
José Reinaldo Merlin	
Daniela de Freitas Guilhermino Trindade	
DOI 10.22533/at.ed.8712119028	
CAPÍTULO 9.....	100
LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE OBTENÇÃO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS UTILIZANDO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	
Milena Augusta de Oliveira Botelho	
Mauro Miazaki	
DOI 10.22533/at.ed.8712119029	
CAPÍTULO 10.....	107
O PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES BÁSICAS PARA O ENSINO DE ROBÓTICA	
Andressa Kotz	
Marilei de Fátima Kovatli	
Ederson Luiz Locatelli	
DOI 10.22533/at.ed.87121190210	
CAPÍTULO 11.....	117
PROTÓTIPO DO APLICATIVO ERGON PARA INFORMAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO ERGONÔMICA	
Adakrishna Sampaio Saraiva Bitencourte	
Márcia Maria Pereira Rendeiro	
DOI 10.22533/at.ed.87121190211	

CAPÍTULO 12.....	124
SHADOW IT COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL: UMA ABORDAGEM NO ENSINO SUPERIOR	
Wesley Barbosa Thereza	
Dárley Domingos de Almeida	
Paula Leticia Santos Lima	
Áurea Valéria Pereira da Silva	
Elton Ricelli Ferreira de Rezende	
André Flederico Pereira	
Uilliam Oliveira	
Fernando Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.87121190212	
CAPÍTULO 13.....	131
SISTEMA PREDITIVO PARA OCORRÊNCIA DE FALTAS BASEADO EM INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL	
Cristina Yurika Konatu Obata Adorni	
Jorge Moreira de Souza	
Marcos Vanine Portilho de Nader	
Giovanni Moura de Holanda	
DOI 10.22533/at.ed.87121190213	
CAPÍTULO 14.....	142
TRANSMISSÃO DE DADOS VIA REDE ELÉTRICA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO EM RESIDÊNCIAS PARA COMPARTILHAMENTO DE INTERNET E OUTROS RECURSOS COMPUTACIONAIS	
Álvaro Gonçalves de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.87121190214	
CAPÍTULO 15.....	154
UMA ABORDAGEM DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO APOIO AO APRENDIZADO DAS HABILIDADES DE CONTAGEM, CORRELAÇÃO E ORDENAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA	
Julio Cezar Romero	
DOI 10.22533/at.ed.87121190215	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	166
ÍNDICE REMISSIVO.....	167

CAPÍTULO 1

A MODEL OF PROCESS STEAM NETWORK IN A STEEL PLANT WITH IDENTIFICATION OF PARAMETERS BY A GENETIC ALGORITHM

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 27/11/2020

Gabriel Nazareth Guedes Alcoforado

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
ArcelorMittal Tubarão, Engineering Department
Serra – ES
<http://lattes.cnpq.br/3707885353725063>

Valter Barbosa de Oliveira Junior

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
ArcelorMittal Tubarão, Engineering Department
Serra – ES
<http://lattes.cnpq.br/0817306684586468>

Gustavo Maia de Almeida

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Serra – ES
<http://lattes.cnpq.br/2650921349694794>

Leandro Colombi Resendo

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Serra – ES
<http://lattes.cnpq.br/8108487234297364>

Marco Antonio de Souza Leite Cuadros

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Serra – ES
<http://lattes.cnpq.br/8629256330944049>

ABSTRACT: This paper proposes a mathematical model of a process steam distribution network, with parameters set through a genetic algorithm, with the purpose of maximizing the energy utilization in a steel plant. The model is based on thermodynamics principles, including the

balance of mass and energy. To determine the model parameters, due the dependencies between the equations, a genetic algorithm was applied. Once the control systems are not usually interconnected, steam pressure oscillations may occur in the Coke Plant side or in the Utilities Sector resulting in a large amount of wasted steam through independent relief systems. On a steel plant, steam can be used for some specific equipment's or processes. In general, steam is considered a power source, applied on heating and power plants for electricity generation. Avoiding the steam waste is possible to improve the energy utilization figures resulting in both financial and environmental gains.

KEYWORDS: Process Steam Distribution, Modelling, Coke Plant, Utilities Plant, Genetic Algorithm, Energy Saving.

MODELO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR EM UMA PLANTA SIDERÚRGICA PARAMETRIZADO ATRAVÉS DE UM ALGORITMO GENÉTICO

RESUMO: Este trabalho propõe um modelo matemático de uma rede de distribuição de vapor de processo, com parâmetros definidos através de um algoritmo genético, com o objetivo de maximizar a utilização de energia em uma usina siderúrgica. O modelo é fundamentado em princípios de termodinâmica, incluindo o balanço de massa e energia. Para determinar os parâmetros do modelo, devido as dependências entre as equações, foi aplicado um algoritmo genético. Uma vez que os sistemas de controle não são normalmente interligados, oscilações de

pressão de vapor podem ocorrer no lado da Coqueria ou da Utilidades resultando em uma grande quantidade de desperdício de vapor por meio de sistemas de alívio independentes. Em uma usina siderúrgica o vapor pode ser usado para alguns equipamentos ou processos específicos. Em geral o vapor é considerado uma fonte de energia aplicada em equipamentos de aquecimento e em centrais de produção de energia. Evitando o desperdício de vapor, é possível melhorar a utilização de energia, resultando em ambos os ganhos financeiros e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Distribuição de Vapor de Processo, Modelamento, Coqueria, Utilidades, Algoritmo Genético, Recuperação de Energia.

1 | INTRODUCTION

A large amount of energy from byproduct gases, steam and electricity, is produced and recovered in the steelmaking process. It accounts for 50% - 60% of the gross energy consumption of the steelmaking process (ZHANG, 2011), presenting sometimes an imbalance between production and consumption at different points in the steam distribution network. Since this network does not have a centralized control, this imbalance causes the opening of relief valves, culminating in steam emissions into the atmosphere.

Papers such as (ZHANG, 2011), (SONG, 2011) and (Junior, 2016) demonstrate how to achieve the best distribution in the recovery of gases generated in the coke plant processes (COG), Steelmaking (LDG) and Blast Furnaces (BFG), including steam generated and extracted from the boilers in the Utilities area. However, the generation of steam in the CDQ (CDQ - Coke Dry Quenching), located in the Coke Plant area, and the mass and energy balance of steam generated in the Utilities Plant are not treated in detail.

Inside an integrated steel plant, in terms of steam generation, we can highlight the Coke Plant, more precisely in the Coke Dry Quenching area (CDQ - Coke Dry Quenching) and the Utilities Sector, with a focus on steam boilers designed for electricity generation. The CDQ process is illustrated in Figure 1.

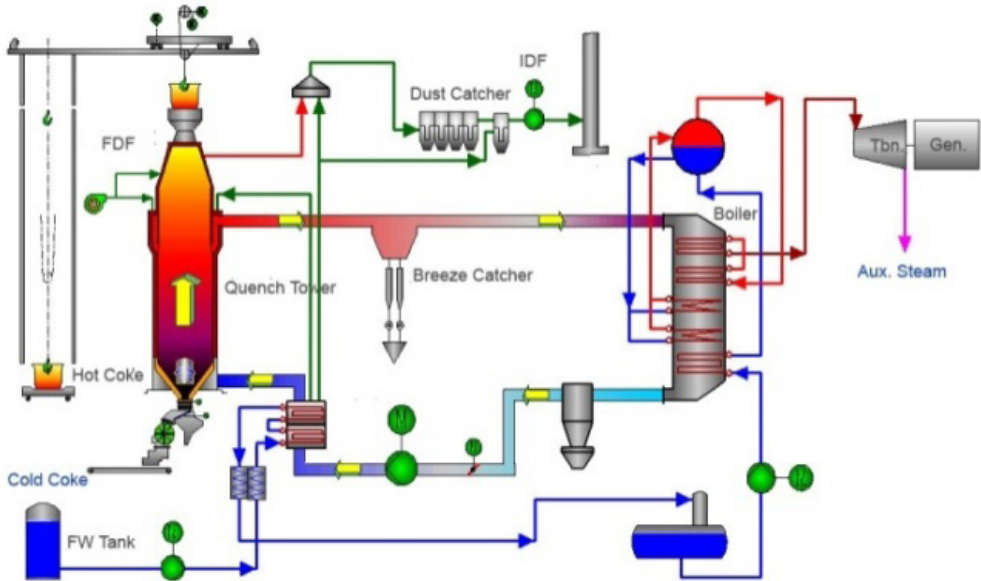


Figure 1. Coke Dry Quenching - CDQ (CHINA STEEL, 2015).

The coke cooling process is carried by blowing the cooling gas at the bottom of the chamber, passing through a distribution system, and rising toward the top, absorbing heat from the coke and reaching the temperature of approximately 800 °C. The gas is collected by 32 channels, arranged around the upper part of the chamber, and directed through a primary collector where larger particles are retained. Then the gas is fed into the boiler where steam is produced due the heat transfer between the gas and water (ABM, 2003).

In the Utilities Sector, the process is shown in Figure 2.

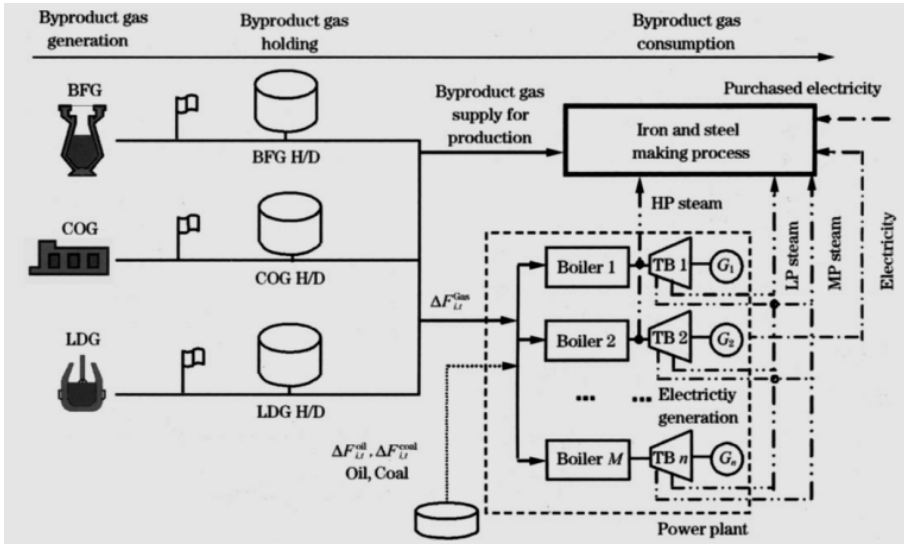


Figure 2. Generation of steam in boilers (ZHANG, 2011)

The COG (Coke Oven Gas) generated in the coke batteries, LDG (Linz-Donawitz Gas) generated in Steelmaking and BFG (Blast Furnace Gas) generated in the Blast Furnaces are transported to the boilers where its calorific power is harnessed to heat water and generate steam. Basically, the steam produced in the boilers is intended for the turbines, for electricity generation, but is possible to reduce this generation and assign the steam to other consumers when necessary.

Despite the connection between the steam pipes between the plants (Coke Plant and Utilities Sector), they have independent controls, turning the balance between production and consumption, a major challenge. In some cases, while CDQ discards steam to the atmosphere, the steam for the turbines is being extracted (reduction of electricity generation), to supply other consumers, causing an inefficient use of steam.

Aiming to anticipate control actions to prevent any loss of steam and maximize the electricity production, we propose a model of the steam distribution network. The model uses as input, current flows of steam consumption and generation to estimate the pressure variations in future instants of time.

This article is organized around 5 sections. Section 2 describes the steam balance model and its mathematical deduction. Section 3 presents de genetic algorithm and the model fitting results are presented in Section 4. Section 5 is reserved for the conclusions, relevant considerations and future developments.

2 | THE STEAM BALANCE MODEL

The steam distribution network on an integrated steel mill is usually fed by the steam extracted from the power plant's boilers and by the steam from CDQ.

Considering the mass and energy balance, the distributed nature of the process will be modeled in concentrated volumes, as shown in Figure 3.

In the model presented in Figure 3, based on (ÅSTRÖM, 2000) and (OLIVEIRA JUNIOR, 2009), V represents volume, ρ density, h specific enthalpy, T temperature, p pressure, and q is the mass flow rate. The subscripts ps , m and w indicate respectively process steam, water and metal. The subscript t is used to indicate the total amount, which refers to the system. The Coq and Utl superscripts indicate, respectively, quantities related to the process steam distribution network from Coke Plant and Utilities Sector side.

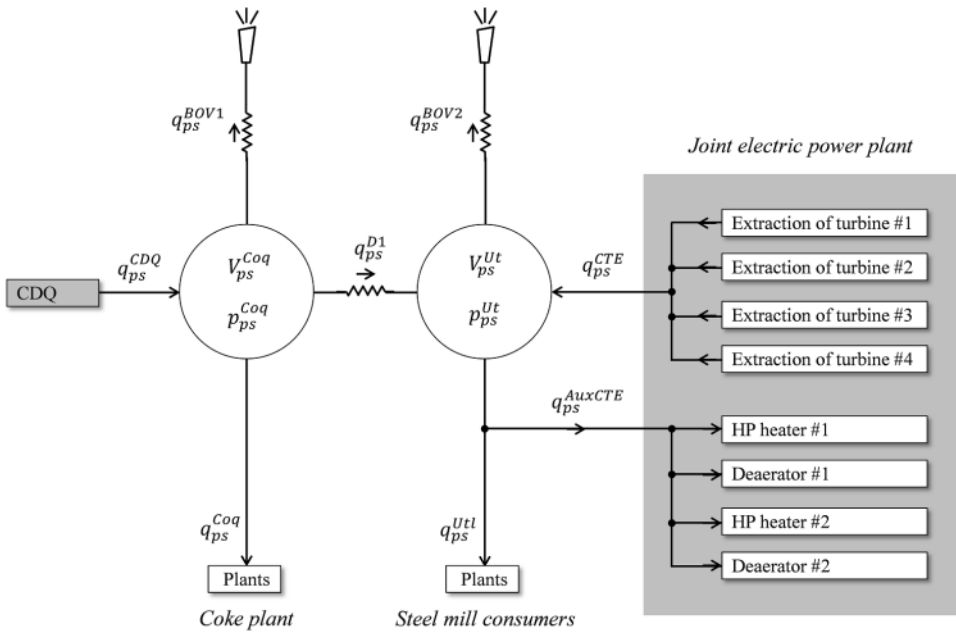


Figure 3. Simplified Steam Balance Model

It is considered that there is a flow restriction between the concentrated volumes V_{ps}^{Coq} e, V_{ps}^{Utl} so that it is possible to have different pressures in each volume.

The overall mass balance is given by:

$$\frac{d}{dt}(\rho_{ps}^{Coq} V_{ps}^{Coq} + \rho_{ps}^{Utl} V_{ps}^{Utl}) = (q_{ps}^{CDQ} + q_{ps}^{CTE}) - (q_{ps}^{Coq} + q_{ps}^{Utl}) \quad (1)$$

The overall energy balance is given by:

$$\frac{d}{dt} [\rho_{ps}^{Coq} u_{ps}^{Coq} V_{ps}^{Coq} + \rho_{ps}^{Utl} u_{ps}^{Utl} V_{ps}^{Utl} + m_m^{Coq} c_m^{Coq} T_m^{Coq} + m_m^{Utl} c_m^{Utl} T_m^{Utl}] = (q_{ps}^{CDQ} - q_{ps}^{Coq} - q_{ps}^{D1}) h_{ps}^{CDQ} + (q_{ps}^{D1} + q_{ps}^{CTE} - q_{ps}^{Utl}) h_{ps}^{Utl} \quad (2)$$

where:

- ρ_{ps}^{Coq} and ρ_{ps}^{Utl} are the process steam density values [kg/m³];
- u_{ps} is the internal process steam energy [kJ/kg], and can be rewritten as follows:

$$u = h - \frac{P}{\rho} \quad (3)$$

- h_{ps} is the process steam enthalpy [kJ/kg];
- V_{ps}^{Coq} and V_{ps}^{Utl} are the steam distribution network pipes internal volumes [m³];
- m_m^{Coq} and m_m^{Utl} are the steam distribution network pipes mass values [kg];
- c_m is the pipe metal specific heat value [kJ/kg°C];
- T_m is the pipe metal temperature [°C];
- q_{ps}^{CDQ} is the total steam flow received from CDQ [kg/s];
- q_{ps}^{Coq} is the total steam flow consumed in the Coke Plant [kg/s];
- q_{ps}^{CTE} is the total steam flow received from the Power Plant [kg/s];
- q_{ps}^{Utl} is the total steam flow consumed by the distribution network consumers [kg/s];
- q_{ps}^{D1} is the total steam flow in the desuperheater which is responsible for the steam transfer between the Coke Plant and Utilities Sector [kg/s];

The following considerations are also applied in the model:

1. Steam, water and metal are in thermal equilibrium. Therefore T_m (metal temperature) is considered equal to T_s (steam saturation temperature).
2. The variables ρ_{ps}^{Coq} and ρ_{ps}^{Utl} can be written as a function of the steam pressure considering that the whole system is in saturated state and the pressure has the same value in all points inside the concentrated volume. Then:

$$\frac{d\rho_{ps}}{dt} = \frac{\partial\rho_{ps}}{\partial t} \frac{dp_{ps}}{dt} \quad (4)$$

3. There are no volume variations inside the pipes along the time. Then:

$$\frac{dV_{ps}^{Coq}}{dt} = 0 \xrightarrow{\text{and}} \frac{dV_{ps}^{Utl}}{dt} = 0 \quad (5)$$

From (1) and (2):

$$e_{11} \frac{dp_{ps}^{Coq}}{dt} + e_{12} \frac{dp_{ps}^{Utl}}{dt} = q_{ps}^{CDQ} + q_{ps}^{CTE} - q_{ps}^{Coq} - q_{ps}^{Utl} \quad (6)$$

$$e_{21} \frac{dp_{ps}^{Coq}}{dt} + e_{22} \frac{dp_{ps}^{Utl}}{dt} = h_{ps}^{Coq} (q_{ps}^{CDQ} - q_{ps}^{Coq} - q_{ps}^{D1}) + h_{ps}^{Utl} (q_{ps}^{D1} + q_{ps}^{CTE} - q_{ps}^{Utl}) \quad (7)$$

Where:

$$e_{11} = V_{ps}^{Coq} \frac{\partial \rho_{ps}^{Coq}}{\partial p_{ps}^{Coq}} \quad (8)$$

$$e_{12} = V_{ps}^{Utl} \frac{\partial \rho_{ps}^{Utl}}{\partial p_{ps}^{Coq}} \quad (9)$$

$$e_{21} = \left(\frac{\partial \rho_{ps}^{Coq}}{\partial p_{ps}^{Coq}} h_{ps}^{Coq} + \rho_{ps}^{Coq} \frac{\partial h_{ps}^{Coq}}{\partial p_{ps}^{Coq}} \right) V_{ps}^{Coq} - V_{ps}^{Coq} + m_m^{Coq} c_m^{Coq} \frac{\partial T_m^{Coq}}{\partial p_{ps}^{Coq}} \quad (10)$$

$$e_{22} = \left(\frac{\partial \rho_{ps}^{Utl}}{\partial p_{ps}^{Utl}} h_{ps}^{Utl} + \rho_{ps}^{Utl} \frac{\partial h_{ps}^{Utl}}{\partial p_{ps}^{Utl}} \right) V_{ps}^{Utl} - V_{ps}^{Utl} + m_m^{Utl} c_m^{Utl} \frac{\partial T_m^{Utl}}{\partial p_{ps}^{Coq}} \quad (11)$$

Rewriting, making it a discrete function and applying some conversion factors to adjust the measurement units, we obtain the final equations (12) and (13):

$$p_{ps}^{Coq}((k+1)T) = p_{ps}^{Coq}(kT) + \frac{K_q}{K_p} T \begin{bmatrix} p_{11} q_{ps}^{CDQ}(kT) + p_{12} q_{ps}^{CTE}(kT) \\ + p_{13} q_{ps}^{Coq}(kT) + p_{14} q_{ps}^{Utl}(kT) \\ + p_{15} q_{ps}^{D1}(kT) \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$p_{ps}^{Utl}((k+1)T) = p_{ps}^{Utl}(kT) + \frac{K_q}{K_p} T \begin{bmatrix} p_{21} q_{ps}^{CDQ}(kT) + p_{22} q_{ps}^{CTE}(kT) \\ + p_{23} q_{ps}^{Coq}(kT) + p_{24} q_{ps}^{Utl}(kT) \\ + p_{25} q_{ps}^{D1}(kT) \end{bmatrix} \quad (13)$$

Where:

$K_p = 98,0665$ [kPa/(kgf/cm²)] is a pressure conversion factor from [kgf/cm²] to [kPa] and $K_q = \left(\frac{1000}{3600}\right) = 0,27777$ [(kg/s)/(t/h)] is a flow conversion factor from [t/h] to [kg/s].

$$p_{11} = \frac{e_{22} - e_{12} h_{ps}^{Coq}}{e_{11} e_{22} - e_{12} e_{21}} \quad (14)$$

$$p_{12} = \frac{e_{22} - e_{12} h_{ps}^{Utl}}{e_{11} e_{22} - e_{12} e_{21}} \quad (15)$$

$$p_{13} = \frac{e_{12} h_{ps}^{Coq} - e_{22}}{e_{11} e_{22} - e_{12} e_{21}} \quad (16)$$

$$p_{14} = \frac{e_{12}h_{ps}^{Utl} - e_{22}}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (17)$$

$$p_{15} = \frac{e_{12}h_{ps}^{Coq} - e_{12}h_{ps}^{Utl}}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (18)$$

$$p_{21} = \frac{(e_{11}e_{22} + e_{12}e_{21})h_{ps}^{Coq} - e_{21}e_{22}}{(e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21})e_{22}} \quad (19)$$

$$p_{22} = \frac{e_{11}h_{ps}^{Utl} - e_{21}}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (20)$$

$$p_{23} = \frac{e_{21} - e_{11}h_{ps}^{Coq}}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (21)$$

$$p_{24} = \frac{e_{21} - e_{11}h_{ps}^{Utl}}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (22)$$

$$p_{25} = \frac{e_{11}(h_{ps}^{Utl} - h_{ps}^{Coq})}{e_{11}e_{22} - e_{12}e_{21}} \quad (23)$$

The following units are now applied:

- Mass: kg;
- Pressure: kgf/cm²;
- Temperature: °C;
- Entalphy: kJ/kg;
- Specific Mass: kg/m³;
- Flow: t/h;
- Sampling time: s.

2.1 Water Steam Properties

The water steam properties can be calculated as a pressure function. For the saturated steam thermodynamic properties, polynomial functions (27), (28) and (29) were approximated from Table I.

Pressure [kg/cm ² (g)]	Temp. [°C]	ρ_s [m ³ /kg]	h_s [kJ/kg]
10,0	183,34	5,54939	2779,1
11,0	187,21	6,03027	2782,2
12,0	190,83	6,50999	2784,9
13,0	194,24	6,99007	2787,3
14,0	197,47	7,46993	2789,4
15,0	200,53	7,94976	2791,3
16,0	203,45	8,43028	2792,9
17,0	206,24	8,91107	2794,4
18,0	208,91	9,39144	2795,7
19,0	211,47	9,87264	2796,8
20,0	213,94	10,35497	2797,9
21,0	216,32	10,83752	2798,7
22,0	218,61	11,32144	2799,5

TABLE I. STEAM PROPERTIES (COLLONA, 2004)

Functions from Table I:

$$T_s = -0,0688p_s^2 + 5,1117p_s + 139,28 \quad (24)$$

$$\rho_s = 0,4808p_s + 0,7399 \quad (25)$$

$$h_s = -0,1006p_s^2 + 4,8752p_s + 2740,7 \quad (26)$$

$$\frac{\partial T_s}{\partial p_s} = -0,1376p_s + 5,1117 \quad (27)$$

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial p_s} = 0,4808 \quad (28)$$

$$\frac{\partial h_s}{\partial p_s} = -0,2012p_s + 4,8752 \quad (29)$$

2.2 Parameters Determination

The model uses the actual values of pressure and current flows to predict the pressure at future times, however, since parameters as enthalpy, specific weight and temperature have been determined according to the actual pressure, is necessary to find the metal mass and volume values of the existing steam pipes in both systems (Coke Plant and Utilities Sector). Although these are physical parameters of existing pipes, its measurement

is difficult due to the long extension (over 20 km) and the many branches of the process steam distribution network. These parameters can be easily noticed in the both (1) and (2). Once they represent quantities of the actual installations, it is not only necessary to provide a good model fit, but the estimated values of these parameters must also be kept within certain limits for consistency with reality.

To estimate these parameters and validate the model, a genetic algorithm was developed, using as input measured signals sampled over a period of 24 hours with a sampling interval of 15 [s] as shown in the Figure 4 to Figure 10.

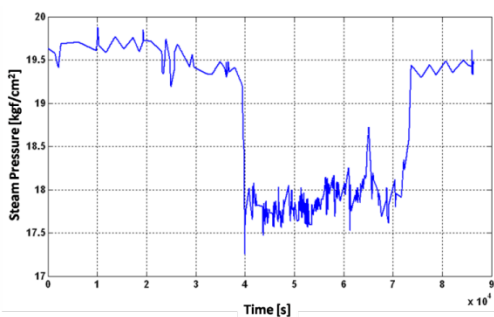


Figure 4. Coke Plant measured pressure

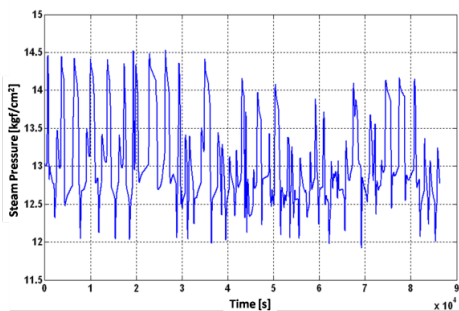


Figure 5. UtilitiesSector measured pressure

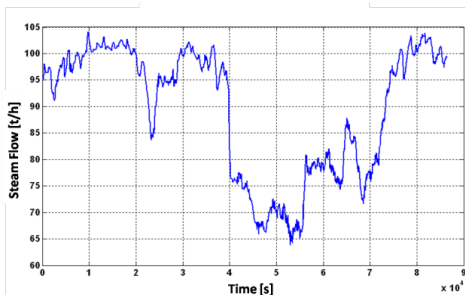


Figure 6. Generated steam flow measured in CDQ

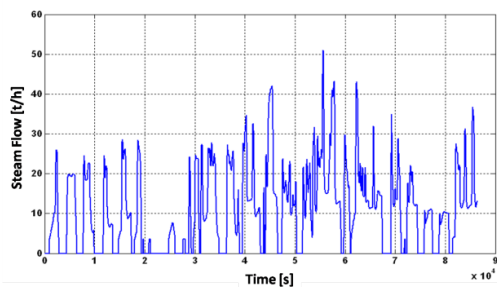


Figure 7. Generated steam flow measured in Power Plants

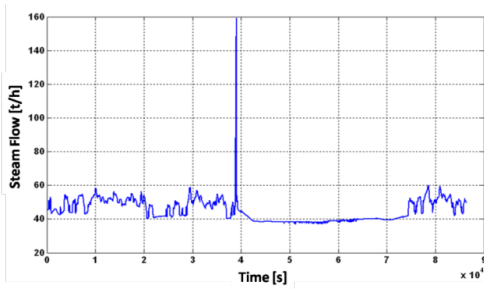


Figure 8. Consumed steam flow measured in Coke Plant

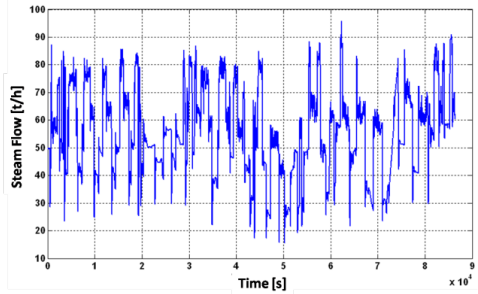


Figure 9. Consumed steam flow measured in Utilities Sector

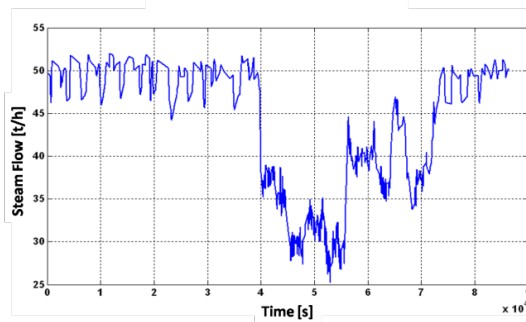


Figure 10. Consumed steam flow measured in Dessuperheater

3 | THE GENETIC ALGORITHM

Genetic algorithms are very useful for two distinct and comprehensive purposes: the selection of parameters for the performance optimization of a system and the validation and adjustment of quantitative models (CHAMBERS, 2001).

In this work a genetic algorithm is applied in order to select the best metal mass values (m_m^{Coq} and m_m^{Utl}) and volumes (V_{ps}^{Coq} and V_{ps}^{Utl}) to adjust the steam balance model presented, and achieve the lowest possible error between measured and calculated values of steam pressure.

Observing (6) to (23) it is possible to realize there is a relation between the Coke Plant and Utilities Plant systems. For this reason and because it is a four-variable adjustment, a genetic algorithm was selected to be applied.

3.1 Genetic Algorithm Application

Intending to restrict the possible solutions to industrial realistic values, the genetic algorithm application was separated in two phases.

In the first phase an “equivalent pipe” concept is introduced, considering all pipes

with the same diameter. Then it is possible to calculate proportional mass and volume values according to the pipe total length.

For the second phase, the genetic algorithm is applied once again, now in a conventional manner, aiming to find mass and volume values to adjust the model. However, these values shall be limited to a $\pm 20\%$ variation from the values found in the first phase.

As resources, the mathematical software MATLAB R2013a was used, installed on a virtual machine running Windows XP, hosted by a MacBook-Pro i5 with 8Gb of RAM.

3.2 Genetic Algorithm Architecture

The simplified genetic algorithm flow chart can be evaluated from the Figure 11.

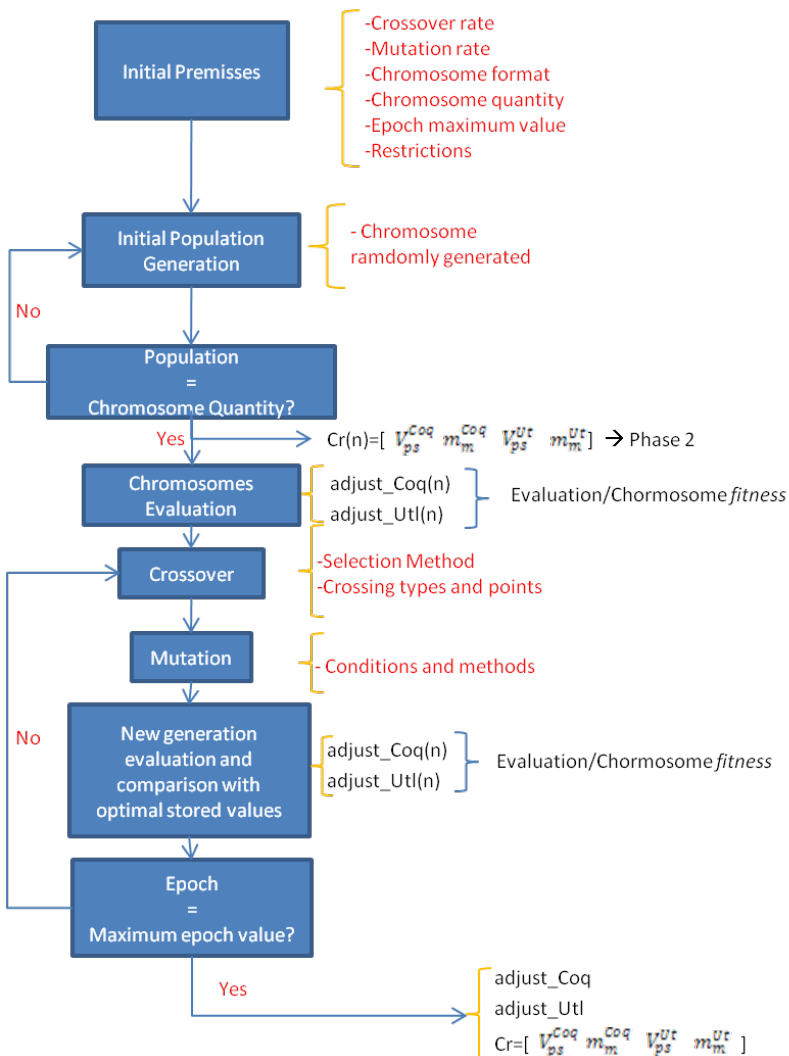


Figure 11. Proposed Genetic Algorithm Flow Diagram

The first step is where the restrictions and general conditions are defined. Then the initial population is generated, and each chromosome is evaluated through a fitness function. In this case, the model equations itself are applied to generate calculated pressure values and compare them to the measured values using the *compare* function, available in MATLAB. The *compare* function output is a grade between 0 and 100% which represents the *fitness* (percentage adjustment value) of each chromosome.

During the *crossover* step, as in (CHAMBERS, 2001) and (ALMEIDA, 2015), the *fitness* value is used to determine the selection potential of each individual. The selection process is nominated as *roulette wheel method*, mentioned in (CHAMBERS, 2001) and (ALMEIDA, 2015), and consists on an adaptive choosing model accordingly to its fitness value.

After crossing a pair of chromosomes, one or more elements of the new individuals may suffer a mutation. It happens when an element mutation rate reaches randomly a value less than the base mutation rate of 0.2%.

These new chromosomes are reevaluated, and their *fitness* is compared to the optimal stored values. The best fitting chromosomes of each epoch are stored.

3.3 Premisses

The maximum epoch iteration was limited to one hundred epochs. The chromosome format was kept in real numbers without binary codification. In this case, the information treatment is much more intuitive and less computational resources are needed.

3.4 Crossover rate and Mutation rate

The crossover rate was fixed in 80%, and a *simple arithmetic crossover* was applied as in (CHAMBERS, 2001). The mutation rate was fixed and limited in 0.2%, where both *uniform and multiple uniform mutations* may happen randomly as in (CHAMBERS, 2001).

3.5 Initial Population and Fitness Function

After some tests comparing speed and computational efforts, the initial population was defined by 50 random chromosomes arranged as $[V_{ps}^{Coq}, m_m^{Coq}, L^{Coq}, V_{ps}^{Utl}, m_m^{Utl}, L^{Utl}]$ in phase one, where L^{Coq} and L^{Utl} are pipes lengths, and $[V_{ps}^{Coq}, m_m^{Coq}, V_{ps}^{Utl}, m_m^{Utl}]$ in phase two.

For each chromosome applied in the model equations, there are several calculated steam pressure values. These values are compared with the measured values trough the MATLAB *compare* function, which uses the root mean square error as a reference. Once the main objective is to reach 100% of adjustment factor, an adjustment value for the Coke Plant side and for the Utilities Sector side is generated for each individual.

3.6 Crossover

Using the *roulette wheel method*, according (CHAMBERS, 2001) and (ALMEIDA, 2015), the chromosomes with higher fitness values will present higher probabilities to

perform the crossover. In phase one the cross point is fixed and previously defined, while in phase two its randomly chosen among five possible combinations as shown in Figure 12.

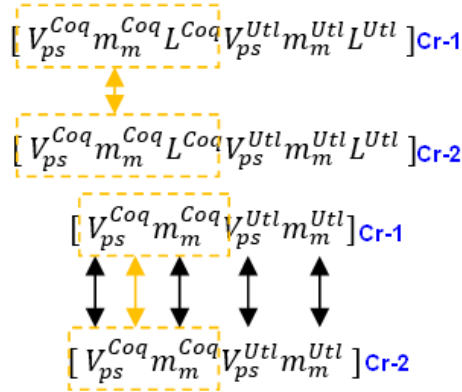


Figure 12. Phase 1 and 2 crossover possible combinations

3.7 Mutation

Each chromosome has a probability of 0.2% of having one of its elements modified. In phase one the mutation affects directly the pipe length, which makes new proportional mass and volume values. During phase two, mutation can affect any chromosome element, regarding the values limits from the initial generation.

3.8 New Generation Evaluation

The new generation is evaluated in the same manner as the initial population. Once the adjustments values are obtained, they are compared with the optimal values previously stored. With a previously fixed elitism, some of the best chromosomes from the last generation are direct passed to the new generation.

4 | MODEL VALIDATION

After the genetic algorithm phase one, the adjustment values achieved were 97.51% in the Coke Plant side and e 90.78% in the Utilities Sector side as shown in Figure 13.

Mass, volume and length values achieved from phase one were:

$$V_{ps}^{Coq} = 389.3 [m^3]$$

$$V_{ps}^{Utl} = 987 [m^3]$$

$$m_m^{Coq} = 442.4 [ton]$$

$$m_m^{Utl} = 1122 [ton]$$

$$L^{Coq} = 7657 [m]$$

$$L^{Utl} = 19410 [m]$$

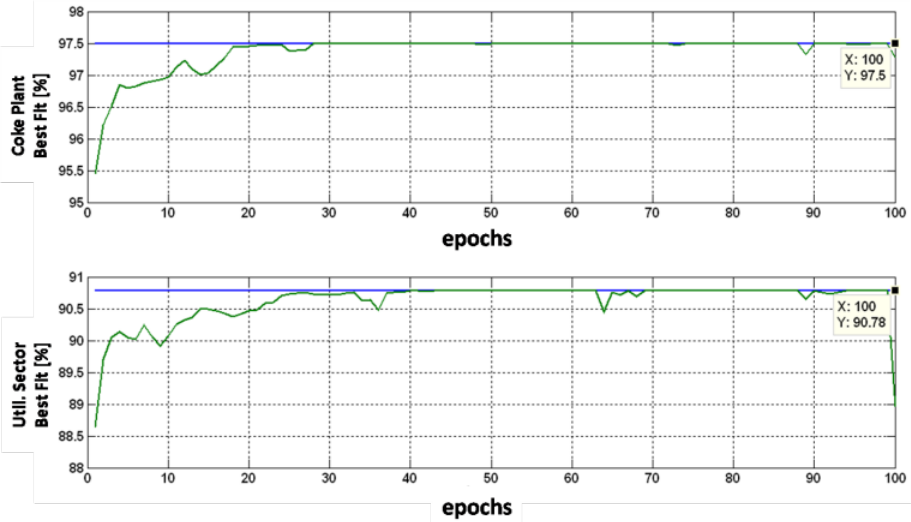


Figure 13. Phase 1 fitness results

In phase 2, the results were 97.73% in the Coke Plant side and 91,96% in the Utilities Plant side as shown in Figure 14.

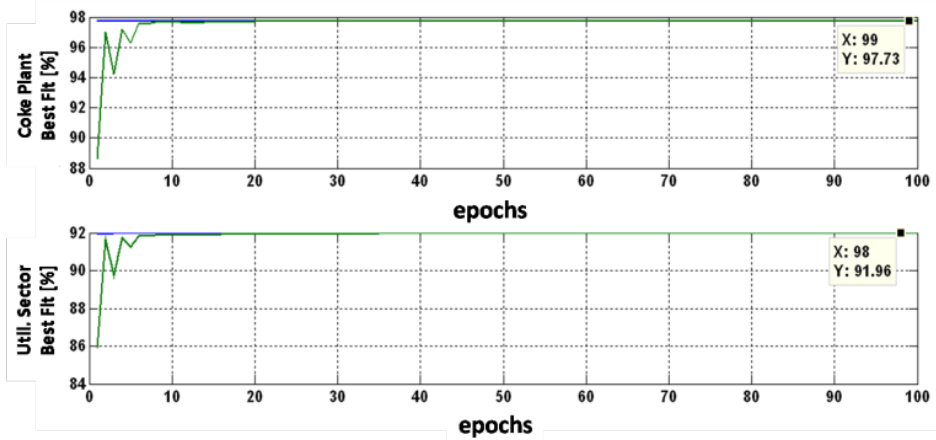


Figure 14. Phase 2 fitness results

Then, the final values for mass and volume achieved were:

$$V_{ps}^{Coq} = 446,1 [m^3]$$

$$m_m^{Coq} = 379.57 [ton]$$

$$V_{ps}^{Utl} = 852,1 [m^3]$$

$$m_m^{Utl} = 1266 [ton]$$

With these parameters values, the final fitness for the model in the Coke Plant side was 95.7% and in Utilities Sector was 82.4%, shown respectively in Figure 15 and Figure 16.

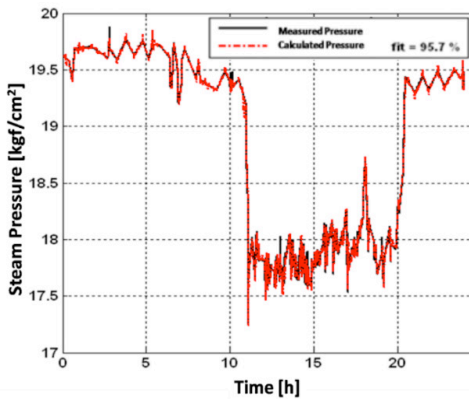


Figure 15. Coke plant side pressure fitness

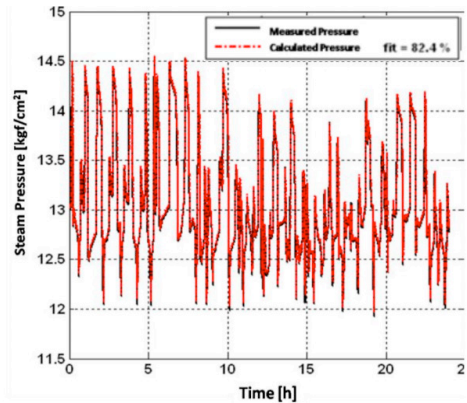


Figure 16. Utilities Sector side pressure fitness

5 | CONCLUSION

The proposed model for steam distribution network and the identification of parameters using a genetic algorithm, produced results fully consistent with measured data of a steel plant. The model can provide good forecasts of a process steam network pressure for a prediction horizon up to 45s. The final fit results have also good repeatability when the parameters are applied with different sets of measured data. It is important to mention that the measured values lack of precision and invalid data effects was minimized by the application of a moving average technique during the final fitness evaluation.

It's relevant to mention that the variation presented in the approaching curves according Figure 13 and Figure 14 are introduced by the mutation and crossover steps during the genetic algorithm execution. Due to these steps, the population fitting average can change according to the values combinations and modifications.

This model will allow the pressure validation of a future optimization algorithm, aiming to reduce the steam mass balance instability and minimize the current process steam energy losses, enabling a more efficient operation of steel plants.

REFERENCES

ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, "Siderurgia para não Siderurgistas", 2003, pp. 40, Vitória-ES.

ALMEIDA, Gustavo; CUADROS Marco. "Inteligência Artificial – Algoritmos Genéticos", Class notes, 2015, pp. 34-4

ÅSTRÖM, Karl Johan; BELL, Rod D. “**Drum-Boiler Dynamics. Automatica**”, 2000, 36(2000): p. 363-378.

CHAMBERS, Lance, “**The Practical Handbook of Genetic Algorithms**”, 2001, 2nd ed., ISBN 1-58488-2409-9.

China Steel, CDQ-Coke Dry Quenching, 2015 [online] Available in: <http://www.csc.com.tw/csc_e/hr/green1.htm> [Accessed in November 19, 2015].

COLLONA, P.; VAN DER STELT, T.P. “**FuidProp: a program for the estimation of thermophysical properties of fluids**”, Energy Technology Section - Delt University of Technology, 2004, Available at: <<http://www.asimptote.nl/software/fluidprop>>, [Accessed in May 16, 2016]

JUNIOR, Valter B. de Oliveira; PENA, João G. Coelho; SALLES, José L. Félix. “**An improved plant-wide multiperiod optimization model of a byproduct gas supply system in the iron and steel-making process**”, *Applied Energy*, 2016, vol. 164, issue C, 462-474

OLIVEIRA JUNIOR, V. B. “**Modelagem de central termelétrica a vapor para simulação dinâmica**”. Vitória: Federal University of Espírito Santo (Postgraduate Program in Electrical Engineering), 2009.

SONG, Jun; ZHANG, Qi; CAI, Jiu-ju. “**Plant Wide Supply Demand Forecast and Optimization of By product Gas System in SteelPlant.**” *Journal of Iron and Steel Research, International*, 2011, Vol.20, No. 9; p. 01-07

ZHANG, Qi; TI, We; CAI, Jiu-ju; DU, Tao; WANG, Ai-hua. “**Multi-Period Optimal Distribution Model of Energy Medium and Its Application**”. *Journal of Iron and Steel Research, International*, 2011, Vol.18, No. 8; p. 37-41

CAPÍTULO 2

AGREGANDO SMARTNESS A UMA CIDADE / REGIÃO USANDO LOD

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Daniel Minoru Amaro Takabaiashi

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9705222631248571>

Lucélia de Souza

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8989736627689345>

Josiane Michalak Hauagge Dall'Agnol

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7599246358679552>

Gisane Aparecida Michelin

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9367680247741161>

Sandro Rautenberg

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1550342830820869>

José Leonardo Machado Paes

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9917822439018241>

Matheus Minski dos Santos

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8490343437905315>

Milena Bastos Ribas

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Departamento de Ciência da Computação
DECOMP
Guarapuava - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8221585625561930>

RESUMO: Atualmente, vários projetos de Cidades Inteligentes têm como objetivo melhorar a qualidade de vida da população, gerando um volume de dados enorme. Para gerenciar semanticamente esses dados, a Iniciativa

de Dados Abertos Conectados viabiliza o compartilhamento de dados entre humanos e máquinas, segundo princípios propostos. Tais princípios incluem a interoperabilidade de conjuntos de dados, a adoção de licenças, o (re)uso de vocabulários e de linguagens, o uso de metodologias, assim como diretrizes para geração e uso de dados abertos conectados. Envolvendo cidades inteligentes e dados abertos conectados, o objetivo desta pesquisa é semantificar, fazendo uso da Metodologia Ciclo de Vida de Dados Conectados, um conjunto de dados das principais Instituições de Ensino Superior da cidade de Guarapuava/PR, e a partir da realização de consultas SPARQL, possibilitar a geração de conhecimento semântico nesse contexto.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades Inteligentes, Web Semântica, Dados Abertos Conectados, Melhores Práticas W3C.

ADDING SMARTNESS TO A CITY / REGION USING LOD

ABSTRACT: Nowadays, several Smart Cities projects aim to improve the life quality of citizens, generating huge volume of data. For managing this data semantically, the Linked Open Data Initiative enables humans and machines to share data, according to the proposed principles. Such principles include the interoperability of datasets, the license adoptions, the (re)using of vocabularies and languages, the methodologies and guidelines for generating and using linked open data. Involved by smart cities and linked open data concepts, this research aims to enrich a set of raw data of the higher education institutions from Guarapuava/PR, generating contextualized semantic knowledge.

KEYWORDS: Smart Cities, Semantic Web, Linked Open Data, Best Practices W3C.

1 | INTRODUÇÃO

Com a ascensão da Internet, o volume de dados disponível aumenta cada vez mais fazendo com que a Web apresente problemas de interoperabilidade dos dados. A partir desses problemas e como forma de resolvê-los surgiu a Web Semântica (BERNERS-LEE, HENDLER e LASSILA, 2001).

Segundo Berners-Lee, Hendler e Lassila (2001), a Web Semântica é uma evolução da Web atual, pois a Web passa a ser vista como um gigantesco banco de dados interoperável. Não se trata de uma nova rede de informações, mas sim de um meio para aplicar significado aos dados da Internet atual. Ou seja, tem-se um grande número de dados acessíveis e com este recurso, caso haja procura por algum dado como um produto, é possível obter não somente o produto buscado, mas também seu preço, locais disponíveis, valor do frete, prazo de entrega e muitas outras informações relacionadas àquele produto.

A Iniciativa de Dados Abertos Conectados (BERNERS-LEE, 2020) viabiliza o compartilhamento de dados entre humanos e máquinas, segundo princípios estabelecidos. Tais princípios incluem a interoperabilidade de conjuntos de dados, a adoção de licenças, o (re)uso de vocabulários e de linguagens, o uso de metodologias, assim como diretrizes para geração e uso de dados abertos conectados. O Consórcio W3C propõe um conjunto

de 35 Melhores Práticas (vide Seção 2.4) para geração e uso de dados na Web, e a partir de sua adoção, um conjunto de oito benefícios podem ser alcançados para os conjuntos de dados (W3C, 2017).

Um benefício representa melhorias na disponibilização dos conjuntos de dados na Web e uma MP pode proporcionar um ou mais benefícios, sendo eles: (Re)uso, Compreensão, Ligação, Descoberta, Confiança, Acesso, Interoperabilidade e Processabilidade.

A publicação de dados abertos se tornou um desafio na Computação e também na comunidade, devido à necessidade crescente de (re)uso de dados entre aplicações baseadas na Internet. No contexto de Cidades Inteligentes (LIMA, 2019), as quais privilegiam as premissas de qualidade de vida, vários países têm evoluído seu modelo de gestão no sentido de aumentar a transparência e a visibilidade de informações governamentais. O intuito dessas ações é o empoderamento da comunidade e a possibilidade da participação cidadã na eficiência do estado, melhorando a gestão governamental.

Envolvendo cidades inteligentes e dados abertos conectados, o objetivo desta pesquisa é semantificar um conjunto de dados das principais Instituições de Ensino Superior - IEs da cidade de Guarapuava/PR, a fim de mostrar como agregar semântica aos dados de uma cidade/região.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dados abertos

O conceito Dado Aberto significa que qualquer dado pode ser usado livremente, seja redistribuído ou reutilizado. Resumidamente, consiste na publicação e no compartilhamento de informações na Internet em formatos abertos e legíveis por máquina.

Segundo a *Open Knowledge International* (2012)¹, as características que um dado precisa ter para ser considerado aberto são:

- I. Disponibilidade e acesso: os dados devem estar disponíveis na íntegra, com um custo de reprodução razoável, de forma conveniente e modificável, preferencialmente por *download* na Internet.
- II. (Re)uso e redistribuição: dados devem ser fornecidos sob condições que permitam (re)uso e redistribuição, incluindo a interligação com outros conjuntos de dados.
- III. Participação universal: todos devem ser capazes de usar, reutilizar e redistribuir os dados, não deve haver discriminação contra campos de atuação ou contra pessoas ou grupos.

A importância de dados abertos impacta na interoperabilidade, a qual denota a habilidade de diversos sistemas e organizações trabalharem juntos (interoperarem). Neste caso, é a habilidade para interoperar ou misturar diferentes conjuntos de dados.

¹ Disponível em: <<http://opendatahandbook.org/guide/en/what-is-open-data/>>. Acesso em Mai/2020.

A explicação do conceito de dados abertos se fundamenta na classificação baseada em estrelas, proposta por Tim Berners-Lee (5-STAR, 2020). Essa classificação é uma escala de 1 a 5 estrelas (vide Subseção 2.3).

2.2 Dados conectados

O conceito de Dados Conectados pode ser entendido como um conjunto de melhores práticas para publicar e conectar conjuntos de dados estruturados na Web, com o objetivo de criar uma Web de Dados. A Web de Dados cria uma integração semântica dos próprios dados com a motivação do desenvolvimento de novos tipos de aplicações e ferramentas. Para entender melhor este conceito, é possível fazer um paralelo entre a Web de Documentos e a Web de Dados. A primeira é basicamente a Web atual que faz uso do padrão *HyperText Markup Language* - HTML² para publicar dados, enquanto a segunda faz uso do padrão *Resource Description Framework* – RDF para publicação dos dados (RDF, 2014).

Também propostos por Tim Berners-Lee, os princípios de dados conectados resumem-se em quatro princípios básicos (CEWEB, 2019):

- I. Usar *Uniform Resource Identifier* (URIs) como nome para recursos, sendo que URI é uma cadeia de caracteres compacta usada para identificar recursos na Web.
- II. Usar URIs HTTP para que as pessoas possam encontrar esses nomes.
- III. Quando uma URI for acessada, garantir que informações úteis possam ser obtidas por meio dessa URI, as quais devem estar em RDF.
- IV. Incluir *links* para outras URIs de forma que outros recursos possam ser descobertos.

2.3 Esquema 5 estrelas dos dados abertos conectados

Como idealizador da Web Semântica, Tim Berners-Lee (2001) implementou uma classificação para os dados abertos, conhecido como esquema 5 estrelas para Dados Abertos Conectados. Neste esquema, dados com 1 estrela serão dados mais simples enquanto que com 5 estrelas serão dados mais complexos (Figura 1), conforme listado a seguir:

★ 1 estrela - são dados que precisam ser manipulados manualmente ou por extratores específicos. São publicados na Web em qualquer formato seja documento, tabela ou até mesmo imagem e têm que estar associados a uma licença que permita o seu uso e reutilização.

★ ★ 2 estrelas - são dados publicados em formatos que possam ser processados automaticamente por algum software como Excel. Isso facilita para os consumidores de dados, porém pode tornar a tarefa de publicação mais complexa.

2 Disponível em: <<https://www.w3schools.com/html/>>. Acesso em Mar/2020.

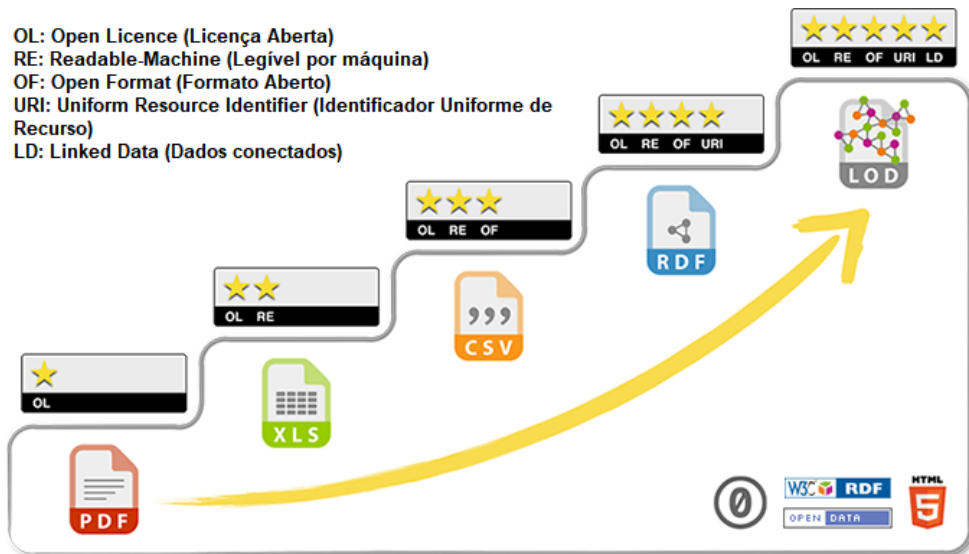


Figura 1. As 5 estrelas dos Dados Abertos Conectados (5-STAR, 2020).

☆☆☆ 3 estrelas - são dados publicados em formatos não proprietários, por exemplo o *Comma Separated Value* - CSV, ao invés de Excel.

☆☆☆☆ 4 estrelas - são os dados que recebem uma identificação única e já podem ser conectados com outros dados, fazendo com que as ligações entre os dados permitam que eles façam parte de uma grande rede de dados abertos e todos conectados.

☆☆☆☆☆ 5 estrelas - são os dados que estão conectados com dados já disponíveis na Web, sendo necessário identificar os dados que tratam de um mesmo conceito, a fim de criar um *link* entre eles.

2.4 Melhores práticas w3c para publicar dados na web

A abertura e a flexibilidade da Web criam novos desafios para os publicadores e consumidores de dados, tais como a forma de representar, descrever e disponibilizar dados de modo que seja fácil encontrá-los e compreendê-los. Com o título de “Melhores Práticas para Dados na Web”, o *World Wide Web Consortium* (W3C) propõe um conjunto de 35 Melhores Práticas (MPs) para a publicação de dados na web (W3C, 2017).

Para o fluxo de inovações e para permitir que a Web seja dimensionada para atender aos novos desafios e oportunidades, as MPs podem ser utilizadas por publicadores e consumidores de dados de forma a ajudá-los a superar os obstáculos ao publicar e consumir dados na Web. As MPs direcionam ações para: fornecer metadados; fornecer metadados descritivos; fornecer metadados estruturais; fornecer informações de licença; fornecer informações de proveniência; fornecer informações de qualidade dos dados; fornecer um indicador de versão; fornecer histórico de versões; usar URIs persistentes

como identificadores para conjuntos de dados; usar URIs persistentes como identificadores dentro de conjuntos de dados; declarar URIS para versões de conjuntos de dados e séries; usar formatos de dados padronizados legíveis por máquina; usar representações de dados neutros de localidade; fornecer dados em múltiplos formatos; (re)usar vocabulários, preferencialmente os padronizados; escolher o nível de formalização adequado; fornecer *download* em massa; fornecer subconjuntos para grandes conjuntos de dados; usar negociação de conteúdo para fornecer dados disponíveis em múltiplos formatos; fornecer acesso em tempo real; fornecer dados atualizados; fornecer uma explicação para dados que não estão disponíveis; tornar dados disponíveis através de uma API; usar padrões web como fundamento de APIs; fornecer documentação completa para a API; evitar mudanças na API; preservar identificadores; assegurar cobertura do conjunto de dados; obter *feedback* a partir dos consumidores; tornar o *feedback* disponível; enriquecer dados por gerar novos dados; fornecer apresentações complementares; fornecer *feedback* ao publicador original; seguir termos da licença e; citar o publicador original.

2.5 RDF (Resource Description Framework)

RDF é uma tecnologia aprovada pelo Consórcio W3C que é a principal organização de padronização da *World Wide Web*. Trata-se de uma linguagem para representar informações na Internet. Essa tecnologia é recomendada pelo Consórcio W3C desde 1999, tendo como um dos objetivos principais criar um modelo simples de dados, com uma semântica formal, usar vocabulários baseados em URIs e sintaxes baseadas em *eXtensible Markup Language* - XML³. Em suma, o RDF define uma relação formal entre Recurso (*Resource*), Propriedade (*Property*) e Objeto (*Object*), o que torna a linguagem altamente escalável. A Figura 2 exemplifica uma tripla RDF.

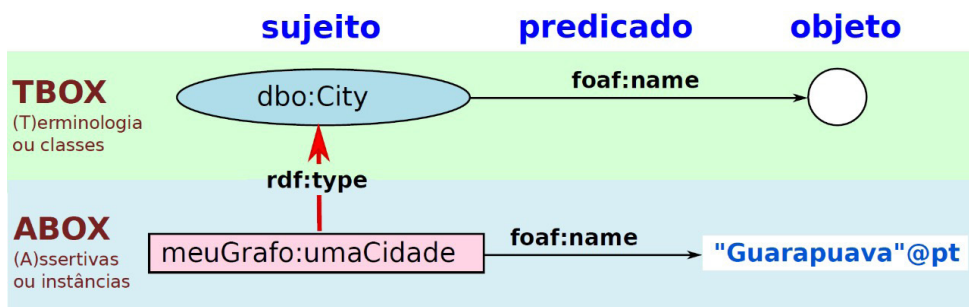


Figura 2. Exemplo de uma tripla RDF no contexto relacionado.

No contexto da pesquisa, a Figura 2 apresenta uma tripla RDF do modelo de representação utilizado, reutilizando a terminologia (TBOX) da DBpedia. No exemplo,

3 Disponível em: <URL: <https://www.w3schools.com/xml/>>. Acesso em Fev/2020.

são ilustrados o sujeito “dbo:City”, o predicado “foaf:name” relacionados a um objeto. Ao materializar um recurso em ABOX, o sujeito “meuGrafo:umaCidade” é a instância de “dbo:City” conectada ao objeto com conteúdo “Guarapuava”@pt (@pt denota que o conteúdo do objeto é transcrito no idioma português), tal qual preconiza o uso do predicado “foaf:name” em TBOX.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Ferramentas

3.1.1 SPARQL (*SPARQL Protocol and RDF Query Language*)

SPARQL é a linguagem padrão para consulta de dados semânticos. É possível fazer uma analogia de SPARQL com a linguagem *Structured Query Language* – SQL⁴, que é utilizada para consultas em bancos de dados relacionais. A SPARQL foi desenvolvida para expressar informações que se deseja obter a partir de uma sintaxe adequada em um conjunto de dados representados como um conjunto de triplas RDF (W3C, 2020).

Uma consulta em SPARQL consiste em uma estrutura contendo: declarações de prefixos, pela abreviação de URIs; definição do conjunto de dados, declarando o grafo RDF que está sendo consultado; uma cláusula RESULT, identificando o resultado da consulta; o padrão de consulta, especificando o que consultar para o conjunto de dados especificado; e modificadores de consulta.

Consultas SELECT são as mais utilizadas por aplicações que consomem dados da Web Semântica, através da extração de dados de grafos RDF. Em SPARQL variáveis começam com “?” e podem ser quaisquer uma das posições de uma tripla (recurso, propriedade ou objeto). “SELECT” retorna a tabela de variáveis que satisfazem a cláusula “WHERE”.

3.1.2 *Open Refine/Lod Refine*

OpenRefine é uma ferramenta para organizar dados. LODRefine (VERLIC, 2019) é uma adaptação do OpenRefine com algumas funcionalidades a mais. LODRefine possui todos os recursos do OpenRefine e permite evoluir os dados da segunda à quinta estrela considerando a classificação de dados abertos proposta por Tim Bernes-Lee.

3.1.3 *Virtuoso*

Virtuoso⁵ é um servidor *cross-platform* para SQL, XML e gerenciamento de dados RDF. Reduz o custo de gerenciar dados de diferentes fontes de dados. Fornece acesso

4 Disponível em: <URL: <https://www.w3schools.com/sql/>>. Acesso em Fev/2020.

5 Disponível em: <https://virtuoso.openlinksw.com>. Acesso em Jun/2020.

transparente para fontes de dados a partir de diferentes bancos de dados, onde os mesmos são tratados como simples unidade lógica. Virtuoso inclui *engine* para banco de dados virtual, plataforma para Web Services, servidor de aplicação Web, suporte SPARQL e repositório RDF fortemente integrados com *engines* de bancos relacionais⁶.

3.2 Metodologia

Para a geração e publicação de dados abertos conectados, existem diversas metodologias que podem ser utilizadas. Dentre estas, destaca-se o Ciclo de Vida de Dados Conectados (AUER, 2014), conforme a Figura 3. O referido ciclo de vida é uma metodologia que contém oito estágios: Armazenamento/Consulta, Revisão Manual/Autoria, Interligação/Fusão, Classificação/Enriquecimento, Análise de Qualidade, Evolução/Reparação, Busca/Navegação/Exploração e Extração.



Figura 3. Metodologia Ciclo de Vida de Dados Conectados (Traduzida de Auer, 2014).

Dentre estes estágios, nesta pesquisa, foram seguidos: Extração, Armazenamento/Consulta e Busca/Navegação/Exploração, descritos na Seção Resultados e Discussões.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para colaborar com Cidades Inteligentes e a Iniciativa de Dados Abertos Conectados, esta pesquisa foi desenvolvida com o foco na semantificação de um conjunto de dados das principais IEs da cidade de Guarapuava/PR.

4.1 Coleta de dados

Inicialmente, foram coletados dados das principais Instituições de Ensino Superior

⁶ Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/carmem/oficinaBD/slides2s18/Virtuoso.pdf>. Acesso em Mai/2020.

da cidade de Guarapuava/PR, tais como: nome, endereço, razão social, telefone e portais oficiais. Tais informações foram inseridas no programa LibreOffice-Calc para manipulação dos dados em tabela, onde os dados posteriormente foram convertidos para o formato CSV.

Com o arquivo CSV, a base de dados pode ser carregada na ferramenta LodRefine com o objetivo de limpar, filtrar e manipular esse conjunto de dados. Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas a base de dados carregada em LodRefine.

6 rows											
Show as: rows records Show: 5 10 25 50 rows											
All	les	NomeFantasia	Cnpj	OrganizacaoAca	Rua	Numero	Bairro	Cep	Municipio	Estado	
☆	🔊	1. Universidade Estadual do Centro-Oeste	Unicentro Santa Cruz	77.902.914/0011	Universidade	R. Salvatore Renna	875	Santa Cruz	85015-430	Guarapuava	Parana
☆	🔊	2. Universidade Estadual do Centro-Oeste	Unicentro Cedeteg	77.902.914/0001-72	Universidade	Alameda Elio Antonio Dalla Vecchia	838	Vila Carli	85040-167	Guarapuava	Parana
☆	🔊	3. Universidade Tecnológica Federal do Parana	UTFPR	75.101.873/0013-23	Universidade	Av. Profa. Laura Pacheco Bastos	800	Industrial	85053-525	Guarapuava	Parana
☆	🔊	4. Centro Universitario Campo Real	Campo Real	03.291.761/0001-38	Centro Universitario	R. Comendador Norberto	1299	Santa Cruz	85015-240	Guarapuava	Parana
☆	🔊	5. Faculdade Guairaca	Faculdade Guairaca	06.060.722/0001-18	Faculdade	R. XV de Novembro	7050	Centro	85010-000	Guarapuava	Parana
☆	🔊	6. Faculdade Guarapuava	Faculdade Guarapuava	09.150.706/0001-04	Faculdade	R. Novo Ateneu	1015	Vale Jordao	85022-630	Guarapuava	Parana

Figura 4. Dados carregados na ferramenta Lod Refine.

« first < previous 1 - 6 next > last »										
RedeSocial	Homepage	Telefone	Rede	CategoriaAdmin	Latitude	Longitude				
https://www.facebook.com/unicentropr/	https://sites.unicentro.br/santacruz/	(42) 3621-1000	Publica	Estadual	-25.406015	-51.469883				
https://www.facebook.com/unicentropr/	https://sites.unicentro.br/cedeteg/	(42) 3629-8100	Publica	Estadual	-25.382916	-51.488486				
https://www.facebook.com/utfprGP/	http://www.utfpr.edu.br/campus/guarapuava	(42) 3035-8079	Publica	Federal	-25.350085	-51.478694				
https://www.facebook.com/fcamporeal/	https://www.camporeal.edu.br/	(42) 3621-5200	Privada	Com fins lucrativos	-25.403906	-51.470969				
https://www.facebook.com/fguairaca/	https://www.guairaca.com.br/	(42) 3622-2000	Privada	Com fins lucrativos	-25.390503	-51.463232				
https://www.facebook.com/faculdadeguarapuava/	https://faculdadeguarapuava.edu.br/	(42) 3621-7000	Privada	Sem fins lucrativos	-25.425152	-51.461538				

Figura 5. Dados carregados na ferramenta Lod Refine – Cont.

4.2 Semantificação

Após este carregamento, os dados passaram pelo processo de semantificação onde foram adicionadas algumas colunas necessárias neste processo. As colunas adicionadas referem-se aos URIs que são usados para identificar os principais recursos do conjunto de dados, os quais por sua vez estão relacionados aos dados existentes no conjunto.

Para a semantificação do conjunto de dados das IEs identificadas, foram utilizados os seguintes vocabulários, identificados pelos seus prefixos:

- vivo⁷: Uma ontologia de domínio acadêmico e pesquisa, desenvolvido no *framework* do projeto VIVO.
- foaf⁸: É um projeto desenvolvido para ligar pessoas e informações na Web. Independentemente de onde estiverem as informações, em documentos físicos ou digitais, ou na forma de dados factuais, elas podem ser conectadas.
- dc⁹: É um vocabulário de 15 propriedades para uso na descrição de recursos. “Dublin” remete a sua origem em 1995 em um *workshop* em Dublin, Ohio; e “core” é devido a seus elementos serem amplos e genéricos, usados para descrever uma ampla variedade de recursos.
- geo¹⁰: Um vocabulário para representar informações de latitude, longitude e altitude e outras informações sobre coisas espacialmente localizadas, usando WGS84 como um *datum* de referência.
- vcard¹¹: Uma ontologia que modela e representa vCards em RDF usando melhores práticas atuais.
- dbo¹²: A Ontologia DBpedia fornece as classes e propriedades usadas em seu conjunto de dados (DBPEDIA, 2020).

Tais vocabulários são encontrados a partir de *Linked Open Vocabularies – LOV*¹³, uma plataforma Web que agrega vocabulários abertos conectados de alta qualidade e reusáveis para descrever dados na Web Semântica.

Para os dados sem correspondência com elementos de vocabulários já existentes, foram criadas representações específicas, armazenadas no próprio RDF gerado, sendo utilizado nesse caso o prefixo dois pontos (:), como por exemplo, :num, :acadOrg, entre outros.

A Figura 6 apresenta o respectivo modelo de dados representado graficamente como um Modelo Entidade-Relacionamento (MER), com a inserção dos elementos utilizados para a representação em RDF, fazendo uso dos vocabulários selecionados.

Considerando o MER da Figura 6, o modelo proposto apresenta as entidades: Universidade, Endereço, Cidade e Estado e suas relações. Para cada Universidade, são armazenados: Nome, Nome-fantasia, CNPJ, Organização acadêmica, Categoria administrativa, Página Web principal, Rede social, Telefone, Latitude e Longitude. Para cada Endereço, são armazenados seus identificadores: nome, área, CEP e número do prédio da instituição. Para cada Cidade e Estado têm-se a descrição de nome.

7 Namespace: <http://vivoweb.org/ontology/core#>

8 Namespace: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

9 Namespace: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>

10 Namespace: http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#

11 Namespace: <http://www.w3.org/2006/vcard/ns#>

12 Namespace: <http://dbpedia.org/ontology/>

13 Disponível em: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>. Acesso em Fev/2020.

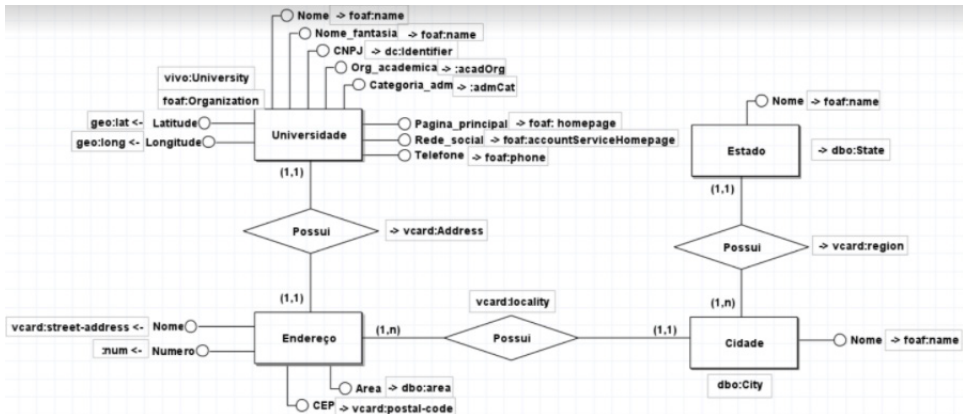


Figura 6. Modelo de dados para descrição das IEs (PAES; de SOUZA, 2020).

Na Figura 7 é mostrada parte da base de dados após a semantificação, e pela Figura 8 é apresentado o respectivo grafo em RDF.

All	uriUniversity	universityName	universityTradeName	CNPJ	academicOrgani	uriAddress
1.	University_Universidade_Estadual_do_Centro_Oeste	Universidade Estadual do Centro Oeste	Unicentro_Santa_Cruz	77.902.914/0001-72	Universidade	Address_R_Salvatore_I
2.	University_Universidade_Estadual_do_Centro_Oeste	Universidade Estadual do Centro Oeste	Unicentro_Cedeteg	77.902.914/0001-72	Universidade	Address_Alameda_Elio
3.	University_Universidade_Tecnologica_Federal_do_Parana	Universidade Tecnologica Federal do Parana	UTFPR	75.101.873/0013-23	Universidade	Address_Av_Profa_Lau
4.	University_Centro_universitario_Campo_Real	Centro universitario Campo Real	Campo_Real	03.291.761/0001-30	Centro_Universitario	Address_R_Comendadi
5.	University_Faculdade_Guairaca	Faculdade Guairaca	Faculdade_Guairaca	06.060.722/0001-18	Faculdade	Address_R_XV_de_Noi
6.	University_Faculdade_Guarapuava	Faculdade Guarapuava	Faculdade_Guarapuava	09.150.706/0001-04	Faculdade	Address_R_Novo_Aten

Figura 7. Parte da base de dados após a semantificação.

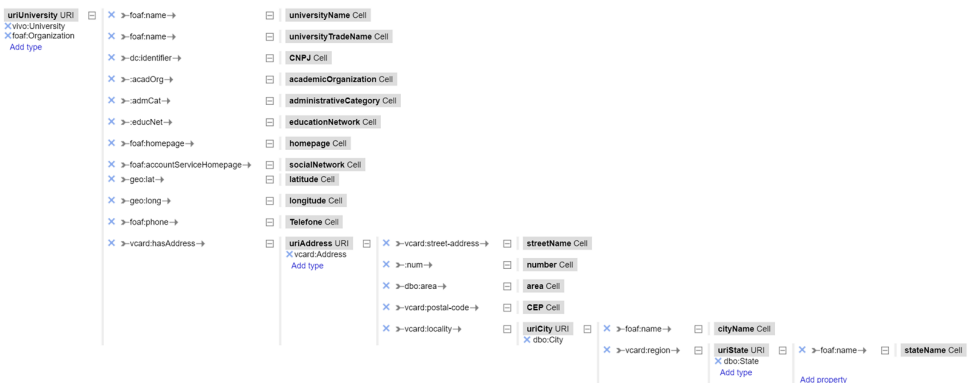


Figura 8. Grafo da base de dados em RDF.

4.3 Consultas SPARQL

Para realizar consultas SPARQL no Virtuoso, foi feito o *upload* em (A) do grafo RDF gerado pelo LodRefine, em: <http://lod.unicentro.br/SmartGuarapuava/IES/> (B). A Figura 9 busca qual o CNPJ (?cnpj), rua (?rua), número (?numero), bairro (?bairro), e CEP (?cep) das IEs (C). Em (D) o botão para executar a consulta. O resultado está na Figura 10 e o endereço encurtado para acesso ao mesmo é: <https://tinyurl.com/y3jg7gqy>.

← → ↻ 🏠 ⚠ Não seguro | lod.unicentro.br/sparql (A)

Virtuoso SPARQL Query Editor

Default Data Set Name (Graph IRI) (B)

Query Text (C)

```
PREFIX ab:<http://lod.unicentro.br/SmartGuarapuava/IES/>
PREFIX rdf:<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX foaf:<http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX vcard:<http://www.w3.org/2006/vcard/ns#>
PREFIX dbo:<http://dbpedia.org/ontology/>
PREFIX dc:<http://purl.org/dc/elements/1.1/>

SELECT ?cnpj ?rua ?numero ?bairro ?CEP
WHERE
{
    ?ies rdf:type foaf:Organization ;
        dc:identifier ?cnpj ;
        vcard:hasAddress ?o .
    ?o vcard:street-address ?rua ;
        ab:num ?numero;
        dbo:area ?bairro;
        vcard:postal-code ?CEP .
}
```

(D) Run Query Reset

Figura 9. Qual o endereço das IES?

cnpj	rua	numero	bairro	CEP
"77.902.914/0001-72"	"Alameda Elio Antonio Dalla Vecchia"	"838"	"Vila Carli"	"85040-167 "
"75.101.873/0013-23"	"Av Profa Laura Pacheco Bastos"	"800"	"Industrial"	"85053-525"
"03.291.761/0001-38"	"R Comendador Norberto"	"1299"	"Santa Cruz"	"85015-240"
"09.150.706/0001-04"	"R Novo Ateneu"	"1015"	"Vale Jordao"	"85022-630"
"77.902.914/0001-72"	"R Salvatore Renna"	"875"	"Santa Cruz"	"85015-430"
"06.060.722/0001-18"	"R XV de Novembro"	"7050"	"Centro"	"85010-000"

Figura 10. Resultado da Figura 9.

Conjuntamente a este trabalho, foi desenvolvido pelo Grupo LaSED/DECOMP da UNICENTRO outras pesquisas nesse contexto, como a semantificação de linhas de ônibus

localizadas próximas às IEs e as interligações entre elas, contribuindo para a geração de consultas e apresentação dos resultados em uma interface Web, adotando MPs W3C e demonstrando como obter benefícios com sua adoção.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa envolveu conceitos de Cidades Inteligentes e Dados Abertos Conectados. Como contribuição destaca-se a geração e a semantificação de um conjunto de dados de IEs da cidade de Guarapuava/PR. Após a semantificação, foi possível obter informações a partir de consultas SPARQL, contribuindo para a geração de conhecimento em Cidades Inteligentes.

Pretende-se realizar a integração deste conjunto de dados com dados de rotas urbanas de linhas de ônibus que passam próximos as IEs, a fim de facilitar a busca por essas informações pelos cidadãos. Outros conjuntos de dados também podem ser interligados entre si e com a DBpedia, contribuindo para que cidadãos tenham acesso a informações de forma *smartness*.

REFERÊNCIAS

5-STAR. **5-Star OPEN DATA**. Disponível em: <<http://5stardata.info/en>>. Acesso 27 Jul 2020.

AUER, S. Introduction to lod2. In AUER, S.; BRYL, V.; TRAMP, C (ed). **Linked Open Data – Creating Knowledge Out of Interlinked Data**. Springer-Verlag, 2014.

BERNERS-LEE, T. **Linked Data**. Disponível em: <<https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>>. Acesso 25 Nov 2020.

BERNERS-LEE, T., HENDLER, J. e LASSILA, O. **The Semantic Web**. Scientific American. Maio de 2001.

CEWEB. **Fundamentos para publicação de dados na web**. Disponível em: <<https://www.ceweb.br/publicacao/fundamentos-para-publicacao-dados-web/chapter-2/>>. Acesso 25 Mai 2019.

DBPEDIA. **O que é?** Disponível em: <http://pt.dbpedia.org/o_que_e/>. Acesso 27 Jul 2020.

LIMA, P. A. R. L. **Panorama sobre transparência e dados abertos em cidades inteligentes**. UFRJ, Rio de Janeiro. Agosto 2019.

PAES, J. L. M, de Souza, L. **Proposta de um modelo de dados abertos conectados para uma cidade/região**. Anais do XXIX EAIC. UNICENTRO. Guarapuava, 26 a 30 de outubro de 2020.

RDF. **RDF 1.1 Primer**. W3C Working Group Note 24 June 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>>. Acesso 10 Ago 2020.

VERLIC. M. **LODRefine**. Disponível em: <<https://github.com/sparkica/LODRefine>> Acesso 25 Out 2019.

W3C. **Data on the Web Best Practices**. W3C Recommendation 31 January 2017. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/dwbp/>>. Acesso 25 Out 2020.

W3C. **SPARQL Query Language for RDF**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>>. Acesso 10 Ago 2020.

ANÁLISE DE SOFTWARES DE MODELAGEM DE ANTENAS PARA CURSOS TÉCNICOS E DE ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Data de aceite: 01/02/2021

Ramon Mayor Martins

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina/Telecomunicações

RESUMO: A proposta deste artigo é realizar uma análise entre softwares de modelagem de antenas para utilização nos cursos Técnicos e de Engenharia de Telecomunicações no Instituto Federal de Santa Catarina. Os softwares analisados são: 4NEC2, MMANA-GAL e EZNEC, baseados na engine NEC e muito difundidos na comunidade científica. Eles possuem várias ferramentas para projetar antenas que permitem ao aluno calcular, simular, analisar e observar diagramas gerados. Neste artigo é apresentado algumas características e funcionamento desses softwares e relatado suas capacidades afim de auxiliar nas disciplinas que envolvem projeto de antenas. Todos os softwares se mostram eficientes e intuitivos, possibilitando a escolha entre eles sem prejuízo de cálculos e processamento diferentes entre si.

PALAVRAS-CHAVE: Antenas, softwares, simulação, Telecomunicações.

ABSTRACT: The purpose of this article is accomplish an analysis between antenna modeling software for use in Technical and Telecommunications Engineering courses at the Federal Institute of Santa Catarina. The analyzed softwares are: 4NEC2, MMANA-GAL and EZNEC, based on the NEC engine and

much disseminated in the scientific community-. They have several tools for designing antennas that allow the student calculate, simulate, analyze and observe generated diagrams. This article presents some characteristics and functioning of these software and reported their capabilities in order to assist in disciplines that involve antenna design. All software is efficient and intuitive, making it possible to choose between them without prejudice to different calculations and processing.

KEYWORDS: Antenna, software, telecommunication, simulation.

1 | INTRODUÇÃO

Os cursos técnicos e de engenharia de telecomunicações no Instituto Federal campus São José abordam os conceitos de Radio Frequência (RF) em várias disciplinas tais como: Radiotransmissão, Antenas e Propagação, Sistemas de Telecomunicações, entre outras. Nestes conceitos uma questão para o correto funcionamento dos sistemas RF estudados é o projeto de antenas. Balanis (2005, p.1) explica que na norma IEEE Definições Padronizadas de Termos para Antenas, uma antena é definida como “um dispositivo para radiação ou a recepção de ondas de rádio”, outra definição apresentada por Frenzel (2013, p. 44) é que uma antena atua como interface entre um transmissor ou um receptor e o espaço livre. Desse modo a antena irradia ou sente um campo eletromagnético. De acordo com Balanis

(2005, p.1), para sistemas de comunicação sem fio, a antena é um dos componentes mais críticos.

Um bom projeto de antenas leva em consideração o diagrama de irradiação e diversos parâmetros, tais como: ganho, diretividade, abertura, polarização, relação frente-costas, entre outros aspectos. Todos esses parâmetros são bem conhecidos pela literatura, no entanto, para realizar alguns testes e experimentos se torna interessante modelar a antena através de *softwares* de simulação, pois possibilita a variação de parâmetros para tomadas de decisões.

Os *softwares* de simulação explorados nas disciplina são os utilizados por radioamadores e entusiastas, que contem extensa documentação na *web* e que também contribuem com pesquisas publicadas no IEEE. Nesse artigo são realizadas breves análises sobre esses *softwares* e discutidas algumas capacidades e funcionamentos.

2 | METODOLOGIA

Os *softwares* de modelagem de antenas utilizados foram o 4NEC2 (VOORS, 2016), o EZNEC/EZNEC+ (LEWALLEN, 2016) e MMANA-GAL (MORI et al, 2016). Esses *softwares* são baseados nas *engines* NEC2 e NEC4. A sigla dessas *engines* significa *Numerical Eletromagnetics Code*, desenvolvido nos anos 70 em Fortran por Gerald Burke e Andrew Poggio. Essas *engines* são utilizadas para modelagem de antena, muito popular por radioamadores, no entanto não são códigos aberto. O funcionamento das *engines* NEC é descrita pelos próprios programadores (BURKE e POGGIO, 1981). Esse código é baseado no método da solução de momentos da integral do campo elétrico (EFIE) por condutores finos e a equação integral do campo magnético (MFIE) para superfícies fechadas condutoras. Ele usa um método iterativo para calcular as correntes em um conjunto de fios e os campos que resultam.

Para os receptores, o processo começa pelo cálculo do campo elétrico no espaço por um sinal de rádio de uma dada frequência ao longo do eixo X no espaço tridimensional. Este campo é uniforme em Y e Z, mas varia ao longo do eixo X; a magnitude do sinal em qualquer ponto ao longo de X é definida pela fase naquele instante. Os elementos da antena possuem diferentes tensões em cada ponto. O que o NEC faz é quebrar esses elementos em pequenos pontos amostrados chamados de “segmentos”. O sistema usa cálculos simples com base no diâmetro do condutor e no comprimento de onda do sinal para determinar a tensão e as correntes induzidas em cada um destes segmentos, desse modo possibilitando o modelamento de antenas.

A antena utilizada para comparar os *softwares* foi o dipolo de meia onda. Essa antena consiste de dois elementos onde cada um mede metade do comprimento de onda. Essas antenas são alimentadas no centro, onde a tensão é mínima e a corrente é máxima. O dipolo é um dos tipos de antenas mais simples e são populares para muitas aplicações

(POISEL, 2012, p. 191). Muito utilizada nas faixas de HF, VHF e UHF por sua simplicidade. Para as análises, foi projetada a antena dipolo de meia onda para a faixa de 2 metros (VHF), na frequência de 145 MHz.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Software 4NEC2

Para a construção da dipolo, o primeiro *software* utilizado foi o 4NEC2. Esta ferramenta é baseada na *engine* NEC2. É um ambiente completamente livre para criar, visualizar e otimizar modelos de antenas. A versão utilizada foi a 5.8.16 de Novembro de 2015. Esta ferramenta foi desenvolvida por Arie Voors para rodar na plataforma Windows. No IFSC utilizamos a aplicação Wyne para rodar o 4NEC2 através do Linux.

O 4NEC2 permite algumas formas de edição como: a partir de um bloco de notas, a partir de um editor de bloco de notas do próprio 4NEC2, a partir de um editor personalizado para o 4NEC2 e a partir da geometria em 3D. Nas análises foram utilizados os dois últimos. Dentro do editor personalizado a antena é construída através de um plano cartesiano X, Y, Z, nesse editor também é possível entrar com o tipo de material utilizado, o diâmetro desse material, a tensão aplicada ao dipolo ativo, a frequência de operação, o tipo de solo onde estará elevada a antena, as características do solo, entre outros aspectos.

Para o cálculo, é possível escolher uma frequência específica ou uma faixa de frequências para ser apresentado o comportamento da antena. Também é possível escolher se o comportamento será o campo próximo ou o campo distante da antena. Após os cálculos, os dados obtidos aparecem na janela principal como: tensão, impedância, relação de onda estacionária (ROE), componentes em série e paralelo, potência irradiada, eficiência, perda de estrutura, corrente, entre várias outras informações. Também é gerado em uma outra janela os padrões de irradiação. Nessa janela é possível obter informações como: perfis de irradiação horizontal, vertical, além da possibilidade de obter o diagrama em 3D.

Realizando os cálculos para uma faixa de valores escolhida, é possível obter o gráfico da ROE, do coeficiente de reflexão em dB (decibel), do ganho em dB e da relação frente costas. O 4NEC2 também é capaz de gerar a Carta de Smith (gráfico que permite soluções visuais para os cálculos de linha de transmissão). A tela principal do *software* pode ser visualizada na Figura 1.

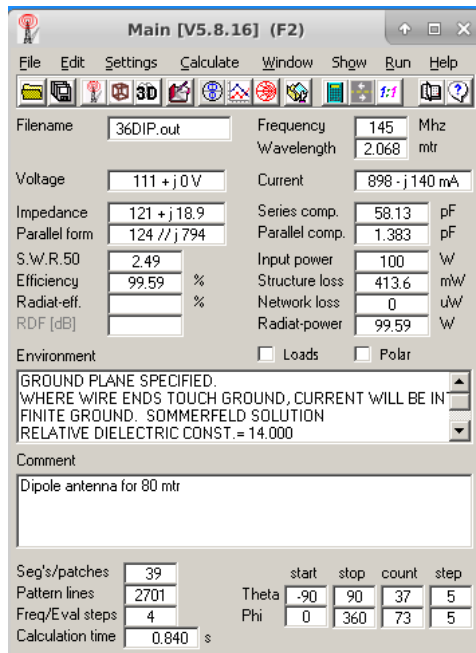


Figura 01 – Tela principal do 4NEC2.

Fonte: elaboração própria (2016).

3.2 Software Mmana-Gal

Para a construção do dipolo, o segundo *software* utilizado foi o Mmana-Gal. Esta ferramenta possui uma versão básica (que foi utilizada) e uma versão profissional. A versão utilizada é a básica 3.0.0.31, desenvolvida por Makoto Mori, Alexander Schewelew e Igor Gontcharenko. O *copyright* da versão é de 1999 – 2011. Este *software* é baseado em uma *engine* NEC chamada MININEC-3, escrita em C++.

Toda inserção de dados é realizada em uma janela somente, separada por guias chamadas de: geometria, visualização, cálculo e gráfico do campo distante. Na guia geometria, a antena é construída do mesmo modo que no 4NEC2, ou seja, através de coordenadas tridimensionais X, Y, Z. Nessa tela também é possível informar onde será o dipolo ativo, qual a tensão inserida e a frequência (permitindo a entrada como comprimento de onda). Uma vez inserido os dados, na tela de visualização é possível ver e rotacionar espacialmente a antena, bem como selecionar os elementos dela. Na tela de cálculo é possível alterar as características do solo, alterar a frequência de operação, selecionar o diâmetro do material, o tipo de material (cobre, alumínio, ferro, etc). Realizado os ajustes o botão “Start” dá início a computação dos dados. As informações são apresentadas na própria tela onde é possível observar a resistência ôhmica, a impedância, a ROE, o ganho em dBi, a relação frente-costas e a elevação da antena. Nessa tela há a opção de plotar os

gráficos e coletar maiores detalhes da antena projetada, como por exemplo: a impedância, a ROE, o campo distante e o ganho para uma faixa de valores, o que o *software* chama de “especulação”. Ainda nessa tela é possível realizar uma otimização inserindo alguns objetivos como: atingir uma determinada ROE, relação frente-costas, impedância, ganho, etc. Na última guia, nos gráficos de campo distante, são apresentadas os perfis de irradiação horizontal, vertical, com várias características da antena, também é possível obter o gráfico em 3D do perfil de irradiação. A tela principal do *software* pode ser visualizada na Figura 2.

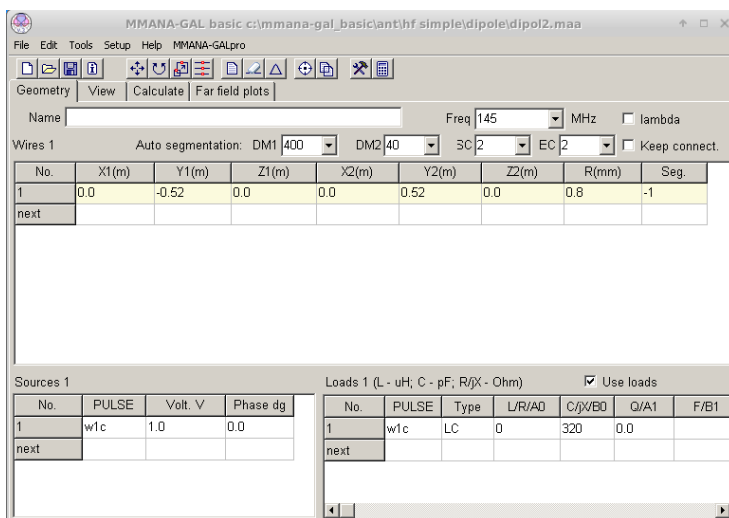


Figura 02 – Tela principal do Mmana-Gal.

Fonte: elaboração própria (2016).

3.3 Software EZNEC

O terceiro *software* é o EZNEC, criado por Roy Lewallen, a versão utilizada foi a 5.0. Esta ferramenta é uma das mais populares entre a comunidade de radioamadores. A tela do EZNEC é bastante compacta e as guias são separadas com um identificador “>”. Nas guias é possível a edição da frequência, comprimento de onda, a inserção dos elementos, fonte, linhas de transmissão, transformadores, tipo de solo, perda dos elementos, seleção do tipo de gráfico, impedância da antena. Ao clicar no identificador da guia, será aberta uma nova janela com os campos para a inserção dos valores. A edição da antena é feita da mesma forma que os outros dois programas, ou seja, através de coordenadas tridimensionais X, Y, Z em um editor. Assim que os dados são inseridos, é possível observar a antena em 3D, clicando em um botão chamado “View Ant”. Nessa janela é apresentado controles de rotação, zoom e ajustes da antena. O cálculo é realizado clicando no botão “FF Plot”, onde são apresentados o diagrama de irradiação no perfil vertical e horizontal, bem como as

informações como ganho em dBi, relação frente-costas, abertura do feixe, ganho no lóbulo principal. Nesse gráfico também é possível mover o cursor e verificar o ganho em cada ponto do diagrama. Assim como os outros programas é possível observar a ROE para uma faixa de frequências. Essa observação é feita através de um gráfico com os respectivos valores de ROE para as frequências inseridas. Nesse gráfico é apresentado detalhes da menor ROE alcançada. Por fim, no EZNEC é possível fazer uma análise detalhada do campo próximo da antena. A tela principal do *software* pode ser visualizada na Figura 3.

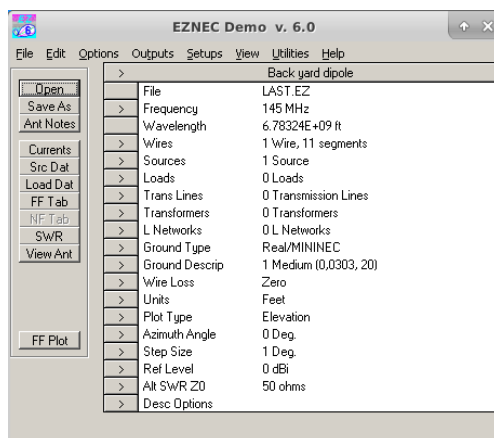


Figura 03 – Tela principal do EZNEC.

Fonte: elaboração própria (2016).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O campo de estudo e desenvolvimento de antenas é dinâmico, e, nos últimos anos a tecnologia de antenas tem sido uma parceira indispensável da evolução das telecomunicações. Muitos dos grandes avanços que ocorreram nesse período estão em uso corrente atualmente, entretanto, hoje nos deparamos com inúmeras questões e desafios, principalmente devido à crescente demanda por sistemas de alto desempenho. Os *softwares* de modelagem de antena auxiliam nos projetos, ajustes e otimização para contribuir com a demanda por sistemas de alto desempenho.

Os *softwares* utilizados tem características similares, pois utilizam o NEC ou se baseiam nele como *engine*. Algumas observações podem ser realizadas, como por exemplo, o Mmana-Gal tem uma interface intuitiva e todo processamento acontece somente em uma janela, enquanto os outros abrem várias janelas. O 4NEC2 tem um recurso 3D mais apurado, enquanto o Mmana-Gal é mais simples. O 4NEC2 tem alguns modelos de antenas pré-definidos onde construir tridimensionalmente seria complexo, como antenas

helicoidais e parábolas. O 4NEC2 também apresenta a Carta de Smith, o Mmana-gal e o EZNEC não. Sobre múltiplas instâncias, o EZNEC é o único que não aceita, os outros dois *softwares* permitem abrir o programa várias vezes na mesma área de trabalho. Os gráficos do EZNEC tem maior precisão e são bem organizados, no entanto o gráfico do padrão de irradiação possui somente o campo total, enquanto os outros *softwares* apresentam os perfis horizontais e verticais. Uma outra análise pode ser feita no tempo de processamento, ambos tiveram o mesmo desempenho. Por fim, todos os três *softwares* são bem amparados por documentações, tutoriais, exemplos e guias, principalmente pelo fato de serem muito utilizados por radioamadores.

Nos cursos da área de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina, nas disciplinas de Radiotransmissão, Antenas e Propagação e Sistemas de Telecomunicações, são apresentados aos alunos a possibilidade de escolher entre os *softwares* que mais os agradam sem prejuízo ou diferença em cálculo entre eles.

Outros *softwares* estão em análise para serem utilizados nas disciplinas como por exemplo: o EMCoS Antenna Vlab e o AN-SOF 100.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Câmpus São José, por disponibilizar equipamentos e infraestrutura para desenvolvimento das análises.

REFERÊNCIAS

BALANIS, Constantine. **Teoria de Antenas – Análise e Síntese**. São Paulo: Editora LTC, 2005.

BURKE, G. J.; POGGIO, A. J. **Numerical Electromagnetics Code (NEC) – Method of Moments, Part I – Programa Description – Theory**. Lawrence Livermore Laboratory, 1981.

FRENZEL, Louis. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica – Linhas, Micro-ondas e Antenas**. Editora McGraw-Hill, 2013.

LEWALLEN, Roy. **EZNEC**. Disponível em <<https://www.eznec.com/>>. Acesso em 09 de Julho de 2016.

MORI, Makoto; SCHEWELEW, Alex; GONTCHARENKO, Igor. **MMANA-GAL basic & MMANA-GAL Pro**. Disponível em <<http://hamsoft.ca/pages/mmana-gal.php>>. Acesso em 05 de Julho de 2016.

POISEL, Richard. **Antenna Systems and Electronic Warfare Applications**. Editora Artech House, 2012.

VOORS, Arie. **4NEC2**. Disponível em <<http://www.qsl.net/4nec2/>>. Acesso em 07 de Julho de 2016.

CONCEPÇÃO DE UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS PARA REDE DE COOPERAÇÃO SOLIDÁRIA DE MATO GROSSO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Alessandra Maieski

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Educação
Cuiabá – MT
<http://lattes.cnpq.br/0315528525561008>

Elmo Batista de Faria

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Computação
Cuiabá – MT
<http://lattes.cnpq.br/6049827216001666>

Josiel Maimone de Figueiredo

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Computação
Cuiabá – MT
<http://lattes.cnpq.br/1242386923227672>

Irapuan Noce

Universidade Federal de Mato Grosso
Instituto de Computação
Cuiabá – MT
<http://lattes.cnpq.br/7270620287083525>

Oscar Zalla Sampaio Neto

Universidade Federal de Mato Grosso
Faculdade de Nutrição
Cuiabá – MT
<http://lattes.cnpq.br/2379683480481692>

RESUMO: Os pequenos agricultores, pertencentes a baixada cuiabana, quando no exercício de sua atividade profissional, atuam de

forma individual, sem uma articulação coletiva, ficando na dependência de atravessadores que compram seus produtos para revender. Para que os produtos sejam comercializados diretamente aos clientes finais e interessados, o modelo tradicional é através de feiras. Contudo, a pandemia COVID-19 impediu o funcionamento das mesmas. Dessa forma, a utilização de um aplicativo de comercialização é de fundamental importância para esses agricultores. Neste contexto, este artigo tem como objetivo principal apresentar o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel (APP) e uma plataforma web, para facilitar a comercialização, controle de estoques da produção e a logística de entregas.

PALAVRAS-CHAVE: Dispositivo Móvel. Plataforma web. Comercialização. Recoopsol.

CONCEPTION OF A PRODUCT COMMERCIALIZATION MOBILE PLATFORM FOR MATO GROSSO SOLIDARY COOPERATION NETWORK

ABSTRACT: The small farmers belonging to the lowland cuiabana, when exercising their professional activity, act individually without a collective articulation, being dependent on middlemen who buy their products to resell. For products to be marketed directly to end customers and stakeholders, the traditional model is through fairs. However, a COVID-19 pandemic prevented them from functioning, the use of a marketing application is of fundamental importance to farmers. In this context, this article aims to present the development of a mobile application (APP) and web system, to facilitate

the commercialization, control of production inventories and delivery issues.

KEYWORDS: Mobile device. Web system. Commercialization. Recoopsol.

1 | DISCUSSÕES INICIAIS

Os pequenos agricultores quando no exercício de sua atividade profissional, atuam de forma individual sem uma articulação coletiva, ficando na dependência de atravessadores que compram seus produtos, legalmente ou não, pagando baixos preços, porém, estando sempre presentes para a aquisição dos produtos. A consequência tem sido a descontinuidade de projetos, o abandono de propriedades rurais e a queda da qualidade de vida das comunidades tradicionais frente ao resto da população brasileira. Isso tem significado a perda dos métodos de manejo tradicional e a sua substituição por métodos não adaptados e por isso danosos ao ecossistema, não obstante isso, o distanciamento social obrigatório devido a Pandemia do COVID-19 acabou por dificultar ainda mais a comercialização para esses agricultores que se viram impedidos de comercializar seus produtos nas feiras.

Podemos destacar nesse contexto, o Programa de Extensão Tecnológica “Rede de Cooperação Solidária de Mato Grosso” (RECOOPSOL)¹, que atende prioritariamente empreendimento econômico solidários da região dos territórios da Cidadania da Baixada Cuiabana Rurais do Alto Paraguai e da Região Sul do Estado de Mato Grosso. Em particular, o território da cidadania da Baixada Cuiabana que está localizado nos ecossistemas Pantanal e Cerrado do Estado de Mato Grosso. Este Território da Cidadania abrange uma área de 85.369,70 Km², composto por 14 municípios, tendo as cidades de Cuiabá e Várzea Grande como o maior mercado consumidor do estado. A população total do Território da Cidadania da Baixada Cuiabana é de 976.064 habitantes, dos quais 77.147 vivem na área rural, o que corresponde a 7,90% do total. Possui 10.260 agricultores familiares, 11.154 famílias assentadas, 49 comunidades quilombolas e 4 terras indígenas, Sampaio Neto (2014).

Diante dessas características, compreende-se que o desenvolvimento do Aplicativo e toda plataforma web apresentado aqui, fomenta um ambiente colaborativo, promovendo arranjos produtivos locais, comercialização direta e coletiva e uma comunicação integrada entre as organizações. Através dele, é possível promover a comercialização, a integração e a divulgação dos produtos da Rede, proporcionando um maior contato dos consumidores com produtores, através de uma comunicação voltada para o consumo consciente. Nesse sentido, o objetivo desse artigo é apresentar os passos do desenvolvimento de um

1 A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), juntamente com outras entidades realizam uma ação conjunta no projeto “Rede de Cooperação Solidária de Mato Grosso”, participando de uma grande ação de sensibilização para causas da Economia Solidária e de ações articuladas de formação, fortalecimento dos Colegiados de Economia Solidária, assessoramento técnico e potencialização de plataformas de comercialização para geração de renda para povos e comunidades tradicionais e agricultores familiares. Este trabalho contou com o apoio do Departamento de Economia Solidária do Ministério da Cidadania (DESOL/MC).

aplicativo de compra e venda de produtos e o sistema web para gerenciamento, que facilita a comercialização e controle de estoques da produção para os pequenos produtores.

2 | CAMINHOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos realizados na criação do APP, exigiu primeiramente uma pesquisa sobre ferramentas computacionais para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis. Perpassando pela construção com códigos computacionais as funcionalidades do aplicativo e montando uma infraestrutura de banco de dados para armazenagem de informações de estoque dos produtos comercializados. A modelagem de software utilizada se baseou em três ferramentas de documentação que serão apresentadas nos próximos itens: modelagem de processos *business process model and notation (BPMN)*; prototipação de telas com uso de *storyboards*; e, banco de dados.

2.1 Modelagem de processos *BPMN (business process model and notation)*

A notação *BPMN* especifica o processo de negócio em um diagrama fácil de ler tanto para os usuários técnicos quanto para os usuários de negócios, é intuitiva e permite a representação de detalhes complexos do processo. Para Dufresne e Martin (2014), a simbologia *BPMN* serve como uma linguagem padrão, permitindo a comunicação entre a modelagem do processo e sua execução.

A figura 1 apresenta os processos iniciais que compõe o sistema de negociação de produtos gerados pelas comunidades e pequenos agricultores rurais. O diagrama exposto está dividido por área de ação, sendo elas: fiscal, financeiro, compras, estoque e predição, este último gera automaticamente uma lista de compras baseada no histórico dos pedidos e com uso de inteligência artificial. Esse processo de geração automática ainda está em fase de desenvolvimento e ele funcionará como referência para compras futuras dos consumidores.

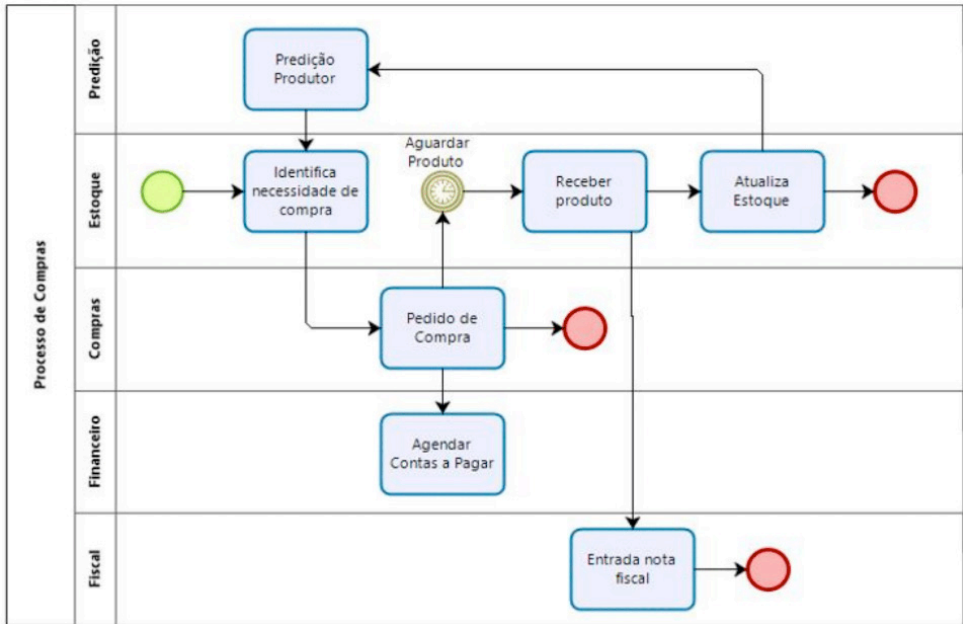


Figura 1 – Processo de compras dos sistemas confeccionado no software Bizagi

Fonte: Diagrama elaborado pelos autores.

A notação *BPM* indica o caminho por onde percorre todo o processo de compra e venda de mercadorias, que são compostas por produtos da agricultura familiar e de Empreendimentos Econômico Solidários (EES), dentre eles: frutas, verduras, alimentos processados e produtos do artesanato local, oriundo das comunidades de toda baixada cuiabana.

2.2 Prototipação de telas com uso de *storyboards*

Os *storyboards* são utilizados na confecção de histórias em quadrinho e no cinema, podem também ser utilizados na diagramação de protótipo de telas e construir um enredo na dinâmica das telas de programas de computador, Gress (2014). A semelhança com os quadrinhos, se faz pelo fato de o *storyboard* também ter uma história, sendo contada através de uma sequência de quadros e pelo fato de também se utilizar de recursos como ângulos e técnicas de composição de uma cena. No entanto, o desenho de um *storyboard* está mais assemelhado a uma pintura em estilo impressionista, do que os estilos marcados a nanquim, comuns nas histórias em quadrinhos. Isso se deve também ao fato de que a imagem de um *storyboard* precisar transmitir uma impressão mais fiel de uma imagem real, sem no entanto, determinar muitos detalhes, que no momento em que ele é feito seria de menor importância, sendo mais importante transmitir a sequência e clima de uma cena.

Na figura 2 podemos observar as telas do APP desde a sua concepção até a sua

primeira versão.



Figura 2 – Storyboard das telas do APP do cliente. (Software InvisionApp)

Fonte: Captura da tela inicial do APP, desenvolvida pelos autores.

Em todo o mercado audiovisual, a *storyboard* é utilizado para um desenho animado ou para uma superprodução cinematográfica, sendo o seu recurso uma maneira relativamente, fácil, simples e barata. As telas de um software possuem todas as características de uma cena de cinema, porém descrevem como a tela vai ser apresentada ao usuário e destacam

algumas de suas funcionalidades.

2.3 Base de dados

A base de dados foi modelada no software BRModelo, ferramenta livre para modelagem de dados, no qual um Diagrama Entidade Relacionamento (DER) característico de um sistema de compra e venda foi desenvolvido. Para uso das aplicações foi utilizado o banco de dados *PostgreSQL*, que oferece diversas funcionalidades modernas, dentre elas, comandos complexos, chaves estrangeiras, gatilhos, visões, integridade transacional e controle de simultaneidade multiversão, korth e Silberschatz, (1999).

3 | RESULTADOS

O desenvolvimento do aplicativo móvel possibilitou resultados satisfatórios, dentre eles, podemos citar: a criação de um sistema denominado de *Backend*, que é uma aplicação web desenvolvida no *framework Django*, que utiliza *python* como linguagem principal de desenvolvimento; a criação e desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel do consumidor, desenvolvido na plataforma do Android Studio e utilização do *framework Flutter*, assim como, bem como o aplicativo do agricultor para dispositivo móvel, desenvolvido no Android Studio.

Nos próximos dois itens abaixo, iremos detalhar cada um desses resultados destacados aqui.

3.1 Sistema de retaguarda, para cadastros gerais e acompanhamento das atividades desenvolvidas em campo

A figura 3 apresenta o sistema web desenvolvido para cadastro e comercialização pela web, este sistema dá suporte as operações realizadas pelos aplicativos desenvolvidos. Todo o processo de cadastro básico, é realizado por este sistema, além da validação de clientes e produtores envolvidos no processo de comercialização. Com acesso a essa plataforma os gestores podem cadastrar usuários e gerenciar empreendimentos, cadastro de fotos, produtos e estoques. É possível também cadastrar usuários para o aplicativo do produtor. O sistema web permite realizar compras, com a utilização de um navegador e computador desktop.



Figura 3 – Sistema web, para cadastros gerais e monitoramento de vendas

Fonte: Captura da tela do APP, desenvolvido pelos autores.

3.2 Aplicativo do agricultor e aplicativo do consumidor

Os aplicativos tanto do agricultor como do consumidor estão disponíveis nas lojas da App Store (Apple) e Play Store (Android), para serem instalados em todos os dispositivos móveis. Ao instalar o aplicativo, o agricultor faz um cadastro de usuário e passa a operar no sistema disponibilizando seus produtos, atualizando estoque e definindo preço para a venda. Já o consumidor pode fazer um auto cadastro, com autenticação por e-mail e em seguida acessar os produtos disponíveis e realizar as compras.

O aplicativo do agricultor atende com a utilização de um centro de distribuição localizado na capital do estado de Mato Grosso, Cuiabá, este centro opera o aplicativo para geração dos pedidos e o cálculo das entregas. As funcionalidades básicas de compra e retirada dos produtos é encaminhada para esse centro de distribuição pelo agricultor e o consumidor pode retirar em um ponto de entrega ou optar por receber em casa, no formato delivery de entrega na capital. Um destes pontos de entrega de produtos é na própria Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), onde funcionava a Ecofeira². Atualmente o aplicativo possui cerca de 430 produtos cadastrados que são disponibilizados por 16 empreendimentos (agricultores familiares) e estão organizados em itens: frutas, verduras, legumes, temperos, pães e biscoitos, polpas e bebidas, artesanato e laticínios.

As telas em azuis (três primeiras) apresentadas na figura 4, representam o sistema de compras sob a visão do consumidor, na sequência temos a tela de Login, a tela de

² Ecofeira é uma feira que acontecia as sextas-feiras no período noturno do lado de fora do Campus da UFMT, no entanto, devido ao distanciamento social obrigatório por causa da Pandemia do Covid-19, a feira está suspensa no momento.

cardápio principal, com o menu de itens a venda, as opções do consumidor e a tela de pedidos realizados pelo mesmo e sua situação.

As telas predominantemente verdes (três últimas), representam o aplicativo do agricultor e algumas de suas funcionalidades, entre elas podemos destacar, o *dashboard* de pedidos realizados que aparecem com seu número e a quantidade de itens em forma de uma cesta de compras. Com esse mesmo aplicativo é possível cadastrar e fazer o controle de estoque dos produtos comercializados no aplicativo do consumidor. Destaca-se também os relatórios de vendas e controle da logística de entrega dos produtos. O APP do agricultor contempla além disso, um pequeno controle de fluxo de caixa, com as entradas e as saídas registradas no banco de dados.

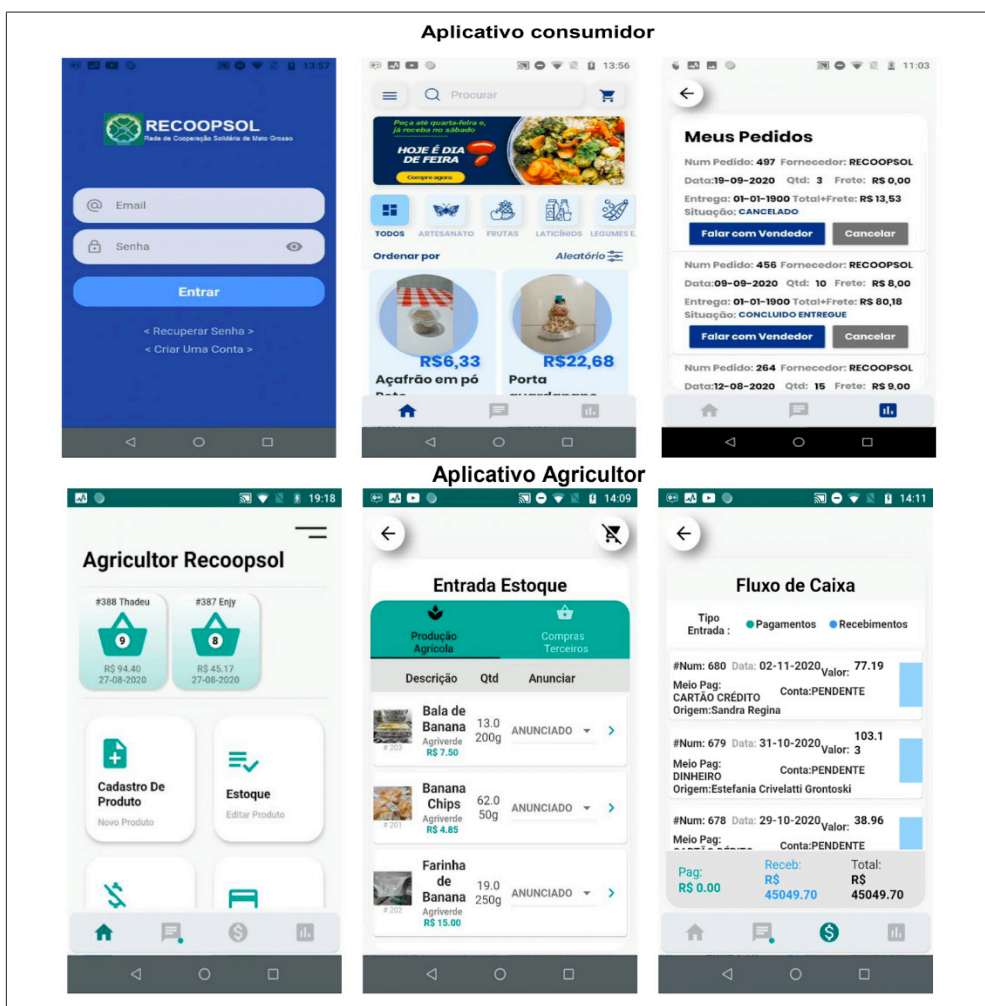


Figura 4 – Telas do aplicativo do consumidor e do agricultor do sistema Android

Fonte: Capturas das telas dos app desenvolvido pelos autores.

Ao todo o APP possui aproximadamente 35 telas para os dois aplicativos. Todas as informações ficam armazenadas na base de dados do PostgreSQL, em um sistema de servidores virtualizados, no Instituto de Computação (IC) da UFMT. Também foi gerada uma versão para o sistema IOS da Apple, como apresentado no simulador do Iphone X na figura 5. Isto é possível pois a tecnologia *Flutter*, trata-se de um sistema híbrido, que gera códigos utilizando as IDE's mais recentes, Android Studio e *VScode*, para gerar código final para ambas as plataformas, com a utilização dos ambientes Windows ou Mac.

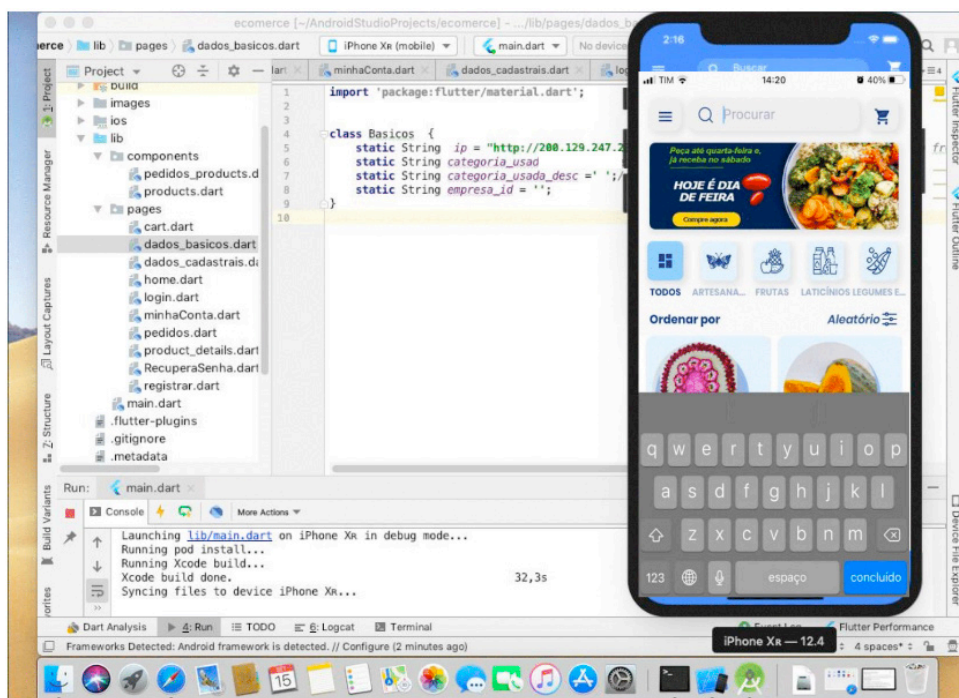


Figura 5 – Tela do App para a plataforma IOS da Apple.

Fonte: Captura da tela de dados elaborada pelos autores.

4 | CONCLUSÕES

O aplicativo está a 4 meses em fase de plena operação e comercialização dos produtos, recebeu nesse período 690 pedidos, movimentado 5960 itens vendidos, tendo uma média de mais de 3 mil reais comercializados semanalmente. Atualmente já possui cerca de 509 consumidores cadastrados e prontos para realizar compras, foram efetivadas 620 ativações em aparelhos Android e 39 para IOS. A previsão ainda para o ano de 2020 é que o APP atenda 80 agricultores e cerca de mais de 500 consumidores.

A criação desse APP, juntamente com as outras ações que compõe o Programa

RECOPSOOL, possibilitam avanços importantes para o estabelecimento de relações de confiança entre entidades governamentais, empresariais, acadêmicas e empreendimento econômicos solidários, constituídos por membros de povos e comunidades tradicionais na área rural e urbana da baixada cuiabana. Nesse sentido, objetivo principal desse projeto, que é desenvolver um meio facilitador de comercialização entre os agricultores e o consumidor final, baseado em um APP, onde os estoques devem ser observados e reservas de compras possível pelos interessados, está sendo atingido.

Está sendo desenvolvido, juntamente com os aplicativos, um sistema de sugestão de lista de compras utilizando Inteligência Artificial, baseado no histórico de compra dos clientes, tecnologia que permitirá a aquisição de produtos de forma inteligente para que não falte produtos e diminua as sobras e perdas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Mato Grosso, 2010.

DUFRESNE, T. MARTIN, J. **Process Modeling for E-Business**. In: GRESS, J. Visual Effects and Compositing. In INFS 770 Methods for Information Systems Engineering: Knowledge Management and E-Business. Spring, 2014.

GRESS, J. **Visual Effects and Compositing**. In INFS 770 Methods for Information Systems Engineering: Knowledge Management and E-Business. Spring, 2014.

KORTH, Henry; SILBERSHATZ, Abraham. **Sistemas de Bancos de Dados**. Makron Books. São Paulo, 3a. edição, 1999.

SAMPAIO NETO, Oscar Zalla *et al.*, **Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares da Universidade Federal de Mato Grosso UFMT**. Brasília, Instituições de Pesquisa Tecnológica, p. 372–381, 2014.

DESENVOLVIMENTO DE JOGOS COMO ESTRATÉGIA PARA APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Rafael Lucas da Costa

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<https://orcid.org/0000-0003-2652-7639>

Carlos Eduardo Ribeiro

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3513114304816561>

Daniela de Freitas Guilherme Trindade

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0712611341649155>

José Reinaldo Merlin

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0840048221330827>

RESUMO: As disciplinas de programação estão entre as mais complexas para os alunos, apresentando altos índices de desistência e reprovação. Visando minimizar este problema, muitas abordagens têm sido propostas. Uma delas envolve o desenvolvimento de jogos. Neste sentido, é necessário investigar como os conteúdos presentes tradicionalmente nas ementas e conteúdos programáticos podem ser trabalhados com a utilização de jogos. Para desenvolver jogos podem ser utilizados diversos *frameworks*. Este trabalho teve como objetivo

analisar um desses *frameworks*, o JavaFX, no contexto do ensino e aprendizagem de programação orientada a objetos. Sendo assim, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico destacando as dificuldades do ensino da programação. A seguir foram apresentados os benefícios da utilização de ferramentas digitais e dos jogos no ensino, e então foi realizado um estudo do *framework* JavaFX. Após isso, foi feito o levantamento dos conteúdos da disciplina de programação orientada a objetos. Tais conteúdos foram trabalhados por meio do desenvolvimento de um jogo, que teve as interfaces criadas com o JavaFX. Então foi aplicada uma atividade com um grupo de estudantes de cursos de tecnologia, na qual desenvolveram um jogo utilizando os conceitos da programação orientada a objetos. Ao fim desta atividade, foi aplicado um questionário avaliando o aprendizado e a opinião dos estudantes sobre o experimento. A partir disso foi realizada uma análise na qual constatou-se que os estudantes foram capazes de aprender os conceitos básicos de orientação a objetos, pois se tornaram menos abstratos. Também foi constatado que os alunos consideraram a atividade mais lúdica e atrativa.

PALAVRAS-CHAVE: Orientação a objetos. Jogos no ensino. Programação. JavaFX.

GAME DEVELOPMENT AS AN OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING LEARNING STRATEGY

ABSTRACT: Programming disciplines are among the most complex for students, with high dropout and failure rates. In order to minimize this

problem, many approaches have been proposed. One of them involves game development. In this sense, it is necessary to investigate how the contents traditionally present in the discipline program can be worked with the use of games. To develop games, several frameworks can be used. This work aimed to analyze one of these frameworks, JavaFX, in the context of teaching and learning object-oriented programming. Therefore, a bibliographic survey was first carried out highlighting the difficulties of teaching programming. The following, benefits of using digital tools and games in teaching were presented, and then a study of the JavaFX framework was performed. After that, the content of the object-oriented programming discipline was surveyed. Such contents were works through the development of a game, which had the interfaces created with JavaFX. Then an activity was applied with a group of students of technology courses, in which they developed a game using the concepts of object-oriented programming. At the end of this activity, a questionnaire was applied to assess students' learning and opinion about the experiment. From this, an analysis was carried out in which it was found that students were able to learn the basic concepts of object orientation, as they became less abstract. It was also found that the students considered the activity more playful and attractive.

KEYWORDS: Object orientation. Games in teaching. Programming. JavaFX.

1 | INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo está marcado pelo avanço das tecnologias de informação e comunicação, as quais estão presentes no cotidiano do ser humano em tempo integral com múltiplas finalidades. São utilizadas para facilitar e agilizar processos tanto dentro do ambiente das organizações quanto fora, bem como para diversão e entretenimento.

Na área educacional não é diferente. A tecnologia pode ser utilizada para adaptar o processo de ensino e aprendizagem, formulando novas estratégias e atividades capazes de facilitar, agilizar e motivar a aprendizagem dos alunos. Principalmente em casos quando os conteúdos são abstratos e complexos, dificultando a assimilação de conhecimento e levando alguns alunos a abandonar e reprovar em uma disciplina.

Um exemplo destas disciplinas é a programação, a qual apresenta taxas elevadas de evasão e retenção de estudantes. Nessa perspectiva, segundo a afirmação de Martins (2015), a disciplina de programação em cursos de tecnologia é uma das quais os alunos mais apresentam dificuldades no aprendizado. Isso se deve a falta de familiaridade com a programação e seus conceitos abstratos. Deve ser mencionado também que muitos alunos não se identificam com as técnicas de ensino utilizadas e por isso é comum encontrar alunos desmotivados e deslocados nas salas de aula.

A desmotivação dos estudantes também se deve aos programas desenvolvidos não possuírem interfaces gráficas mais elaboradas, com as quais estão acostumados a utilizar diariamente, além de muitos programas desenvolvidos nas aulas se basearem em exemplos matemáticos que não despertam interesse do aluno (BORGES, 2020).

Tal problema leva ao surgimento de iniciativas que visam alterar a abordagem de ensino e aprendizagem convencional utilizando ambientes lúdicos de aprendizagem de

programação. Dessa maneira os alunos iniciantes na área podem ter sua aprendizagem facilitada e motivada (ROCHA et al., 2013).

Como exemplo de abordagem alternativa de ensino pode ser citado a utilização dos jogos educacionais. Os jogos fornecem uma experiência visual, mais atrativa e fácil de ser compreendida. Além disso, na visão de Kebritchi e Hirumi (2008) os jogos tornam necessário a realização de ações, fazendo o aluno aprender de forma mais interativa e tomar decisões, sendo considerados assim ferramentas efetivas na aprendizagem.

Os jogos educacionais também se destacam por possibilitar a utilização de estratégias de aprendizagem em uma determinada área de conhecimento de forma que incentivem o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico e indutivo, além de tornar a aprendizagem lúdica (ALVES; SIGNORETTI; PARADEDA, 2017).

Jogar jogos eletrônicos é uma atividade praticada por muitos estudantes pois é divertida, desafiadora e cativante. Portanto, desenvolver jogos visando aprender um conceito pode ser uma atividade igualmente desafiadora, motivadora e divertida para os alunos.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é investigar a possibilidade de ensinar os conceitos da Programação Orientada a Objetos por meio do desenvolvimento de jogos com o *framework* JavaFX para facilitar e motivar a aprendizagem de uma forma lúdica.

1.2 Justificativa

O ensino e aprendizagem de programação, segundo Piteira e Haddad (2011), são consideradas tarefas complexas e as disciplinas da área possuem altos índices de reprovação e desistência. Para Piteira e Costa (2013), a dificuldade dos alunos é identificada principalmente na compreensão de certos conceitos de programação como ponteiros, recursão, orientação a objetos, criação de variáveis e outros.

Em relação às dificuldades da programação orientada a objetos, Júnior (2013) afirma que a maioria dos estudantes não compreendem corretamente os elementos da linguagem e confundem classes com objetos, classes com métodos, identificadores de atributos e métodos, e possuem dificuldade de aplicar outros elementos da linguagem na solução de problemas.

Portanto, o presente trabalho se justifica pela necessidade de investigar se o desenvolvimento de jogos com JavaFX pode ser utilizado como ferramenta lúdica de ensino dos conceitos da programação orientada a objetos, para facilitar e motivar a aprendizagem dos estudantes, diminuindo a quantidade de desistências e reprovações.

1.3 Metodologia

Em relação aos objetivos, esta pesquisa é caracterizada como um estudo

exploratório, cujo propósito é expor o problema e proporcionar maior familiaridade com o mesmo, visando torná-lo mais explícito ou levar a construção de hipóteses (GIL, 2002).

Para o procedimento de coleta de dados, foi utilizado o levantamento bibliográfico, analisando livros, artigos científicos e outros trabalhos acadêmicos relacionados a área de pesquisa. Além disso, esta pesquisa é fundamentada em análises qualitativas, as quais segundo a afirmação de Zanella (2013), possuem como base conhecimentos teóricos e empíricos que permitem aplicar um método científico válido.

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, foram seguidos os seguintes passos metodológicos:

- Levantamento das problemáticas acerca do ensino da programação;
- Demonstração das vantagens de se utilizar jogos no ensino como recurso motivador e facilitador de aprendizagem;
- Estudo do *framework* JavaFX como ferramenta para o desenvolvimento de jogos;
- Relacionamento entre o conteúdo da disciplina de Programação Orientada a Objetos e o *framework* JavaFX;
- Desenvolvimento de um jogo utilizando os conceitos da programação orientada a objetos;
- Realização de uma prática que envolve o desenvolvimento do jogo com um grupo de estudantes;
- Aplicação de uma pesquisa de opinião para verificar a opinião dos estudantes sobre a prática; e
- Análise dos resultados obtidos com a prática.

1.4 Organização do Trabalho

Este texto está organizado da seguinte forma. Nesta Seção foi apresentada a introdução do trabalho, com os objetivos, justificativa e a metodologia de pesquisa. Na Seção 2 é apresentado o desenvolvimento deste trabalho, que se inicia com o levantamento dos conteúdos e conceitos da orientação a objetos, a apresentação do jogo desenvolvido utilizando os conceitos selecionados, e a aplicação de uma prática que envolve a programação de um jogo por um grupo de estudantes. Na seção 3 são apresentados os resultados obtidos com a prática e também as discussões e opiniões do autor deste trabalho. Na seção 4 é apresentada a conclusão do trabalho sugestões de trabalhos futuros.

2 | ORIENTAÇÃO A OBJETOS NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

Nas disciplinas introdutórias de programação são trabalhados dois paradigmas

principais, procedimental e orientado a objetos. O procedimental é utilizado em séries iniciais para se apresentar a lógica de programação, enquanto o orientado a objetos é usado posteriormente.

Para desenvolver este trabalho foi realizado uma pesquisa com foco na programação orientada a objetos. A primeira etapa consistiu em realizar um levantamento dos conteúdos que compõem a disciplina de programação orientado a objetos. Na segunda etapa foi proposto o desenvolvimento de um jogo, que utiliza esse paradigma com o objetivo de facilitar a compreensão dos conteúdos, engajar e motivar os estudantes. O jogo possui telas desenvolvidas com o framework JavaFX, contudo, para os fins deste estudo não foram explicados a fundo os conceitos desta plataforma. Na terceira etapa foram relacionados os conteúdos abordados pela orientação a objetos com o jogo desenvolvido. Na quarta etapa foi proposta uma atividade de desenvolvimento de um jogo para um grupo de estudantes selecionados, que após finalizá-la responderam um questionário avaliando sua compreensão sobre os conteúdos, sua opinião sobre a atividade e sobre o *framework* JavaFX.

2.1 Levantamento dos conteúdos de orientação a objetos

Merlin et al. (2019) realizou em levantamento dos principais conteúdos abordados nas disciplinas de orientação a objetos, em 10 instituições que possuem cursos de Sistemas de Informação, Ciência da Computação e Análise e Desenvolvimento de Sistemas. No estudo são elencados 24 temas, entre conceitos abstratos e características próprias de alguma linguagem. Dentre estes temas, foram selecionados cinco para serem tratados neste trabalho, por serem os mais básicos e recorrentes entre as instituições. São eles: classes, atributos, métodos, objetos e herança. Estes temas foram inseridos no contexto do desenvolvimento de um jogo.

2.2 O Jogo Proposto

O jogo proposto neste trabalho foi chamado de “Batalha de Blocos”, inspirado no clássico *Space Invaders*. Considerando que o público-alvo é constituído por alunos iniciantes em programação, é necessário trabalhar com uma lógica simples. No “Batalha de Blocos” (Figura 1) o personagem jogador é representado por um quadrado azul, capaz de se movimentar lateralmente e disparar um projétil com o objetivo de destruir os inimigos. Os inimigos são representados por quadrados vermelhos e também disparam um projétil que pode destruir o personagem jogador. O jogo termina quando o personagem jogador é atingido ou quando o jogador destrói todos os inimigos.

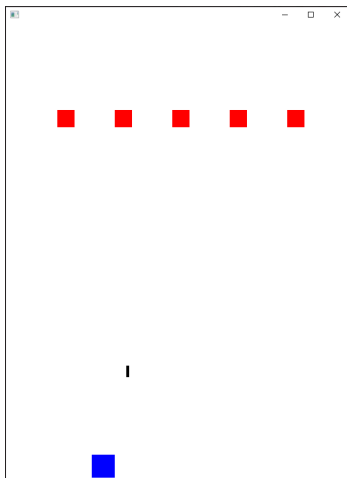


Figura 1. Tela do jogo proposto.

O objetivo dessa proposta é que o indivíduo que esteja desenvolvendo a aplicação compreenda os conceitos básicos de orientação a objetos, como classes, objetos, métodos, atributos e herança por meio de um jogo com mecânica simples, de forma lúdica e menos abstrata.

2.3 Aplicando conceitos de programação orientada a objetos no desenvolvimento do jogo “Batalha de Blocos”

Para o desenvolvimento do jogo, os conceitos de orientação a objetos anteriormente selecionados foram aplicados no desenvolvimento do código, como exposto a seguir.

Classes

Classes são um tipo definido pelo usuário que contém a estrutura e especificação para os objetos. A classe deve envolver, associar e controlar o acesso a funções e dados, além de especificar os seus dados (atributos) e funções (métodos).

Este conceito é representado no código desenvolvido para o jogo “Batalha de Blocos” na classe `Bloco` (Figura 2), que contém a estrutura para criar um bloco que aparecer na tela, de acordo com os parâmetros que receber. A classe `Bloco` é uma subclasse da classe nativa `Rectangle` do *framework* JavaFX, usada para a criação de um retângulo na tela.

```

1 public class Bloco extends Rectangle {
2     boolean morto = false;
3     final String tipo;
4
5     Bloco(int posX, int posY, int largura,
6         int altura, String tipo, Color color) {
7         super(largura, altura, color);
8         this.tipo = tipo;
9         setTranslateX(posX);
10        setTranslateY(posY);
11    }
12
13    void moverParaEsquerda() {
14        setTranslateX(getTranslateX() - 5);
15    }
16
17    void moverParaDireita() {
18        setTranslateX(getTranslateX() + 5);
19    }
20
21    void moverParaCima() {
22        setTranslateY(getTranslateY() - 5);
23    }
24
25    void moverParaBaixo() {
26        setTranslateY(getTranslateY() + 5);
27    }
28 }

```

Figura 2. Classe Bloco.

Atributos

Os atributos são propriedades semelhantes que os objetos criados a partir de uma classe possuem. Cada atributo permite que sejam definidos intervalos de valores que representam as propriedades do objeto instanciado.

No jogo “Batalha de Blocos” é possível criar várias instâncias da classe Bloco, cada um com seus próprios atributos e métodos, que se diferenciam por algumas características, como o tipo de bloco, que pode ser inimigo, bala ou jogador. Os atributos da classe Bloco são representados pelas seguintes variáveis:

- posX, posY: definem a localização na tela do jogo;
- morto: define se o bloco criado na tela do jogo está vivo ou morto;
- tipo: define o tipo de bloco criado na tela (jogador, inimigo ou bala).

Métodos

Os métodos são responsáveis por determinar as ações que os objetos de uma classe podem realizar quando forem requisitados. Durante sua execução possuem acesso aos dados armazenados em uma instância de objeto e são capazes de manipular esses dados.

No jogo “Batalha de Blocos”, no código da classe Bloco, os métodos determinam as ações de movimento do Bloco na tela. Como exemplo pode ser citado o caso do bloco jogador, capaz de se movimentar para a direita ou esquerda. No caso dos blocos balas, o movimento pode ser para cima ou para baixo.

Objetos

Os objetos são instâncias criadas a partir de uma classe. São responsáveis por determinar quais informações o objeto contém e como essas informações serão manipuladas. Podem ser criados múltiplos objetos durante a execução do programa, cada um com suas propriedades e comportamentos únicos. A classe representa somente a estrutura ou molde para criação de objetos, sendo que estes, por sua vez, contêm a informação de fato.

No jogo “Batalha de Blocos” são criados três tipos de objetos principais a partir da classe Bloco. Estes objetos representam o personagem do jogador, os cinco inimigos e as balas que são disparadas por ambos. Os objetos jogador e inimigo são criados apenas uma vez na execução do código, enquanto as balas são objetos criados toda vez que o jogador ou o inimigo realizar um disparo.

Herança

A herança dentro dos conceitos de orientação a objetos é um princípio que permite que uma classe base compartilhe seus métodos e atributos com uma classe derivada. Dessa maneira existe um relacionamento organizado de forma hierárquica, que é constituído por dois tipos de classes:

- Classe Base: esta classe é responsável por disponibilizar suas características para outra classe.
- Classe Derivada: esta classe herda as características da classe base.

O uso da herança é feito normalmente quando se deseja criar uma implementação específica de um caso mais geral, por isso deve-se definir apenas características que tornam a classe única. No jogo “Batalha de Blocos”, a classe Bloco herda as características da classe Rectangle, que é uma classe interna do *framework* JavaFX. A classe Rectangle possui como atributos:

- X e Y : definem as coordenadas do retângulo que aparece na tela;

- `Height`: Define a altura do retângulo;
- `Width`: Define a largura do retângulo;
- `arcHeight`: Define o diâmetro vertical do arco nos quatro cantos do retângulo; e
- `arcWidth`: Define o diâmetro horizontal do arco nos quatro cantos do retângulo.

Por ser uma classe derivada, a classe `Bloco` utiliza apenas os atributos `height` e `width`, denominados altura e largura, respectivamente, além dos atributos `x` e `y`. É importante citar ainda que `Bloco` possui suas próprias características, como o seu estado de morto e o seu tipo de bloco.

2.4 Aplicando o estudo

Uma vez definidos os conceitos básicos de orientação a objetos e como trabalhar com eles, uma prática foi conduzida com estudantes voluntários, a fim de verificar a eficácia e dificuldades da estratégia. Em decorrência da quarentena imposta pela pandemia do COVID-19 durante o desenvolvimento deste trabalho, as atividades foram realizadas de forma remota.

Um tutorial foi elaborado para auxiliar no desenvolvimento da tela da aplicação, que não é o objetivo do trabalho, e permitir o foco nos conceitos-chave de orientação a objetos.

Foram selecionados nove estudantes e reunidos por meio da plataforma *Google Classroom*. Nesta plataforma foi disponibilizado o tutorial e proposta a atividade (desenvolvimento e execução do jogo), deixando-se o prazo de 48 horas para realização. Em relação aos participantes, são alunos do primeiro ao quarto ano dos cursos de Sistemas de Informação e Ciência da Computação, com idades entre 18 e 30 anos. O intuito de selecionar estudantes com estas características foi verificar a opinião dos indivíduos com mais experiência em programação e de outros com menos experiência, bem como avaliar se a atividade de desenvolver o jogo é atrativa para ambos. Além disso, também foi analisado se o *framework* JavaFX exerce influência sobre a aprendizagem desses estudantes.

Após a realização da atividade, um questionário foi aplicado, a fim de avaliar a opinião dos estudantes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização da atividade proposta foi aplicado um questionário com 11 questões, sendo 10 delas de múltipla escolha. Nestas, as opções de resposta eram “sim”, “não” e “indiferente”. Visaram identificar se o estudante foi capaz de compreender os conceitos básicos de orientação a objetos por meio do jogo desenvolvido. Também foi questionado se os estudantes consideraram a tarefa de desenvolver um jogo uma tarefa lúdica e motivadora, além de perguntar sobre a utilização do *framework* JavaFX. Uma última questão, dissertativa, propunha que escrevessem livremente sobre a experiência ao

realizar a atividade. No Quadro 1 estão sintetizadas as respostas do questionário.

Pergunta	Sim	Não	Indiferente
O desenvolvimento do jogo ajudou a entender o conceito de “Classe”?	100 %	0 %	0 %
O desenvolvimento do jogo ajudou a entender o conceito de “Atributos”?	100 %	0 %	0 %
O desenvolvimento do jogo ajudou a entender o conceito de “Métodos”?	100 %	0 %	0 %
O desenvolvimento do jogo ajudou a entender o conceito de “Objetos”?	100 %	0 %	0 %
O desenvolvimento do jogo ajudou a entender o conceito de “Herança”?	100 %	0 %	0 %
Ao desenvolver o jogo, os conceitos de orientação a objetos podem ser visualizados de forma mais realística e menos abstrata?	100 %	0 %	0 %
Você sentiu mais interesse pela aula ao saber que desenvolveria um jogo?	66,7 %	11,1 %	22,2 %
A proposta de desenvolver um jogo torna a aula mais divertida?	88,9 %	11,1 %	0 %
Você considerou que o uso da ferramenta JavaFX foi de fácil compreensão?	88,9 %	0 %	11,1 %
A ferramenta JavaFX atrapalhou na compreensão dos conceitos de orientação a objetos?	33,3 %	66,7 %	0 %

Quadro 1 – Respostas do questionário.

Nos relatos apresentados pelos estudantes na última questão de texto livre, na qual deveriam comentar sobre suas experiências no desenvolvimento da atividade. Alguns estudantes afirmaram que a atividade foi de fácil resolução e bem detalhada, permitindo que os conceitos de Orientação a Objetos fossem melhor fixados, consolidados e compreendidos até mesmo por quem tem pouco conhecimento na linguagem Java. Um dos estudantes relatou que sentiu dificuldade no desenvolvimento por não saber claramente onde inserir os códigos do tutorial, mas acredita que isso seria resolvido com o auxílio de um professor. Alguns estudantes relataram também que o desenvolvimento do jogo foi uma proposta válida por ser uma atividade divertida, que desperta um maior interesse por ser uma experiência visual e diferente do que é visto normalmente nas aulas, o que auxilia na compreensão dos conceitos de orientação a objetos. Sobre o JavaFX, a maioria dos estudantes afirmou que o *framework* foi fácil de ser compreendido e utilizada, sendo que apenas um relatou que não compreendeu bem a sua função.

Em relação a análise feita pelo autor sobre os resultados e a aplicação do estudo, pode-se afirmar que foram encontradas dificuldades para aplicá-lo em decorrência das circunstâncias impostas pela pandemia do Coronavírus, que estabeleceu a necessidade de reunir os participantes do estudo virtualmente e aplicá-lo num ambiente online. Somente

foi possível aplicar o estudo ao elaborar um tutorial bem detalhado sobre como realizar a atividade proposta e disponibilizá-la numa plataforma virtual voltada a educação.

As respostas dos estudantes se demonstraram positivas em relação a aprendizagem dos conceitos abordados. Percebeu-se que é possível utilizar o desenvolvimento de jogos com o *framework* JavaFX como estratégia de aprendizagem para os conceitos de orientação a objetos.

Vale ressaltar que existem algumas desvantagens em relação ao *framework* JavaFX. Uma delas está relacionada a dificuldade de implementar seu código caso o aluno não tenha conhecimento sobre o seu funcionamento e suas diversas funcionalidades.

Outra desvantagem é a necessidade de se herdar, na classe principal da aplicação, a classe *Application*, que para iniciantes da orientação a objetos ainda é um conceito desconhecido, então seria necessário um conhecimento prévio. Contudo, o professor pode fornecer um “esqueleto” de código pronto das telas implementadas com JavaFX, permitindo que os alunos foquem seu aprendizado, compreendendo e implementando os conceitos de orientação a objetos nas classes específicas a serem desenvolvidas.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentada a utilização do *framework* JavaFX para desenvolver um jogo como estratégia de aprendizagem dos conceitos de orientação a objetos. Para isso foi realizado um levantamento dos conteúdos ministrados na disciplina de programação orientada a objetos. Foram abordados apenas os conceitos principais desse paradigma de programação.

Os resultados demonstraram que os estudantes que realizaram a atividade foram capazes de desenvolver o jogo. Além disso também conseguiram compreender e assimilar o conteúdo de orientação a objetos. Observou-se que a maioria dos estudantes consideraram a atividade fácil de ser realizada e divertida, além de se sentirem mais interessados por se tratar do desenvolvimento de um jogo. Vale ressaltar também que a maioria não sentiu dificuldades para compreender conceitos básicos do JavaFX e também não consideraram que o *framework* atrapalhou na compreensão dos conceitos da orientação a objetos.

Dada a dificuldade em se entender os conceitos abstratos quando se estuda programação é importante utilizar estratégias de ensino diferentes que tornem o ensino mais dinâmico, lúdico e fácil de ser visualizado. Uma dessas estratégias é o desenvolvimento de jogos. Com ela pode-se despertar nos estudantes um maior interesse pelo conteúdo, além de facilitar o processo de aprendizagem por meio da representação visual dos conceitos abstratos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. de O.; SIGNORETTI, A.; PARADEDA, R. **Brincando com julho's: Jogo educativo para pessoas com de ciencia intelectual**. In: SBGames - XVI Simposio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital. [s.n.], 2017. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/ComputacaoShort/176141.pdf>>. Acesso em: 09 de out. de 2019.
- BORGES, M. A. F. (2000). **Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação**. In: VIII Workshop de Educação em Computação, Curitiba, PR.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.
- JUNIOR, E. V. B. **Análise Da Prática Docente No Processo De Ensino De Programação Orientada a Objetos Mediado Por Meio De Rede Social Educativa**. 2013. Dissertação de Mestrado(Pós-Graduação em Ciência da Computação) - UFPE, Recife, 2013.
- KEBRITCHI, M.; HIRUMI, A. **Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games**. Computers & Education, v. 51, p. 1729-1743, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu/attachments/41593380/download_file?st=MTU3MDQ3MDQzM5w0NS4xNzluMjM4LjMwLDk1MDUxNDg0&s=swp-toolbar>. Acesso em: 30 de ago. de 2020.
- MARTINS, L. A. da S. **A ferramenta scratch como elemento motivador da aprendizagem de algoritmos**. Editora Realize, v. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17449>>. Acesso em: 30 de ago. de 20.
- MERLIN, J. R.; SAQUES, V. O. ; BRAZ, R. S. ; ANASTACIO, P. R. . **Análise da Ferramenta Robocode Para Aprendizado de Orientação a Objetos**. In: CONIEN – II Congresso Internacional de Ensino, 2019, Cornélio Procópio. Anais do CONIEN – II Congresso Internacional de Ensino, 2019. p. 2036-2045.
- PITEIRA, M.; COSTA, C. J. **Learning computer programming: Study of difficulties in learning programming**. In: ACM International Conference Proceeding Series, 2013. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2503859.2503871>>. Acesso em: 07 de out. de 2019.
- PITEIRA, M.; HADDAD, S. R. **Innovate in your program computer class: An approach based on a serious game**. In: ACM International Conference Proceeding Series, 2011. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2016716.2016730>>. Acesso em: 07 de out. de 2019.
- ROCHA, A. S.; SILVA, J. F. J.; CARNEIRO, D. A.; SANTOS, J. M. J. **Utilização do scratch como ferramenta de auxílio a aprendizagem de programação**. In: XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE ~EDUCACAO EM ENGENHARIA, 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/260834707>>. Acesso em: 10 de ago. de 2019.
- ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de Pesquisa**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013. 134 p. Disponível em: <<http://arquivos.eadadm.ufsc.br/EaDADM/UAB20142/Modulo1/Metodologia/materialdidatico/Livro%20texto%20Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>>.

EL RETO DE AUTENTICAR Y VIGILAR EXÁMENES A DISTANCIA: SUPERVISIÓN REMOTA A TRAVÉS DE SOFTWARE

Data de aceite: 01/02/2021

Jessica Fernández Garza

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de
Monterrey
México
<https://orcid.org/0000-0001-8607-4411>

Martha Eugenia Alemán Flores

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de
Monterrey
México
<https://orcid.org/0000-0003-3496-4740>

RESUMEN: La educación a distancia ha crecido aceleradamente en los últimos años, sin embargo, existen incógnitas sobre la confiabilidad de sus evaluaciones. Una de las soluciones propuestas recientemente es utilizar softwares de supervisión remota para autenticar y monitorear exámenes sin importar la ubicación geográfica del estudiante. La presente investigación realiza un cuasi experimento en dos cursos de la Maestría en Administración Empresarial: Economía gerencial y Planeación estratégica, la muestra fue de un total de 417 estudiantes. Los exámenes parciales fueron aplicados en línea sin supervisión y el examen final es el que se aplica supervisado remotamente a través de software. La hipótesis a probar es: El desempeño académico del estudiante es diferente en exámenes a distancia no supervisados con respecto a los supervisados remotamente a través de software, los resultados muestran tendencia a calificaciones altas en exámenes

no supervisados y se sugiere continuar con el empleo del software, pero considerando medidas que ayuden a la adopción tecnológica del mismo.

PALABRAS CLAVE: Examen a distancia, examen supervisado, software de monitoreo, supervisión remota.

THE CHALLENGE OF AUTHENTICATING AND MONITORING REMOTE EXAMS: REMOTE MONITORING THROUGH SOFTWARE

ABSTRACT: Distance education has grown rapidly in recent years, however, there are unknowns about the reliability of its evaluations. One of the recently proposed solutions is to use remote monitoring software to authenticate and monitor exams regardless of the student's geographic location. This research carries out a quasi-experiment in two Master's degrees in Business Administration: Management Economics and Strategic Planning, the sample was a total of 417 students. The partial exams were applied online without supervision and the final exam is the one that is applied remotely supervised through software. The hypothesis to be tested is: The student's academic performance is different in distance examinations not supervised with respect to those supervised remotely through software, the results show a tendency to high marks in exams not supervised and it is suggested to continue using the software, but considering measures that help technology adoption.

KEYWORDS: Remote exam, supervised exam, monitoring software, remote proctor.

O DIREITO DE AUTENTICAR E MONITORAR EXAMES REMOTAMENTE: MONITORAMENTO REMOTO POR SOFTWARE

RESUMO: A educação a distância tem crescido rapidamente nos últimos anos, porém, ainda há dúvidas sobre a confiabilidade de suas avaliações. Uma das soluções propostas recentemente é usar um software de supervisão remota para autenticar e monitorar exames independentemente da localização geográfica do aluno. Esta pesquisa realiza um quase experimento em dois cursos do Mestrado em Administração de Empresas: Economia Gerencial e Planejamento Estratégico, a amostra totalizou 417 alunos. Os exames parciais foram administrados online sem supervisão e o exame final é aquele administrado à distância através de software. A hipótese a ser testada é: O desempenho acadêmico do aluno é diferente nos exames a distância não supervisionados em comparação aos supervisionados remotamente por software, os resultados mostram uma tendência de altas notas nos exames não supervisionados e sugere-se a continuidade do uso do software, mas considerando medidas que auxiliem na adoção de sua tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Exame remoto, exame supervisionado, software de monitoramento, supervisão remota.

1 | INTRODUCCIÓN

La educación a distancia ha crecido aceleradamente en los últimos años, beneficiando al reducir la brecha educativa de la sociedad (Allen y Seaman, 2013); sin embargo, este crecimiento ha sido acompañado por incógnitas sobre la confiabilidad de sus evaluaciones. La efectividad de la evaluación en línea depende de su validez, confiabilidad y honestidad (Gikandi, Morrow, y Davis, 2011). Dado lo anterior, las universidades buscan diferentes soluciones al reto de autenticar y monitorear estudiantes que radican en países extranjeros o que frecuentemente viajan y que no pueden asistir a un campus a realizar exámenes presencialmente. Una de las soluciones propuestas recientemente es utilizar softwares de supervisión remota para autenticar y monitorear exámenes sin importar la ubicación geográfica del estudiante. Todo este proceso es grabado por el software para generar un reporte de los exámenes sospechosos del grupo para la posterior consulta del profesor.

El presente estudio muestra los resultados obtenidos en 2 cursos en línea de la Maestría en Administración Empresarial del Tecnológico de Monterrey en donde la hipótesis a probar es: *El desempeño académico del estudiante es diferente en exámenes a distancia no supervisados con respecto a los supervisados remotamente a través de software.*

2 | DESARROLLO

2.1 Marco teórico

La educación a distancia al tener evaluaciones que no son cara a cara como en el método tradicional de educación es considerada más propensa a deshonestidades

académicas en aspectos tales como la autenticación del estudiante, el empleo de materiales no autorizados, ingreso a celulares, sitios web no permitidos, elaboración no individual del examen, entre otros (Hearn Moore, P., Head, J. D., y Griffin, R. B., 2017).

Ante el reto de autenticar y supervisar a los estudiantes que realizan exámenes en línea los programas que imparten la modalidad de estudio a distancia empiezan a utilizar el empleo de la tecnología para ayudar en la supervisión (Bedford, Gregg, y Clinton, 2009). Entre las soluciones tecnológicas recientemente empleadas y que están tomando mayor práctica está “Proctoring” que consiste en monitorear remotamente al estudiante a través de cámaras web. Uno de los pioneros en utilizar esta metodología es la Plataforma edX (<https://www.edx.org/es>).

Una opción de la vigilancia es que un profesor o agente confiable ayudado con herramientas que permiten ver al estudiante mientras presenta a través de cámara web certifique que el examen fue realizado íntegramente. Hylton, Levy y Dringus (2016) realizan un estudio de este tipo de supervisión en un piloto de 21 estudiantes multiculturales y encuentran que los alumnos expresan que el proceso de vigilancia fue sencillo, que se sintieron acompañados durante el examen por el supervisor, pero sienten preocupación sobre la seguridad de sus datos y su privacidad.

Otra opción de la supervisión es aún más innovadora, se refiere a una vigilancia remota por medio de softwares tales como Remote Proctor Now (RPNOW), eProctoring, ProctorExams, entre otros, que tienen sus propios algoritmos para identificar exámenes sospechosos y en donde el profesor no vigila en tiempo real al estudiante, pero revisa el reporte de exámenes sospechosos de forma posterior (Martínez López, F. J., García Ordaz, M., Infante Moro, A., Gallardo Pérez, J., & Infante Moro, J. C., 2018). Estos softwares intentan resolver dos aspectos cruciales, 1) la autenticación del estudiante y 2) la restricción de materiales no permitidos en el examen (Dunn, T. P., Meine, M. F. y McCarley, J, 2010).

2.2 Descripción de la innovación

La supervisión remota en exámenes a distancia a través de software presenta un nuevo ecosistema para la evaluación de los exámenes tanto para estudiantes como para profesores, en esta innovadora forma de supervisión no existe un profesor, supervisor o humano vigilando en tiempo real al estudiante mientras realiza su examen, esto es lo que más se diferencia en cuanto a la forma en que tradicionalmente se aplican los exámenes. El rol del estudiante inicia con la instalación del software, el ingreso a su examen con password automatizado, autenticación mediante fotografía del alumno y de su identificación, escaneo del lugar en donde físicamente realizará el examen, videograbación del resto de la aplicación del examen y en caso de incidentes técnicos, el estudiante requerirá contactar al proveedor del software para solución de la situación. Dado lo anterior, el estudiante no solo tiene que presentar examen, sino que tiene que acompañar su aplicación con el dominio tecnológico del software. El rol del profesor es acompañar al estudiante en su proceso de adopción

del nuevo software con suficiente anticipación para que el día del examen esto no sea un contratiempo que afecte el desempeño académico del alumno, orientarle con las dudas de instalación, con los pasos a seguir para poder realizar su examen, y finalmente, revisar el reporte que el software genera de los exámenes considerados como casos sospechosos para decidir si existió o no deshonestidad académica o si se requiere una investigación más profunda. Es así que, el profesor se desprende de su rol de supervisión y facilitador en tiempo real del examen y se convierte en acompañante del estudiante en la adopción del software de supervisión y de revisor extemporáneo del examen mediante la consulta del reporte generado por el software después de 5 días de haber presentado el estudiante.

El software genera un reporte de exámenes: libres de sospecha y sospechosos de violación a las reglas de aplicación del examen (falta de autenticación precisa del estudiante, uso de dispositivos móviles, de audífonos, consulta a sitios de internet y materiales no permitidos, entre otros). El profesor procede entonces a la revisión de aquellos registros clasificados como sospechosos de violación a las reglas y dependiendo de los hallazgos detectados, determina si amerita sanción o no y cómo se procedería en caso afirmativo.

2.3 Proceso de implementación de la innovación

El perfil de los estudiantes de la Maestría en Administración Empresarial del Tecnológico de Monterrey en el modelo de educación a distancia es multicultural, en la última encuesta realizada del perfil de estudiantes de la maestría se muestra una cobertura amplia a nivel nacional e internacional, en el país tenemos estudiantes radicando en los 31 estados de México y a nivel internacional contamos con estudiantes radicando en un total de 22 países. El 81.7% radica en México, el 7,3% en Colombia, el 4.6% en Ecuador, el 3% en Estados Unidos, entre otros países. (ver Tabla 1).

País	Estudiantes	%
México	1,130	81.7%
Colombia	101	7.3%
Ecuador	63	4.6%
Estados Unidos	41	3.0%
Costa Rica	11	0.8%
Perú	8	0.6%
Panamá	4	0.3%
Chile	4	0.3%
Venezuela	2	0.1%
Alemania	2	0.1%

Paraguay	2	0.1%
Guatemala	2	0.1%
Argentina	2	0.1%
Bolivia	2	0.1%
Honduras	2	0.1%
Bélgica	1	0.1%
Etiopía	1	0.1%
Omán	1	0.1%
Nicaragua	1	0.1%
República Dominicana	1	0.1%
El Salvador	1	0.1%
Austria	1	0.1%
Total	1,383	100%

Nota: Elaboración propia con información de la encuesta aplicada a estudiantes de la Maestría en Administración Empresarial (2017).

Tabla 1

Países de residencia de los alumnos en la Maestría en Administración Empresarial

En sus inicios la aplicación de exámenes en esta maestría de modalidad a distancia fue presencial, solicitando a los alumnos acudir a uno de los campus o sedes del Tecnológico de Monterrey en donde personal de la institución supervisaba la aplicación.

La institución cuenta con 25 campus a nivel nacional, sus instalaciones físicas dejaron de ser suficientes para la demanda de estudiantes nacionales e internacionales que empezó a tener el programa de estudios. Dado lo anterior, se comenzaron a aplicar exámenes a distancia supervisados por profesores a través de herramientas de tecnología utilizadas para video conferencias tales como: Skype, Webex, Blackboard Collaborate; sin embargo, estas herramientas tenían la limitante de no poder utilizarse para supervisar grupos con alta población de estudiantes; por lo que nos vimos en la necesidad de buscar opciones alternas que sí lo permitieran y finalmente se llegó al uso de software para supervisión remota en la aplicación de exámenes.

Para ello se cuenta con un área encargada de la administración de la supervisión de exámenes, quien funge como representante de la institución ante el proveedor del software, hace la programación de exámenes previo acuerdo con los profesores, la notifica al proveedor y se encarga de dar seguimiento hasta que los reportes de supervisión son generados.

Previo a cada aplicación de un examen supervisado remotamente se realiza un

simulacro en la herramienta a fin de familiarizar al alumno con su uso y para asegurar que su equipo de cómputo cumple con las especificaciones técnicas que el software requiere para funcionar de manera óptima.

Un aspecto importante a realizar es coleccionar durante el simulacro la firma del estudiante de que está enterado de cómo se realizará el examen y de que será videograbado, esto por cuestiones de privacidad

2.4 Evaluación de resultados

Se presentan los resultados obtenidos de un cuasi experimento que consistió en la implementación de exámenes parciales no supervisados y un examen final supervisado remotamente por software en dos de los cursos con mayor cantidad de estudiantes de la Maestría en Administración Empresarial: Economía gerencial y Planeación estratégica durante el trimestre de abril a julio 2019. La muestra fue de un total de 417 estudiantes, 215 del curso de Economía gerencial y 202 del curso Planeación estratégica.

Los exámenes parciales fueron aplicados en línea sin supervisión, es decir, se habilita el examen para que el alumno lo presente ingresando al curso con sus claves de acceso y no existe un supervisor que garantice la integridad académica, se confía en que el alumno no hará uso de materiales no permitidos en el examen y que lo realizará de forma individual. El examen final es el que se aplica supervisado remotamente a través de software RPNOW.

La Tabla 2 presenta las estadísticas descriptivas de los exámenes, se observa que el promedio de los exámenes no supervisados en el curso de Economía gerencial es más alto que el examen final supervisado. En el curso de Planeación estratégica encontramos que el promedio fue más alto en 3 de los exámenes no supervisados con respecto al supervisado y en los otros dos exámenes el promedio estuvo cercano al del examen supervisado.

Al analizar el porcentaje de acreditados en el curso de Economía gerencial se observa que los exámenes no supervisados tienen un porcentaje mayor al 70%, mientras que el supervisado asciende a un 38%. En el curso de Planeación estratégica encontramos un porcentaje de acreditados es más homogéneo oscilando entre 47% y 62% en cualquier de los dos tipos de exámenes.

Examen	Supervisado	Acreditados (%)	Media
Primer parcial	No	86%	82
Segundo parcial	No	70%	74
Tercer parcial	No	80%	79
Examen final	Sí	38%	62

Economía gerencial

Examen	Supervisado	Acreditados (%)	Media
Ex1	No	62%	75
Ex2	No	48%	68
Ex3	No	58%	73
Ex4	No	47%	68
Ex5	No	58%	73
Examen final	Si	55%	69

Planeación estratégica

Tabla 2
Estadísticas de los exámenes por curso.

Analizaremos el comportamiento que tuvo el grupo en diferentes escenarios, realizando un análisis cruzado del desempeño de los alumnos en los exámenes no supervisados y supervisados, de tal forma que nos permita visualizar consistencias e inconsistencias. Denotaremos como acreditado las calificaciones arriba de 70 y no acreditado los que obtuvieron 69 o menos para interpretar el análisis. La Tabla 3 resume la información para ambos cursos analizados, la columna 1 muestra el porcentaje de alumnos que acreditaron ambos tipos de examen; la columna 2 nos muestra el porcentaje de estudiantes que no acreditaron los exámenes fueran o no supervisados. Las dos columnas mencionadas contienen a los estudiantes que tuvieron un comportamiento consistente sin importar la supervisión. La columna 3 muestra el porcentaje de estudiantes que no acreditaron exámenes no supervisados y que sí acreditaron el examen final supervisado. La columna 4 muestra el grupo que es de especial interés ya que son los estudiantes que acreditaron los exámenes no supervisados y de los cuales se esperaba que también acreditaran el examen final supervisado; sin embargo, no fue así.

En el curso de Economía gerencial se observa que el mayor porcentaje del grupo, entre el 39% y el 50%, obtuvo un menor desempeño académico al ser supervisado.

En el curso de Planeación estratégica el comportamiento del grupo fue más consistente. Entre el 25% y el 38% acreditó los exámenes sin que el factor supervisión afectara su desempeño.

	Desempeño académico en el examen no supervisado/ Desempeño académico en el examen supervisado				Prueba de independencia Ji cuadrada	
	(1) Acreditado/ Acreditado	(2) No acreditado / No acreditado	(3) No acreditado / Acreditado	(4) Acreditado / No acreditado	Valor	Sig. (2 lados)
Examen 1 vs Examen final	77 (35.8%)	25 (11.6%)	5 (2.3%)	108 (50.2%)	6.81	.009*
Examen 2 vs Examen final	66 (30.7%)	49 (22.8%)	16 (7.4%)	84 (39.1%)	7.22	.007*
Examen 3 vs Examen final	69 (32.1%)	31 (14.4%)	13 (6.0%)	102 (47.4%)	1.73	.188

Economía gerencial

	Desempeño académico en el examen no supervisado/ Desempeño académico en el examen supervisado				Prueba de independencia Ji cuadrada	
	(1) Acreditado/ Acreditado	(2) No acreditado/ No acreditado	(3) No acreditado / Acreditado	(4) Acreditado / No acreditado	Valor	Sig. (2 lados)
Examen 1 vs Examen final	78 (38.6%)	43 (21.3%)	34 (16.8%)	47 (23.3%)	6.42	.011*
Examen 2 vs Examen final	61 (30.2%)	54 (26.7%)	51 (25.2%)	36 (17.8%)	4.18	.041*
Examen 3 vs Examen final	70 (34.7%)	44 (21.8%)	42 (20.8%)	46 (22.8%)	2.64	.104
Examen 4 vs Examen final	52 (25.7%)	47 (23.3%)	60 (29.7%)	43 (21.3%)	.03	.849
Examen 5 vs Examen final	67 (33.2%)	40 (19.8%)	45 (22.3%)	50 (24.8%)	.37	.542

Se considera acreditado de 70 a 100.

*Significancia estadística

Planeación estratégica

Tabla 3

Desempeño académico en el examen no supervisado Vs. Desempeño académico en el examen supervisado.

La prueba de independencia de ji cuadrada se realizó para ver si existe o no un efecto de independencia en las calificaciones del estudiante en los exámenes no supervisados y el sí supervisado, se espera que sí exista dependencia ya que los exámenes parciales contribuyen al desempeño del examen final y la variante es la presencia o ausencia de supervisión, sin embargo, los resultados no son concluyentes, en ninguno de los dos cursos, ya que en economía 2 de las 3 pruebas muestran que los alumnos tiene un comportamiento dependiente, mientras que en planeación estratégica, 2 de las 5 pruebas muestran dependencia. En los casos en donde no fue significativa la prueba nos indica que el desempeño del estudiante es diferente en un examen no supervisado con respecto a uno sí supervisado.

3 | CONCLUSIONES

La presente investigación concluye que el desempeño académico de los estudiantes

depende del método en que se aplica el examen. Se encontró tendencia a calificaciones altas en los exámenes no supervisados y en el examen supervisado remotamente a través de software tiende a calificaciones menores.

La reducción en calificaciones en el examen supervisado remotamente puede ser causada por la reducción o eliminación de deshonestidad académica, pero también puede existir ansiedad durante el examen por la falta de dominio tecnológico de la herramienta, y aunque el software ofrece soluciones al reto de autenticar y monitorear al estudiante en los exámenes sin importar su ubicación geográfica se requiere emplearlo con acciones que coadyuven al estudiante a dominar esta nueva forma de realizar exámenes a distancia sin afectar su desempeño académico.

Limitaciones del proyecto, los resultados no pueden ser generalizados y se requiere replicar el experimento en otros cursos. Adicionalmente, se realizó solamente un simulacro del empleo del software previo al examen final y hay que probar si el alumno necesita más práctica.

REFERENCIAS

Alessio, H. M., Malay, N., Maurer, K., Bailer, A. J., & Rubin, B. (2017). Examining the effect of proctoring on online test scores. *Online Learning, 21*(1), 146-161.

Allen, I. E., & Seaman, J. (2013). *Changing course: Ten years of tracking online education in the United States*. Sloan Consortium. PO Box 1238, Newburyport, MA 01950.

Bedford, W., Gregg, J., & Clinton, S. (2009). Implementing technology to prevent online cheating: A case study at a small southern regional university (SSRU). *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching, 5*(2), 230-238.

Dunn, T. P., Meine, M. F., & McCarley, J. (2010). The Remote Proctor: An Innovative Technological Solution for Online Course Integrity. *International Journal of Technology, Knowledge & Society, 6*(1).

EdX. Online proctoring pioneer joins open edX platform to ensure integrity of online testing. PR Newswire.2017, Jul 20.

Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & education, 57*(4), 2333-2351.

Hearn Moore, P., Head, J. D., & Griffin, R. B. (2017). Impeding Students' Efforts to Cheat in Online Classes. *Journal of Learning in Higher Education, 13*(1), 9-23.

Lilley, M., Meere, J., & Barker, T. (2016). Remote Live Invigilation: A Pilot Study. *Journal of Interactive Media in Education, 2016*(1).

Martínez López, F. J., García Ordaz, M., Infante Moro, A., Gallardo Pérez, J., & Infante Moro, J. C. (2018). Proctoring: reto para la enseñanza del siglo XXI.

ESTIMANDO A USABILIDADE DE UM SIMULADOR DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE POLÍTICAS DE ESCALONAMENTO DE PROCESSOS: UM RELATO DE TESTES DE USUÁRIO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 29/12/2020

Leo Natan Paschoal

Universidade de São Paulo
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/0701955386251459>

João Paulo Biazotto

Universidade de São Paulo
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/6925679889563832>

Myke Morais de Oliveira

Universidade de São Paulo
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/2172007541060630>

Ana Caroline Fernandes Spengler

Universidade de São Paulo
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/8194593067437529>

RESUMO: O aprendizado de escalonamento de processos na CPU é descrito na literatura como não trivial, dado o nível de abstração da temática. Para subsidiar o ensino desse assunto, professores de computação têm investido no estabelecimento de simuladores educacionais. Esses mecanismos de apoio ao ensino são capazes de proporcionar um ambiente no qual o aluno pode construir, configurar, executar, visualizar e deletar processos que são submetidos a escalonadores que implementam diferentes políticas, as quais os alunos desejam ter um

melhor entendimento. Por ser um simulador educacional, o aluno pode compreender estados de um processo construído, acompanhar uma transição de estado por meio visual e entender o comportamento de um processo com base em uma determinada política ou algoritmo de escalonamento. Um simulador educacional existente é o SSP-Edu, que está disponível para acesso, uso e modificação. Apesar de estar disponível, não há um entendimento concreto sobre o grau em que ele pode ser usado por alunos de computação para aprender as políticas de escalonamento de processos em CPU, com efetividade, eficiência e até mesmo com satisfação. Uma maneira de compreender isso é por meio de avaliação de usabilidade. Assim, visando contribuir com o simulador SSP-Edu, este estudo reporta a execução e os resultados obtidos de um teste de usabilidade feito no simulador. O teste aplicado consistiu no uso do *System Usability Scale*, que é um dos instrumentos específicos para reconhecer o grau de usabilidade de produtos de software.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de usabilidade, ensino de computação, escalonamento de processos na CPU, teste de usuário.

ABSTRACT: Learning CPU scheduling is described in the literature as nontrivial due to the level of abstraction of its theme. To support the teaching of this subject, computer teachers have invested in the establishment of educational simulators. These educational simulators are capable to provide an environment in which the student can build, configure, execute, view, and delete processes that are submitted to schedulers

who implement different policies, which the students want to understand better. Because it is an educational simulator, the student can understand the states of a built process, follow a state transition visually, and understand the behavior of a process based on a given policy or scheduling algorithm. An existing educational simulator is the SSP-Edu, which is available for access, use, and modification. Although it is available, there is no concrete understanding of the degree to which it can be used by computer students to learn the process scheduling policies in CPU, with effectiveness, efficiency, and even with satisfaction. One way to understand this is through usability evaluation. Thus, aiming to contribute to the SSP-Edu simulator, this study reports the execution and the results obtained from a usability test performed on the simulator. The applied test consisted of the use of the System Usability Scale, which is one of the specific instruments to recognize the degree of usability of software products.

KEYWORDS: Usability evaluation, computer science education, CPU scheduling, user testing.

1 | CONTEXTUALIZAÇÃO

No Brasil, os cursos de computação possuem ementas diversificadas, que cobrem diversos conteúdos relacionados a essa ciência. Esses diversos assuntos visam formar profissionais capacitados, capazes de compreender, projetar e desenvolver diversos tipos de sistemas computacionais, e em diversos níveis (PRIETCH, 2010). Levando isso em consideração, é notório que a compreensão do funcionamento de sistemas operacionais é muito relevante para a formação desses profissionais, uma vez que esses sistemas gerenciam todos os recursos e são base para o desenvolvimento de outros sistemas. Logo, a disciplina de Sistemas Operacionais é uma das disciplinas básicas de praticamente qualquer curso de computação, desde cursos mais básicos de informática até bacharelados (PRIETCH, 2010).

Diversos tópicos precisam ser cobertos durante uma disciplina de Sistemas Operacionais. O aluno precisa compreender a organização dos sistemas operacionais, as rotinas que esse sistema realiza, o seu funcionamento e a função de cada uma das partes que o compõem (COSTA *et al.*, 2018). Dentre esses tópicos, o escalonamento de processos é um dos principais assuntos que são abordados durante o curso. Segundo Tanenbaum (2016), o escalonamento de processos consiste em uma estratégia para gerenciar os processos que serão executados pela CPU. Essa estratégia define uma política de escalonamento que determina a ordem de execução dos processos, o tempo disponível para cada processo, dentre outras informações (TANENBAUM, 2016). Pode-se entender um processo como sendo um programa em execução. Inicialmente, independente de seu tipo, cada processo utilizava a CPU até finalizar sua execução, logo, as políticas de escalonamento eram bastante simples.

Com o passar do tempo e a evolução dos computadores e dos sistemas computacionais, os sistemas operacionais passaram a ter de lidar com a multiprogramação,

ou seja, múltiplos processos precisavam utilizar a CPU e, agora, os sistemas operacionais precisam gerenciar essa rotina de execução. Assim, os sistemas operacionais precisaram implementar mecanismos de concorrência, ou seja, mecanismos que permitem que vários processos concorram por um mesmo recurso, e, assim, o sistema precisaria distribuir o uso desses recursos. Além disso, esses sistemas passaram a ser interativos, ou seja, permitiam que o usuário realizasse solicitações ao sistema. Logo, os algoritmos de escalonamento podem ser entendidos como a maneira que um sistema operacional distribuirá o tempo de CPU para que cada processo possa ser executado (TANENBAUM, 2016).

Nos cursos de Sistemas Operacionais, vários algoritmos são explorados e exemplificados. No entanto, nota-se um alto nível de abstração quanto a esse conteúdo. Há relatos na literatura que expressam uma grande dificuldade dos alunos compreenderem a maneira como os processos são selecionados para serem executados, quanto às interrupções e às trocas de processos dentro do processador (PASCHOAL *et al.*, 2019; PASCHOAL *et al.*, 2020). Muito disso se deve à falta de uma visão integrada, que mostre todas as etapas do escalonamento de processos. Pensando nisso, simuladores educacionais de escalonamento de processos foram propostos na literatura, a fim de fornecer essa visão holística do funcionamento dos algoritmos de escalonamento (COSTA *et al.*, 2018; GUIMARÃES *et al.*, 2016; IMAI *et al.*, 2015).

A utilização de simuladores ocorre em diversas áreas de conhecimento. De maneira geral, a simulação permite que o aluno tenha contato com determinadas situações práticas que, em ambientes reais, ou seriam muito custosas ou apresentariam algum tipo de risco (ALNOUKARI *et al.*, 2013). No ensino de computação, especificamente na disciplina de sistemas operacionais, a utilização de simuladores reduz consideravelmente a abstração em relação a rotina de escalonamento de processos. Com a utilização dessas ferramentas, o aluno pode visualizar as mudanças de estado dos processos, a troca de processos dentro da CPU, a lista de processos aguardando execução, dentre outras informações que auxiliam o entendimento de toda a rotina (FIORAVANTI *et al.* 2016).

Um simulador específico de escalonamento de processos relatado na literatura é o SSP-Edu, um simulador *open-source* que permite a simulação de diversos algoritmos de escalonamento de processos, para dois tipos de sistemas computacionais (batch e interativos) (PASCHOAL *et al.*, 2019). Esse simulador permite a criação de processos e a visualização dos elementos que fazem parte da rotina de escalonamento de processos (*e.g.*, tempo de CPU, tipo de processo, tempo para operação de E/S, entre outros). Através do uso deste simulador, os alunos podem observar todo o processo de escalonamento, reduzindo o nível de abstração e, conseqüentemente, melhorando o aprendizado deste assunto.

Sob uma outra perspectiva, a utilização de simuladores educacionais precisa ser satisfatória do ponto de vista do usuário. Os elementos da interface precisam ser intuitivos e simples de utilizar, uma vez que os alunos deverão interagir com essas aplicações durante

um certo tempo. Assim, em outras palavras, é necessário que o conceito de usabilidade seja atingido por esses simuladores. Entende-se por usabilidade a capacidade de um sistema computacional ser de fácil aprendizagem e na utilização. Nielsen (2003) define ainda que a usabilidade pode ser definida por um conjunto de cinco conceitos:

- Capacidade de aprendizagem (*Learnability*): o sistema deve ser fácil de utilizar desde a primeira vez que se tem contato com ele;
- Eficiência (*Efficiency*): as tarefas que precisam ser feitas pelos sistemas precisam ser realizadas de maneira rápida;
- Memorização (*Memorability*): o usuário precisa memorizar como utilizar as rotinas do sistema;
- Erros (*Errors*): o sistema não pode apresentar erros durante a execução;
- Satisfação (*Satisfaction*): a utilização do sistema pelo usuário precisa ser agradável.

Existem diversas maneiras de se estimar a usabilidade de um sistema. Uma das maneiras mais utilizadas é através da aplicação do questionário *System Usability Scale* (SUS), definido por Brooke (1996). Esse método de avaliação consiste na aplicação de formulários a usuários do sistema. Os usuários respondem uma série de perguntas sobre a sua experiência na utilização do sistema, cobrindo pontos desde a capacidade de compreensão das funcionalidades do sistema, até pontos como satisfação e memorização. Com essa avaliação é possível mensurar a qualidade da interface de um determinado sistema (LEWIS, 2018).

Considerando o que foi exposto, este estudo propõe a condução de uma avaliação de usabilidade, utilizando o método SUS, no simulador SSP-Edu. Essa avaliação permite mensurar a qualidade da interface do simulador. Logo, os resultados obtidos nessa avaliação possibilitam reconhecer se há necessidade do simulador sofrer uma evolução, o que, conseqüentemente, pode melhorar sua utilização no aprendizado de escalonamento de processos.

O restante deste estudo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os materiais e métodos utilizados para a elaboração da avaliação de usabilidade. A Seção 3 apresenta os resultados da avaliação de usabilidade, destacando o score do SUS. Finalmente na Seção 3 estão dispostas as conclusões deste trabalho.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção busca apresentar os materiais e métodos que foram utilizados para identificar a usabilidade do simulador educacional SSP-Edu. Para tanto, a seção foi fragmentada em subseções. A subseção 2.1. discute sobre as características principais do simulador SSP-Edu e os requisitos necessários para sua utilização. A subseção 2.2.

aborda uma descrição sobre o teste com usuário a partir do questionário SUS. A Seção 2.3. reporta o planejamento do teste com usuários. E, finalmente, a Seção 2.4. descreve a execução do teste.

2.1 SSP-Edu

O simulador educacional SSP-Edu foi apresentado por Paschoal *et al.* (2019) como mecanismo que é capaz de receber diferentes configurações de escalonamento e oferecer uma interface visual que apoia o aluno no mapeamento das situações que são produzidas a partir da execução de uma simulação. Ele está disponível no GitHub¹, sob licença que permite seu uso, modificação e distribuição gratuita.

O funcionamento dele é ilustrado pela sequência da Figura 1. Na Figura 1 (a) é apresentada a interface inicial, na qual o aluno poderá fazer uma leitura para compreender melhor o funcionamento do simulador. Nessa interface, há diferentes opções de acesso. Uma delas é o link “Iniciar simulação”. Ao clicar nele, o aluno será direcionado para a tela que é apresentada na Figura 1 (b). A Figura 1 (b) contém as opções iniciais de configuração, na qual o aluno poderá escolher o tipo de sistema computacional. Há duas opções disponíveis e uma descrição para cada uma das opções. Após o aluno escolher a opção que deseja explorar, deverá clicar no botão “Próximo”.

Para demonstrar a execução do simulador, no contexto da Figura 1(b), foi selecionada a opção de sistemas batch. Assim, a Figura 1 (c), que ilustra a etapa de seleção de algoritmos de escalonamento de processos usados no decorrer da simulação, apresenta somente algoritmos que implementam as características dos sistemas batch, são eles: *First-Come First-Serve*, *Shortest Job First* e *Shortest Remaining Time Next*. Caso no contexto da Figura 1 (b) fosse selecionado a opção de sistemas interativos, outros algoritmos estariam disponíveis para simulação – a saber: *Round Robin*, Prioridade, Múltiplas Filas, *Shortest Process Next* e Loteria (com duas versões: uma versão preemptiva e a outra não preemptiva).

Após o aluno selecionar um algoritmo de sistema computacional batch, ele terá que definir qual o tipo de processo (*i.e.*, se é *CPU bound* ou *I/O bound*) e definir o tempo que o processo vai gastar na CPU. Para simplificar alguns conceitos, o simulador informa ao aluno que durante a simulação, ele assumirá um valor fixo para uso de dispositivos de entrada e saída, assim como, para troca de contexto. Essas informações são apresentadas na Figura 1 (d). Vale salientar que para o contexto dos algoritmos prioridade e múltiplas-filas (sistemas interativos), configurações específicas precisam ser feitas. Por exemplo, o aluno terá que definir qual a prioridade do processo que está sendo criado/configurado (que pode variar de 0 a 9, sendo 0 alta prioridade).

A partir da configuração realizada na Figura 1(d), o primeiro processo é criado. Diante disso, uma nova interface surge. Nessa interface, que pode ser observada na Figura

1 Mais informações disponíveis em: <<https://github.com/anacspengler/GerPro>>.

1(e), o aluno poderá criar novos processos clicando no botão “Criar um novo processo”, visualizar os processos que foram criados ao selecionar o botão “Verificar informações sobre os processos criados” e executar a simulação ao escolher o botão corresponde a essa funcionalidade. Ao clicar no botão “Criar um novo processo” uma interface similar a apresentada na Figura 1 (f) é carregada. Como as configurações dos processos dependem do sistema computacional e algoritmo selecionado no início da definição da simulação, é possível que o aluno tenha que incluir outras características aos processos (e.g., estabelecer uma prioridade).

Quando o aluno seleciona o botão “Verificar informações sobre os processos criados”, ele poderá visualizar as informações sobre o identificador (ID) dos processos, o tempo de chegada de cada processo na CPU, o tipo de cada processo, o tempo que cada processo irá ocupar na CPU, o tempo que cada processo ainda precisa de CPU e o estado do processo. Na Figura 1 (g), é possível visualizar cinco processos criados e todos eles estão prontos para serem executados.

Quando o aluno clicar no botão “Executar a simulação”, ele irá visualizar a execução da simulação. Assim, acompanhará a transição dos estados de cada processo. No exemplo apresentado na Figura 1 (h), todos os processos configurados na simulação estão prontos para serem escalonados. O aluno, então, deve participar da simulação e clicar no botão “Avançar” para começar a execução. Nesse caso, o processo que terá alguma preferência (por sua característica ou com base em alguma política implementada no escalonador) será escalonado para o estado de execução. Nesse momento, o aluno poderá visualizar a transição e acompanhar no quadro de “Feedback” uma descrição sobre o que aconteceu com o processo.

(a) tela inicial



(b) tela de escolha de sistema computacional



(c) tela de seleção de algoritmo



(d) tela de configuração do primeiro processo



(e) tela com opções do simulador



(f) tela de configuração de um novo processo



(g) tela de informações sobre processos



(h) tela de execução da simulação



Figura 1. Interfaces do simulador SSP-Edu

O aluno poderá acessar o simulador a partir de qualquer dispositivo que tenha conexão com Internet. Já os professores que desejam utilizar o simulador em suas disciplinas, poderão fazer o download do SSP-Edu na página oficial do GitHub e disponibilizá-lo em um servidor. O servidor precisará ter disponível o PHP: *Hypertext Preprocessor* (versão 8 ou superior) e ser compatível com o protocolo HTTP: *Hypertext Transfer Protocol*.

Com base na descrição feita ao longo desta seção, o SSP-Edu foi instalado em um servidor local da Universidade de São Paulo, visando possibilitar o estudo descrito neste estudo. Conforme mencionado na Seção 1, o simulador é o objeto de estudo deste trabalho, que busca reconhecer a usabilidade desse simulador, tendo como base a percepção do usuário (que são alunos de Computação, matriculados em disciplinas de Sistemas Operacionais). Para reconhecer a usabilidade, um teste de usuário foi planejado

e aplicado. A escolha do teste foi o SUS, que será apresentado na próxima seção, dado que é o instrumento mais utilizado para medir a usabilidade (LEWIS, 2018).

2.2 Teste de Usuário com SUS

O SUS é um instrumento que foi definido por Brooke (1996) para mensurar como os usuários percebem a usabilidade de sistemas que eles estão utilizando. Ele é capaz de gerar um valor único que representa uma medida de usabilidade. Um valor é considerado aceitável quando o SUS global for próximo ou maior de 70. Apesar da média de 70 pontos ter se mantido em aplicações do SUS, esse valor pode variar em alguns sistemas porque há uma sensibilidade nessa escala. Por exemplo, no estudo de Bangor *et al.* (2009) o SUS global de aplicações cuja interface é de dispositivos móveis foi de 65.9 pontos.

O SUS é constituído por dez assertivas, cada uma com cinco pontos inspirados na escala Likert. Esses pontos variam entre discordam totalmente e concordo totalmente. Algumas assertivas são negativas e outras positivas. O instrumento foi definido desse modo para controlar a tendência hipotética dos participantes concordarem com as afirmações (LEWIS, 2018). A seguir é possível conferir as assertivas do SUS.

1. Gostaria de usar o sistema com frequência.
2. Achei que o sistema era desnecessariamente complexo.
3. Achei o sistema fácil de usar.
4. Penso que iria precisar de apoio técnico para usar o sistema.
5. Achei as várias funcionalidades do sistema bem integradas.
6. Penso que havia demasiada inconsistência no sistema.
7. Imagino que a maioria das pessoas aprenda a usar rapidamente o sistema.
8. Achei que o sistema não era trivial de usar.
9. Senti-me muito confiante para usar o sistema.
10. Preciso aprender muito antes de poder usar o sistema.

A aplicação do instrumento é feita após os usuários terem utilizado o sistema. E a partir dos dados coletados por meio de um formulário, é preciso calcular o valor global do SUS (média do SUS tendo como base as pontuações de todos os participantes). Para calcular o valor do SUS, é preciso transformar os pontos indicados nas assertivas em escores. Para obtenção dos escores associados às assertivas ímpares (1,3,5,7,9), as respostas dadas pelos participantes são subtraídas por um. Já os escores das assertivas pares (2,4,6,8,10) são calculados tendo como base cinco menos o valor dado por cada participante em cada assertiva.

Os escores são calculados por resposta dada por cada participante. Ao serem

somados e multiplicados por 2,5 caracterizam o SUS parcial (*i.e.*, valor SUS de cada usuário). Tendo reconhecido o valor do SUS parcial, para calcular o SUS global, faz-se a média dos valores obtidos no SUS parcial. Diante desse entendimento, a aplicação do SUS no âmbito do SSP-Edu foi planejada. O planejamento é detalhado no decorrer da próxima Seção.

2.3 Planejamento do Teste com Usuários

O teste com usuário no contexto do SSP-Edu foi definido com base no seguinte objetivo (descrito com apoio da abordagem GQM de Basili (1985)): **analisar** a usabilidade do SSP-Edu, **com o propósito de avaliar, em relação a** percepção dos usuários sobre a experiência obtida, **do ponto de vista** dos pesquisadores, **no contexto de** uso do SSP-Edu por alunos de graduação e pós-graduação matriculados na disciplina de Sistemas Operacionais.

Para atingir o objetivo, foi necessário preparar um ambiente dedicado à execução dos testes. Nesse sentido, o SSP-Edu foi instalado em um servidor local da universidade em que o estudo foi desenvolvido. Assim, os alunos poderiam acessar o simulador por meio de computadores de um laboratório de informática. Para apoiar o uso do simulador, foi reservado um laboratório da instituição com 30 computadores que tinham navegadores disponíveis para os usuários interagirem com o simulador.

Como o teste de usabilidade necessita de usuários que fazem parte do público-alvo da aplicação que será testada, foi necessário convidar alunos de graduação e pós-graduação que estavam matriculados em disciplinas de Sistemas Operacionais dos cursos de Computação que a instituição de ensino oferece. Assim, foi criado um e-mail com o intuito de recrutar alunos para participar dos testes. Nesse e-mail foi descrito que a sessão de teste levaria aproximadamente uma hora de execução, que cada participante receberia instruções para uso do simulador, um conjunto de tarefas para fazer e ao final responder um formulário para coleta de feedback sobre a usabilidade.

Dada a característica do SUS, foi necessário preparar um conjunto de tarefas para os participantes realizarem no simulador. Como os participantes do teste conheceriam a interface do simulador somente na sessão, as tarefas foram propostas visando explorar diferentes configurações disponíveis no simulador. Assim, ao total foram propostas sete tarefas. A Tabela 1 contém a lista de tarefas e a sequência de ações que deveriam ser exercidas para realização de cada tarefa.

Descrição da tarefa (T)	Ações (A)
T1. Criar a configuração de uma simulação que suporte a execução do <i>algoritmo First Come First Serve</i> e possua pelo menos três processos antes de começar a execução. Visualize as informações sobre os processos.	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais dois processos
	A6. Visualizar as informações sobre os processos
T2. Criar a configuração de uma simulação que suporte a execução do algoritmo <i>Shortest Job First</i> e possua pelo menos três processos antes de começar a execução	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais dois processos
	A6. Executa a simulação
A6.1. Escalonar processo	
T3. Criar a configuração de uma simulação que suporte a execução do algoritmo <i>Shortest Remaining Time Next</i> e possua pelo menos três processos antes de começar a execução.	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais dois processos
	A6. Executar a simulação
	A7. Escalonar o processo em estado de pronto
	A8. Criar um novo processo
A9. Escalonar os demais processos	

<p>T4. Criar uma simulação de um sistema computacional do tipo interativo, utilizando o algoritmo de escalonamento <i>Round Robin</i>, escalonar três processos, sendo pelo menos um deles do tipo I/O Bound.</p>	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais dois processos
	A6. Executar simulação
	A6.1. Escalonar processo
	A7. Definir os seguintes parâmetros de execução: - Tamanho do quantum: 5; - Tamanho de operações de E/S: 10; - Tempo de troca de contexto: 2; - Tempo que os processos irão ficar na CPU até solicitar E/S: 2.
	A8. Imprimir relatório da simulação
<p>T5. Criar uma simulação de um sistema computacional do tipo interativo, utilizando o algoritmo de escalonamento Prioridades, escalonar 3 processos, sendo que estes devem estar distribuídos em duas prioridades diferentes.</p>	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais dois processos
	A6. Executar a simulação
	A6.1. Escalonar processo
	A7. Definir os seguintes parâmetros de execução: - Tamanho do quantum: 10; - Tamanho de operações de E/S: 20; - Tempo de troca de contexto: 2; - Tempo que os processos irão ficar na CPU até solicitar E/S: 5.
	A8. Imprimir relatório da simulação

<p>T6. Criar uma simulação de um sistema computacional do tipo interativo, utilizando o algoritmo de escalonamento Múltiplas Filas, escalonar 6 processos, sendo que estes devem estar distribuídos em três prioridades diferentes.</p>	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais cinco processos
	A6. Executar simulação
	A6.1. Escalonar processos
	A7. Definir os seguintes parâmetros de execução: - Tamanho do quantum: 10; - Tamanho de operações de E/S: 20; - Tempo de troca de contexto: 2; - Tempo que os processos irão ficar na CPU até solicitar E/S: 5.
A8. Imprimir relatório da simulação	
<p>T7. Criar uma simulação de um sistema computacional do tipo interativo, utilizando o algoritmo de escalonamento Loteria, escalonando 5 processos.</p>	A1. Iniciar a simulação
	A2. Escolher o tipo de sistema computacional
	A3. Escolher o algoritmo
	A4. Criar um processo
	A4.1. Definir o tipo de processo
	A4.2. Definir o tempo que o processo vai gastar na CPU
	A5. Criar mais quatro processos
	A6. Executar a simulação
	A6.1. Escalonar processo
	A7. Definir os seguintes parâmetros de execução: - Tamanho do quantum: 5; - Tamanho de operações de E/S: 10; - Tempo de troca de contexto: 2; - Tempo que os processos irão ficar na CPU até solicitar E/S: 2.
A8. Imprimir relatório da simulação	

Tabela 1. Tarefas e conjunto de passos definidos

Após a definição das tarefas, para possibilitar a realização dos testes, foi necessário preparar o SUS. Assim, as assertivas do instrumento foram organizadas em um formulário do Google Drive². Ainda, houve uma adequação nas assertivas, no sentido de substituir o termo “sistema” pela expressão “SSP-Edu”. A Figura 2 ilustra o formulário definido para aplicação do SUS.

2 Mais informações disponíveis em: < <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>>.

Teste de Usabilidade do SSP-Edu

*Obrigatório

Gostaria de usar o SSP-Edu com frequência. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Achei que o SSP-Edu era desnecessariamente complexo. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Achei o SSP-Edu fácil de usar. *

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Penso que iria precisar de apoio técnico para usar o SSP-Edu. *

1 2 3 4 5

- - - - -

Figura 2. SUS criado por meio do Google Forms

Após a construção do formulário com as assertivas do SUS, foi definido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com as informações que visam esclarecer aos estudantes que participariam dos testes de usuário sobre o uso dos dados que eles estariam fornecendo para a pesquisa. Além disso, no TCLE foi feita a comunicação aos participantes sobre a possibilidade de os mesmos desistirem de participar da avaliação em qualquer momento.

2.4 Execução dos Testes

Após a definição e preparação do teste de usabilidade, um e-mail foi enviado para alunos dos cursos de Ciência de Computação, Sistemas de Informação e Engenharia da Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC – USP), com a intenção de convidá-los para participar da avaliação. O requisito para participar seria estar matriculado na disciplina de Sistemas Operacionais. Esse convite também foi estendido para alunos do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional do ICMC – USP. Como resposta ao convite, 19 alunos aceitaram participar do estudo. Assim, a amostragem, selecionada por conveniência, foi constituída por esses sujeitos que se voluntariaram.

A execução dos testes foi feita no laboratório, em horário definido. No início das sessões, os pesquisadores responsáveis pela execução do estudo apresentaram o simulador SSP-Edu e explicaram como o estudo seria realizado. Nesse momento, dúvidas foram esclarecidas e o TCLE foi disponibilizado aos participantes. Na sequência, o endereço para acesso ao SSP-Edu foi concedido. Então, foi dada a oportunidade para os alunos

explorarem o simulador durante um período de tempo (aproximadamente 10 minutos). A partir disso, os alunos receberam um documento com as tarefas que deveriam realizar.

Com acessos às tarefas, os alunos deveriam interagir individualmente com o simulador. Ainda, os alunos foram notificados que após configurar uma simulação, eles deveriam anotar em um documento o que aconteceu durante a simulação. Isso foi feito para os alunos perceberem o funcionamento do simulador. Foram disponibilizadas folhas em branco para os alunos fazerem as suas anotações. Vale salientar que as anotações escritas pelos participantes do estudo não deveriam ser entregues aos pesquisadores, sendo utilizadas somente pelos participantes para reflexão da atividade. Ao final da interação, os alunos deveriam solicitar aos pesquisadores o endereço do formulário com as questões do instrumento SUS. Com o questionário respondido, os participantes finalizavam a participação no estudo e poderiam se retirar do laboratório.

Após a execução dos testes, os dados coletados foram analisados. A análise é apresentada ao longo da próxima Seção.

3 | RESULTADOS

A análise inicial do teste de usabilidade foi feita seguindo a descrição de Brooke (1996). Assim, a Tabela 2 foi produzida, que contém a soma dos escores dado por cada participantes e o valor do SUS. Com base nos escores, nota-se que o valor mínimo foi 35 pontos e o máximo foi de 92,5 pontos. Fazendo uso de medidas de posição, constata-se que: 25% da sequência de valores do SUS calculados por usuário é inferior a 47,50 pontos; 50% da sequência de valores do SUS calculados por usuário é superior a 70,00 pontos; e, finalmente, 25% da sequência de valores do SUS calculados por usuário é superior a 77,50 pontos. Portanto, se considerado que o valor médio do SUS indicado em pesquisas como de Bangor *et al.* (2009) e Brooke (1996) fica próximo de 70 pontos, pode-se inferir que 75% das pontuações dadas pelos participantes é superior a esse valor.

	SOMA	SUS PARCIAL		SOMA	SUS PARCIAL
Estudante 1	20	50	Estudante 11	29	72,5
Estudante 2	31	77,5	Estudante 12	31	77,5
Estudante 3	15	37,5	Estudante 13	28	70
Estudante 4	14	35	Estudante 14	37	92,5
Estudante 5	29	72,5	Estudante 15	17	42,5
Estudante 6	25	62,5	Estudante 16	19	47,5
Estudante 7	33	82,5	Estudante 17	18	45
Estudante 8	28	70	Estudante 18	36	90
Estudante 9	25	62,5	Estudante 19	34	85
Estudante 10	19	47,5			

Tabela 2. Resultados dos escores do SUS parcial

Uma análise foi feita para conferir se houveram escores SUS *outliers*. Essa análise é apresentada no gráfico da Figura 3. Conforme é possível observar, não existem escores SUS que se diferem de forma drástica dos demais. Como não foram identificados *outliers*, nenhum dado foi descartado e, a partir disso, a média dos valores de SUS parcial foi calculada, de modo a reconhecer o valor global do SUS. Com base no cálculo, reconheceu-se que o valor médio de SUS para o SSP-Edu foi de 64,21 pontos.

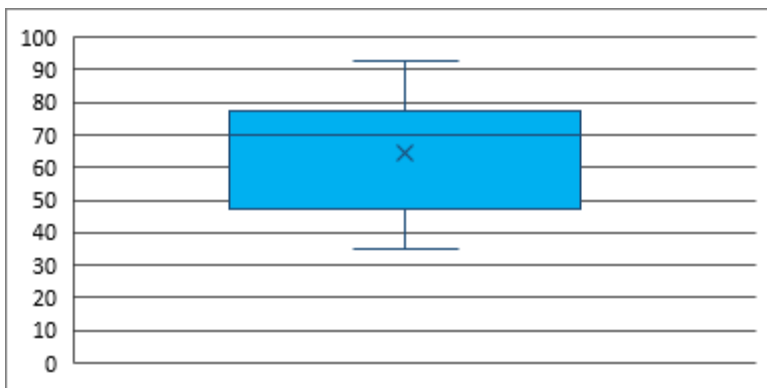


Figura 3. Análise de outliers

O valor de 64,21 obtido com a realização do teste de usabilidade pode ser interpretado tendo como base a descrição de Bangor *et al.* (2009). Diante disso, o sistema apresentou uma aceitação marginal. Portanto, o sistema não está conseguindo alcançar um valor esperado para sua usabilidade. Isso indica que há problemas no sistema que estão atrapalhando a experiência do usuário ao utilizá-lo. Com o teste realizado, não é possível compreender se há problemas mais sérios ou problemas menos graves.

Para finalizar a análise, observou-se o valor SUS de cada assertiva (Figura 4). Nesse sentido, é possível notar que somente duas assertivas (assertiva 2 e assertiva 6, respectivamente) conseguiram obter valores SUS superiores ao que se espera obter (*i.e.*, 70 pontos). Uma delas tem relação com a complexidade do sistema e a outra com inconsistências no sistema. Nesse aspecto, acredita-se que os participantes não perceberam inconsistência ou que o sistema é complexo para ser usado. Porém, é possível observar valores SUS que são inferiores a 60 pontos, o que pode indicar que os participantes acharam o sistema não trivial de usar e que eles não usariam com frequência esse tipo de sistema ao aprender o conteúdo de escalonamento de processos, por causa da sua interface.

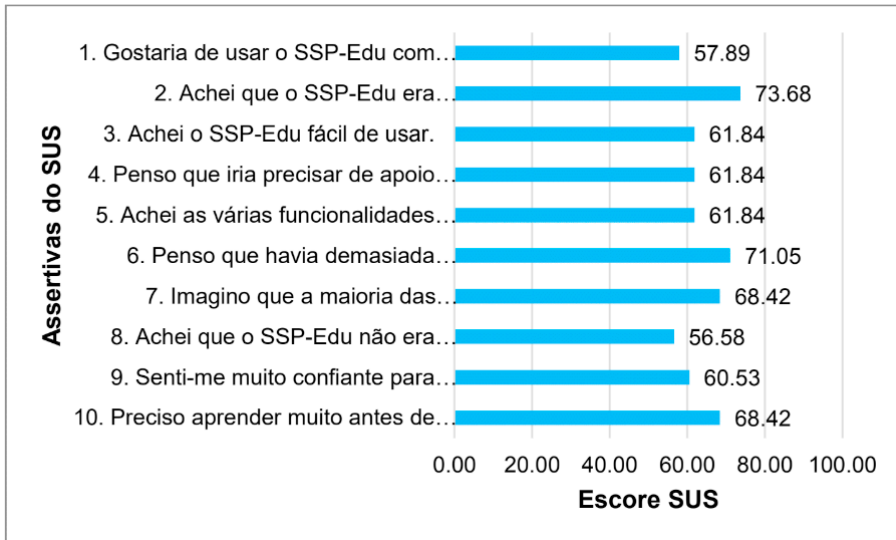


Figura 4. Resultados do SUS

Apesar do estudo obter um valor que estima o grau de usabilidade do SSP-Edu, com esse tipo de teste não é possível reconhecer problemas que persistem no software que afetam a sua efetividade, eficiência e satisfação dos/para com os estudantes. Nesse sentido, a partir dessas descobertas, é preciso conduzir inspeções de usabilidade para localizar quais são os problemas que interferem na boa usabilidade do sistema. Com as análises, pode-se perceber que mais estudos associados a usabilidade desse simulador precisam ser feitos, visando não somente na identificação dos problemas, mas no estabelecimento de soluções para resolvê-los.

4 | CONCLUSÕES

Este estudo teve o propósito de apresentar um relato sobre teste de usabilidade feito no contexto do SSP-Edu, um simulador educacional que visa promover o aprendizado de escalonamento de processos. O teste aplicado foi o *System Usability Scale*, que possui 10 assertivas e é um dos instrumentos mais utilizados para apoiar esse tipo de avaliação. A partir dos resultados, pode-se constatar que o SSP-Edu não conquistou a pontuação esperada, o que caracteriza ao sistema uma usabilidade marginal e que há problemas de usabilidade que persistem no sistema. Portanto, o estudo levanta a necessidade de produzir estudos no contexto desse simulador educacional para reconhecer e solucionar problemas associados à interface do SSP-Edu que prejudicam sua usabilidade.

REFERÊNCIAS

ALNOUKARI, Mouhib *et al.* Simulation for Computer Sciences Education. **Communications Of The Acs**, Boston, v. 6, n. 1, p. 1-20, jan. 2013.

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J.. Determining What Individual SUS Scores Mean: adding an adjective rating scale. **Journal Of Usability Studies**, v. 3, n. 4, p. 114-123, maio 2009.

BASILI, V. R.. **Quantitative Evaluation of Software Methodology**. Maryland: Universidade de Maryland, 1985. Disponível em: <http://ssltest.cs.umd.edu/~basili/publications/proceedings/P29.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BROOKE, J.. SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale. In: JORDAN, Patrick W.; THOMAS, B.; MCCLELLAND, Ian Lyall; WEERDMEESTER, Bernard. **Usability Evaluation In Industry**. Estados Unidos: Crc Press, 1996. Cap. 21. p. 189-194.

COSTA, A. *et al.* MOSS - Uma Ferramenta para o Auxílio do Ensino de Sistemas Operacionais. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 29., 2018, Fortaleza - Ce. 2018. p. 755-764.

FIORAVANTI, M. L. *et al.* I3s simulator: An open educational resource for teaching scheduling in interactive systems. In **Congresso Internacional de Informatica Educativa** , pages 704–709, 2016.

GUIMARÃES, M. P. *et al.* A process-scheduling simulator based on virtual reality technology. In **International Conference of Computer Systems and Applications**, pages 1–6, 2016.

IMAI, Y *et al.* Development and evaluation of adobe flash based cpu scheduling simulator executable on major multiple web browsers. In **International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems**, pages 149–155, 2015.

LEWIS, J. R.. The System Usability Scale: past, present, and future. **International Journal Of Human-Computer Interaction**, v. 34, n. 7, p. 577-590, 30 mar. 2018.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to usability**. 2003.. Acesso em: 29 dez. 2020. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

PASCHOAL, L. N.; BIAZOTTO, J. P.; SPENGLER, A. C. F.; OLIVEIRA, M. M.; FELIZARDO, K.; NAKAGAWA, E. Y.. Towards an Educational Simulator to Support the CPU Scheduling Algorithm Education. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION, 21., 2019, Tomar. **Proceedings [...]** . Portugal: IEEE Xplore, 2019. p. 1-6.

PASCHOAL, L. N., SANTOS, F. S., BIAZOTTO, J. P., SPENGLER, A. C. F., FORTES, R. P. M.. Identificando Problemas que Impactam no Aprendizado de Uso do Simulador Educacional SSP-Edu. In **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2020**. p. 1643-1652.

PRIETCH, Soraia Silva *et al.* Mapeamento de Cursos de Licenciatura em Computação seguido de Proposta de Padronização de Matriz Curricular. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 10., 2010, Belo Horizonte - Mg. **Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. Belo Horizonte - Mg: Sbc, 2010. p. 921-930.

SEATON, Philippa *et al.* Exploring the extent to which simulation-based education addresses contemporary patient safety priorities: a scoping review. **Collegian**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 194-203, fev. 2019. Elsevier BV.

TANEMBAUM, Andrew; BOS, Herbert. **Sistemas Operacionais Modernos**. 4. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2016. 874 p.

INSPEÇÃO DE SOFTWARE BASEADA EM LEITURA DE CÓDIGO APLICADA A UM SOFTWARE DE GERENCIAMENTO ODONTOLÓGICO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 16/11/2020

Osmar Roncasalia Junior

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0198293811677620>

Carlos Eduardo Ribeiro

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3513114304816561>

José Reinaldo Merlin

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0840048221330827>

Daniela de Freitas Guilhermino Trindade

Universidade Estadual do Norte do Paraná
Bandeirantes-Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0712611341649155>

RESUMO: Dada a popularização dos sistemas digitais e sua grande capacidade de aplicação em diferentes áreas, a exigência por qualidade e desempenho se tornam cada vez mais necessárias. Desta forma, maneiras de encontrar e corrigir defeitos devem ser aplicadas. Uma das formas de baixo custo e que tem se demonstrado mais eficiente para tal atividade é a revisão de artefatos, podendo ser aplicada em diferentes fases do projeto, desde a coleta de requisitos até no código fonte. As técnicas utilizadas podem variar de acordo com a etapa escolhida. Neste trabalho a etapa escolhida foi a de inspeção

de código, utilizando as técnicas de *Checklist* e *Ad Hoc*, técnicas estas que são utilizadas para análises individuais dos artefatos do software. O objetivo deste trabalho é aplicar e coletar dados com o intuito de identificar qual técnica possui uma melhor eficácia.

PALAVRAS-CHAVE: Inspeção de Software, Inspeção de Código, Técnica de Leitura, *Checklist* e *Ad Hoc*.

SOFTWARE INSPECTION BASED ON CODE READING APPLIED TO DENTAL MANAGEMENT SOFTWARE

ABSTRACT: Given the popularization of digital systems and their great capacity to be used in several different areas, the demand for quality and performance becomes more and more necessary. Therefore, ways to find and correct defects must be applied. One of the ways that has been shown to be most efficient and low cost for such activity is the revision of artifacts, which can be applied in different phases of the project, from its requirements collection to its source code. The techniques used may vary according to the stage chosen. In this work, the chosen step was that of code inspection, using the techniques of *Checklist* and *Ad Hoc*, techniques that are used for individual analysis of the software artifacts. The objective of this work is to apply and collect data in order to identify which technique has the best effectiveness.

KEYWORDS: Software Inspection, Code Inspection, Reading Technique, *Checklist* and *Ad Hoc*.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de software vem sendo aprimorado, visando o aumento da qualidade, a diminuição de custo, o cumprimento de prazos, a flexibilidade para mudanças e a diminuição dos defeitos. Uma atividade que contribui para a remoção de defeitos é a inspeção de software.

O processo de inspeção foi proposto inicialmente por Fagan (1976), sendo o objetivo principal desta etapa atingir um processo de detecção de defeitos rigoroso e bem definido. Outras diversas técnicas de inspeções foram propostas com o passar do tempo (BASILI, 1997; PORTER et al., 1995). Dentre todas as inspeções, as abordagens mais utilizadas são voltadas para o artefato de especificação de requisitos, documentos de projeto e código fonte (PRESSMAN, 2001).

Os benefícios da inspeção de software vão além apenas da detecção de defeitos. A inspeção pode proporcionar um aumento na satisfação do usuário, aumento na produtividade da equipe de desenvolvimento, redução de custos do ciclo de vida e manutenção do software e melhora contínua nos processos (FAGAN, 2002).

Segundo a norma IEEE 729-1983 - *Glossary of Software Engineering Terminology*, a inspeção de software é uma técnica formal, em que código, requisitos, casos de uso ou o projeto por um todo são examinados em detalhes por uma pessoa ou um grupo com o objetivo de identificar defeitos ou violações do padrão de desenvolvimento (CHENG; JEFFERY, 1996).

Dada a importância da inspeção, torna-se necessário conhecer e analisar as técnicas de inspeção. Neste sentido, neste trabalho é demonstrado um estudo empírico sobre duas técnicas de inspeção, a técnica *Ad Hoc* e a baseada em *Checklist*.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é aplicar as técnicas de inspeção *Ad Hoc* e *Checklist* para identificar qual delas possui maior grau de eficácia quando aplicadas a inspeção de código.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente foi realizada uma busca na literatura sobre inspeção de software e inspeção de código. Em seguida, foi feito um levantamento e uma análise das técnicas voltadas a inspeção de código. Foram selecionadas para aplicação as técnicas de inspeção *Checklist* e *Ad Hoc*. Para aplicação da técnica *Checklist*, foi necessário selecionar uma taxonomia de defeitos, como suporte a elaboração das questões do *checklist*. Foi utilizada a taxonomia de Dunsmore et al. (2003b). A fase de preparação da inspeção envolveu seleção dos artefatos para inspeção, seleção dos participantes (inspetores) e estabelecimento de um roteiro de aplicação. Após,

as técnicas de inspeção *Checklist* e *Ad Hoc* foram aplicadas e os resultados analisados.

1.3 Organização do trabalho

Nesta Seção foram apresentados a introdução, o objetivo e a metodologia do presente trabalho. Na Seção 2, é apresentada a aplicação das técnicas aos artefatos de software e os resultados. Na Seção 3 são apresentadas as considerações finais.

21 APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS AD HOC E CHECKLIST BASEADAS EM LEITURA DE CÓDIGO

Para o estudo empírico proposto neste trabalho, foi utilizado um software real. O sistema que foi analisado é destinado ao uso por clínicas odontológicas, para gerenciamento de tratamentos, gerenciamento financeiro e de estoque.

Este sistema é baseado em programação orientada a objetos e foi desenvolvido utilizando para o *front-end* a tecnologia *React* (JavaScript) e para o *back-end* *Laravel* (PHP). Neste contexto apenas *front-end* será inspecionado.

Uma das principais motivações para que a inspeção seja realizada no artefato de código é o fato de o sistema não possuir nenhum tipo de documentação, dificultando a análise em outros tipos de artefatos. A equipe de desenvolvedores também não conta com um profissional para realizar os testes do sistema, tornando a inspeção ainda mais necessária.

O intuito após a inspeção é reorganizar ou reescrever classes, variáveis e métodos das classes a fim de tornar mais fácil as adaptações futuras. Em outras palavras o objetivo é melhorar a estrutura interna do sistema mantendo suas funcionalidades inalteradas.

2.1 Modelos utilizados na inspeção

As técnicas de inspeções *Checklist* e *Ad Hoc* atualmente fazem parte das técnicas mais utilizadas pelas empresas. Ambas as técnicas possuem um tempo de aplicação relativamente baixo, levando em consideração o tamanho do sistema a ser analisado.

A técnica *Ad Hoc* é considerada a técnica mais simples de se aplicar e não possui nenhum processo formal de leitura. Cada inspetor lê o documento do seu modo, por este motivo torna-se totalmente dependente da experiência do inspetor. Sendo assim os defeitos encontrados podem sofrer variações quando executado por diferentes pessoas (BERLING e THELIN, 2004).

A técnica *Checklist* oferece ao inspetor um conjunto de questionamentos que o auxiliam a avaliar o artefato a ser inspecionado em busca de defeitos (BERLING; THELIN, 2004). Esta técnica é extremamente flexível, porém é preciso direcionar os questionamentos para serem analisados os aspectos mais interessantes do código, visando avaliar a qualidade destes artefatos.

As Técnicas de Leitura pertencem a outro tipo de inspeção que visa guiar

individualmente os inspetores no entendimento de um artefato, e por consequência identificar defeitos (SHULL, 1998). Estudos indicam que esta técnica se demonstra mais eficaz, quando comparada às técnicas *Ad Hoc* e *Checklist* (SHULL, 1998; BERLING, THELIN, 2004; THELIN, 2004). No entanto, para aplicação destas técnicas, são necessários documentos de requisitos detalhados, o que não existe para o software objeto de estudo. Desta maneira, para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas as técnicas de inspeção *Checklist* e *Ad Hoc*. Para ambas as técnicas serem aplicadas inicialmente foi preciso selecionar a taxonomia de defeitos que serviria como base para a inspeção.

2.2 Taxonomia de defeitos utilizada na inspeção

Conforme apresentado na literatura, existem diversos tipos de taxonomias de defeitos, normalmente essas taxonomias são criadas e adaptadas perante outros estudos que obtiveram resultados eficazes em inspeções em diferentes tipos de artefatos de software por meio de diferentes tipos de defeitos. Os aspectos a serem inspecionados e analisados devem ser pautados em uma taxonomia de defeitos previamente definida.

A taxonomia escolhida para este tipo de inspeção de código foi a de Dunsmore, Roper e Wood (2003), devido ao fato de o código utilizar o paradigma orientado a objetos.

Nos trabalhos de (DUNSMORE, ROPER e WOOD, 2000a; DUNSMORE, ROPER e WOOD, 2000b; DUNSMORE, ROPER e WOOD, 2003), este paradigma traz consigo desafios para a inspeção, como: Complexidade, *Chunking* (código espalhado) e Estratégia de leitura (ler todo contexto de execução possível é impraticável).

Para o desenvolvimento deste trabalho, apenas os atributos a seguir serão avaliados:

- Omissão: ausência ou falta de código;
- Comissão: código incorreto ou desnecessário;
- Parâmetro incorreto em uma chamada de método: parâmetros incorretos na chamada do método;
- Algoritmo/computação: erro no algoritmo (exemplo: sequência de passos faltando ou ordem incorreta);
- Erro de fluxo de dados: variável incorreta/faltando ou valor incorreto;
- Objeto incorreto utilizado: enviar mensagem a um objeto incorreto; e
- Método incorreto chamado: enviar mensagem incorreta.

2.3 Seleção dos artefatos e desenvolvedores

Após o desenvolvimento da taxonomia de defeitos e da escolha das técnicas a serem utilizadas, foi necessário definir qual artefato seria inspecionado.

A técnica de inspeção baseada em *Checklist* e a técnica *Ad Hoc* podem ser utilizadas para inspecionar todos os artefatos gerados durante o desenvolvimento do software, desde

a sua coleta de requisitos até sua posterior manutenção.

O sistema que foi analisado está em produção, porém não possui especificações de requisitos, casos de uso ou outros documentos, inviabilizando que as técnicas de *Checklist* e *Ad hoc* fossem aplicadas nesses artefatos. Desta maneira, o artefato que foi inspecionado foi o código, sendo que o foco foi na melhoria durante a manutenção do software.

O sistema é subdividido em diferentes módulos e, devido à complexidade do sistema utilizado para esta inspeção, os módulos selecionados são os mais críticos: Agenda, Controle de Estoque e Prontuário.

Devido à necessidade de resguardar a propriedade intelectual, não é possível apresentar trechos de código das classes inspecionadas neste texto. Do mesmo modo, os inspetores foram escolhidos entre membros da equipe de desenvolvimento, evitando envolver desenvolvedores externos à empresa.

Desta forma, foram selecionados sete membros, sendo eles:

- 1 Desenvolvedor Pleno;
- 4 Desenvolvedores Juniores; e
- 3 Desenvolvedores Estagiários.

Embora a experiência com as tecnologias utilizadas no sistema sejam diferentes, todos os desenvolvedores possuem conhecimento sobre as linguagens de programação utilizadas.

2.4 Preparação da inspeção

Após definida a taxonomia de defeitos e as técnicas a serem utilizadas, foi traçado um roteiro, dividido em diferentes etapas, sendo estas:

- Fase de criação do documento *Ad Hoc* e *Checklist* para inspeção;
- Fase de treinamento da inspeção de código, na qual foi apresentado aos participantes a teoria da inspeção de código;
- A explicação da taxonomia de defeitos previamente proposta; e
- Inspeção do código propriamente dita.

Inicialmente foi entregue aos participantes o modelo de taxonomia de defeitos proposto neste trabalho. Os materiais utilizados para as inspeções foram dois formulários, sendo um referente a técnica *Ad Hoc* e o outro referente a técnica *Checklist*.

A taxonomia de defeitos foi demonstrada por meio de uma tabela, com o objetivo de passar aos inspetores participantes quais os defeitos deveriam ser investigados no código. Todo cuidado foi tomado para que a explicação da taxonomia de defeitos não induzisse nos defeitos encontrados pelos inspetores.

Foram criados dois formulários eletrônicos, sendo possível posteriormente coletar

os defeitos encontrados por inspetor e gerar gráficos utilizando o software Excel. O primeiro formulário foi dedicado à técnica *Ad Hoc*, sendo este formulário composto por um termo de consentimento de participação e apenas uma questão, referente aos defeitos encontrados nas classes inspecionadas. A pergunta à qual o inspetor deveria responder é “*Descreva, separando por tópicos, os problemas identificados na classe inspecionada*”.

O segundo formulário foi dedicado à técnica *Checklist*, sendo este composto por um termo de consentimento de participação e trinta e três questões referentes aos defeitos encontrados nas classes inspecionadas.

2.5 Aplicação da inspeção e resultados

A aplicação das inspeções foram feitas seguindo o roteiro estabelecido na Subseção 2.5. Após as devidas explicações sobre as inspeções a serem realizadas, deu-se início a aplicação das técnicas.

As técnicas foram aplicadas inicialmente pelos estagiários, em seguida pelos desenvolvedores seniores e, por fim, pelo desenvolvedor pleno. O objetivo era conseguir identificar se a experiência do inspetor influencia na quantidade de defeitos encontrados.

A primeira técnica utilizada pelos inspetores foi a técnica *Ad Hoc*. Isso ocorreu devido ao fato do *Checklist* já possuir defeitos previamente definidos a serem procurados nas classes inspecionadas, o que poderia influenciar na identificação dos defeitos ao utilizar a técnica *Ad Hoc*.

2.5.1 Inspeção utilizando a técnica *Ad Hoc*

A aplicação da técnica *Ad Hoc* ocorreu em três dias diferentes devido à rotina dos inspetores, obtendo diferentes tempos de acordo com o tamanho da classe inspecionada. O tempo médio de aplicação desta técnica foi de 25 minutos. Os defeitos encontrados com este tipo de técnica são relatados comumente em formato de texto ou tópicos, demonstrando o resultado da inspeção.

As respostas colhidas por meio desta técnica de inspeção foram analisadas, comparadas e somadas para que fosse possível a demonstração dos resultados por meio de gráficos, facilitando o entendimento. Todas as respostas dos inspetores foram classificadas em grupos para análise. Estabeleceu-se os seguintes grupos:

- Defeitos em Variáveis;
- Defeitos em Funções; e
- Defeitos na Arquitetura.

Defeitos em Variáveis

Os defeitos encontrados em variáveis foram: 1) nomes não significativos; 2) nomes parecidos; 3) variáveis não inicializadas; 4) nomes em diferentes línguas.

Todos os inspetores conseguiram identificar pelo menos um defeito relacionado às variáveis. Nenhum destes problemas relatados pode causar interrupção na execução do sistema, porém, são problemas que podem causar confusão e dificuldade no entendimento do código durante a manutenção.

O inspetor sênior e os inspetores juniores relataram os problemas relacionados às variáveis com nomes parecidos e variáveis com nomes não significativos. Os inspetores estagiários relataram os problemas relacionados às variáveis não inicializadas e utilização de línguas diferentes (variáveis declaradas com nome em português e outras com nomes em inglês).

Defeitos em funções

Os defeitos encontrados relativos a funções foram: 1) funções genéricas; 2) funções grandes; 3) funções não reutilizáveis; 4) funções com muitos parâmetros; e 5) falta de documentação no código.

Os defeitos relatados para funções exigem um pouco mais de cuidado, pois é possível que interrompam a execução do sistema, ocasionando um erro. Estes defeitos podem causar uma possível duplicação, difícil entendimento do código, tornando a manutenção mais complexa, mais demorada e, em muitos casos, mais custosa.

O inspetor sênior e os inspetores juniores relataram os problemas relacionados às funções genéricas, grandes, não reutilizáveis, com muitos parâmetros e com falta de documentação.

O inspetor estagiário que executou a inspeção reportou o problema relacionado às funções grandes.

Defeitos na Arquitetura

Os defeitos encontrados na arquitetura do sistema requerem um nível de conhecimento mais elevado. Prova disso é que apenas o inspetor sênior e o inspetor júnior mais experiente identificaram erros dessa classe. Os defeitos encontrados foram: 1) Falta de desestruturação; 2) Arquitetura mal distribuída; e 3) Falta de testes.

A falta de desestruturação relatada refere-se ao fato de o sistema possuir centenas de classes e, mesmo assim, algumas classes são responsáveis por diferentes papéis.

Em relação à inspeção, o inspetor sênior relatou os defeitos: falta de desestruturação e falta de testes. O inspetor júnior relatou apenas o defeito de arquitetura mal distribuída. Os inspetores estagiários não identificaram defeitos dessa classe.

2.5.2 Inspeção utilizando a técnica checklist

Após o término da aplicação da técnica de inspeção *Ad Hoc* por todos os inspetores participantes, deu-se início a aplicação da inspeção utilizando a técnica *Checklist*.

Esta técnica não possui uma maneira de “como” deve ser aplicada, mas sim do “que” inspecionar por meio de orientações utilizando um documento no formato de lista de

verificação. Essa lista é composta de itens em forma de perguntas, com o intuito de procurar e detectar possíveis defeitos. Cada questão possui como possibilidade três respostas: *Sim*, *Não*, *Não aplicado*.

Assim como na técnica *Ad Hoc*, o tempo gasto por inspetor variou de acordo com o tamanho da classe inspecionada. O tempo médio de aplicação desta técnica é relativamente maior do que a técnica *Ad Hoc*, pois a técnica de *Checklist* utiliza uma lista de perguntas aos quais inspetores devem responder. Cada item da lista deve ser compreendido, procurado dentro da classe inspecionada e respondido por meio de um *check* em uma das opções.

Os defeitos encontrados com este tipo de técnica são apresentados em formato de lista. Para a criação do *checklist*, a partir da Taxonomia de Defeitos de Dunsmore (2003), foi feita a classificação dos respectivos defeitos que deveriam ser encontrados dentro da classe, sendo elas:

- Variáveis;
- Funções;
- Construtores;
- Condições; e
- Estruturas de repetição.

Todos os inspetores responderam o mesmo *checklist*, desta maneira, cada pergunta obteve sete respostas.

Variáveis

As perguntas às quais os inspetores responderam sobre variáveis são apresentadas no Quadro 1.

Pergunta	Sim	Não	N/A
Os nomes das variáveis são descritivos?	5	2	0
Toda variável é corretamente tipada?	5	1	1
Toda variável declarada é propriamente inicializada?	6	1	0
Existem lugares em que as variáveis deveriam ser constantes?	6	1	0
Existem lugares em que as variáveis deveriam ser locais?	3	4	0
Existem variáveis que possuem nomes parecidos, tornando-as confusas?	6	2	0
Existem variáveis declaradas que não são utilizadas?	3	4	0

Quadro 1. Perguntas relativas a variáveis.

No Quadro 1 é possível observar uma diferença nas respostas obtidas em relação a técnica *Ad Hoc*. Nota-se que os inspetores conseguiram encontrar mais tipos de defeitos

nas classes inspecionadas. As respostas também estão mais equivalentes entre *sim* e *não*, independente da experiência que o inspetor possui.

Funções

As perguntas e respostas relativas a funções são apresentadas no Quadro 2. Pela observação do Quadro 2, pode-se notar que alguns defeitos reportados não foram identificados durante a inspeção *Ad Hoc*. Por exemplo, a ausência de *try/catch* em situações em que deveriam existir não foi relatada durante a inspeção *Ad Hoc*, mas foram notadas durante a aplicação do *checklist*.

Pergunta	Sim	Não	N/A
Os nomes das funções são descritivos?	3	4	0
Todos os parâmetros das funções são verificados antes de ser utilizados?	2	5	0
Existem funções que deveriam ser estáticas ou não estáticas?	1	4	2
Os parâmetros são enviados para a função na ordem correta?	7	0	0
Os parâmetros são recebidos na ordem correta?	7	0	0
Há funções que deveriam ser reestruturadas ou divididas?	6	1	0
Há funções que não são chamadas ou não são necessárias?	6	1	0
Para cada função existe um <i>Try/Catch</i> para tratamento de possíveis erros?	1	6	0

Quadro 2: Perguntas relativas a funções.

Construtores

As perguntas e respectivas respostas sobre construtores são demonstradas no Quadro 3. Assim como em outros grupos, alguns defeitos apontados não foram relatados durante a inspeção pela técnica *Ad Hoc*.

Pergunta	Sim	Não	N/A
Toda classe possui um construtor?	2	5	0
Toda classe possui estados declarados?	5	2	0
Os estados são corretamente tipados?	5	2	0
Os estados possuem nomes claros e descritivos?	2	5	0
Alguns estados possuem nome parecidos tornando-os confusos?	5	2	0
Existem estados declarados que não são utilizados?	5	2	0

Quadro 3: Perguntas relativas a construtores.

Condições

Durante a inspeção pela técnica *Ad Hoc*, nenhum defeito relativo a condições foi relatado. Por outro lado, durante a inspeção utilizando *checklist*, todos os inspetores

encontraram algum tipo de defeito, como demonstrado no Quadro 4.

Pergunta	Sim	Não	N/A
Existem condições booleanas?	7	0	0
Existem verificações para o resultado da condição?	4	3	0
<i>If's</i> podem ser convertidos em <i>Switch</i> ?	2	5	0
Existem condições que chamam funções?	7	0	0
Existem condições que finalizam funções?	6	1	0
Existem condições que chamam outras classes?	2	5	0
Para cada condição existe um <i>Try/Catch</i> para tratamento de possíveis erros?	1	6	0

Quadro 4: Perguntas relativas a condições.

Repetição

Em relação à repetição, os resultados foram semelhantes aos obtidos durante a aplicação da técnica Ad Hoc, no sentido de serem encontrados os mesmos defeitos. No Quadro 5 são apresentadas as perguntas e respectivas respostas sobre estruturas de repetição.

Pergunta	Sim	Não	N/A
Cada repetição possui a melhor estrutura escolhida ? (<i>For, Foreach, While, doWhile</i>)	5	2	0
Os <i>loops</i> de repetição possuem uma válvula de finalização?	5	2	0
Caso exista um aninhamento de estruturas de repetição, eles estão corretos?	4	3	0
Caso exista um aninhamento de estruturas de repetição, eles devem ser reestruturados ou separados?	4	2	0

Quadro 5: Perguntas relativas a repetição.

2.6 Análise dos resultados

Inicialmente este trabalho foi desenvolvido com o intuito de demonstrar qual das duas técnicas de inspeção possui um melhor desempenho quando o objetivo é encontrar e relatar defeitos. Após análise das respostas obtidas por meio das duas técnicas, percebe-se que a técnica de *Checklist* possui um melhor desempenho, encontrando mais defeitos que a técnica *Ad Hoc*. Isto ocorre devido ao fato da técnica *Ad Hoc* necessitar que os inspetores possuam bastante experiência com a tecnologia a ser inspecionada.

Em contrapartida, o *Checklist* direciona o inspetor a encontrar determinados tipos de defeitos pré definidos através das questões, auxiliando-o ao que deve se atentar no código. Esta técnica, assim como a *Ad Hoc*, também necessita que o inspetor possua experiência

com a tecnologia utilizada, mas diferentemente da *Ad Hoc*, em que o inspetor precisa encontrar os defeitos baseando-se apenas no seu conhecimento, a técnica de *Checklist* guia o inspetor por meio de suas questões para que se atente ao que deve ser focado ao inspecionar uma classe, obtendo assim um maior índice de defeitos encontrados.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado um estudo empírico comparativo entre duas técnicas de inspeção de código: *Ad Hoc* e *Checklist*. O estudo utilizou um software real, em produção, em cujo código fonte foram aplicadas as técnicas.

A empresa desenvolvedora não possuía o hábito de realizar inspeções em seus códigos, pois acreditava que o código estava o mais otimizado possível. Sempre que havia necessidade de prestar manutenção ao software, ocorria uma dificuldade muito grande em conseguir compreender como o código estava estruturado, pois a maneira como era codificado não seguia nenhum padrão. Além do código, as classes acabavam cumprindo mais do que apenas um papel, tornando-as grandes e complexas. Devido a este fato, viu-se a necessidade de utilizar alguma técnica para que fosse possível fazer uma inspeção dentro do código, detectando possíveis defeitos de uma maneira mais efetiva.

A partir dos resultados deste trabalho a equipe de desenvolvimento pode perceber que o código não está na sua melhor forma e que necessita de uma refatoração em alguns pontos. Como resultado a empresa decidiu adotar como rotina a técnica de inspeção baseada em *Checklist* para encontrar novos possíveis defeitos, otimizando assim o código do sistema.

Visto que o uso da técnica de inspeção utilizando *Checklist* se demonstrou uma boa ferramenta para identificar defeitos dentro do código do sistema, fica proposto a utilização dessa técnica de inspeção em outros sistemas desenvolvidos pela empresa com o objetivo de padronizar e otimizar o desempenho de todos os sistemas.

REFERÊNCIAS

BASILI, V. **Evolving and Packaging Reading Technologies**. The Journal of Systems and Software, 1997.

BERLING, T., THELIN, T. **A case of study of reading techniques in a software company**. International Symposium on Empirical Software Engineering, 2004.

Cheng, B.; Jeffery, R. **Comparing Inspection Strategies for Software Requirement Specifications**. In: Proc. Conf. on Australian Software Engineering, IEEE Computer Society, 1996, p. 203–211.

DUNSMORE, A.; ROPER, M.; WOOD, M. **The role of comprehension in software inspection**. *Journal of Systems and Software*, v. 52, n. 2–3, p. 121–129, 2000a.

DUNSMORE, A.; ROPER, M.; WOOD, M. **Object-oriented inspection in the face of delocalisation** **Proceedings of the 2000 International Conference on Software Engineering**. ICSE 2000 the New Millennium. Anais...2000b.

DUNSMORE, A.; ROPER, M.; WOOD, M. **Practical code inspection techniques for object oriented systems: an experimental comparison**. Software, IEEE, v. 20, n. 4, p. 21–29, 2003.

FAGAN M. E. **Design: code inspection to reduce errors in program development**. IBM Systems Journal. Volume:15issue: 3, 1976.

FAGAN, Michael. **A history of software inspections**. In: Software pioneers. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. p. 562-573.

PORTER, A, VOTTA,L., BASILI, V. **Comparing Detection Methods for Software Requirements Inspections: A Replicated Experimente**. IEEE Transactions on Software Engineering, Volume 21, Issue 6, 1995.

PRESSMAN, R. **Software Engineering a Practitioner's Approach**. McGraw Hill, 5a edition, 2001.

SHULL, F. **Developing Techniques for Using Software Documents: A series of Empirical Studies**. PhD Thesis, Department of Computer Science, University of Maryland, USA, 1998.

THELIN, T. et al. **Evaluation of Usage-Based Reading-Conclusions after Three Experiments**. Empirical Software Engineering, Volume 9, Issue 1-2, 2004.

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE OBTENÇÃO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS UTILIZANDO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 18/12/2020

Milena Augusta de Oliveira Botelho

Departamento de Ciência da Computação
(DECOMP)
Universidade Estadual do Centro-Oeste
(UNICENTRO)
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/9607722181165360>

Mauro Miazaki

Departamento de Ciência da Computação
(DECOMP)
Universidade Estadual do Centro-Oeste
(UNICENTRO)
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/6722436779210499>

RESUMO: A antropometria é a área que estuda as medidas e dimensões das diversas partes do corpo humano. As medidas antropométricas são amplamente utilizadas para o acompanhamento do desenvolvimento de crianças, avaliação de treinamentos físicos, seleção de atletas, entre outras aplicações. Geralmente, as medidas antropométricas são coletadas manualmente, através de fitas métricas posicionadas nas regiões a serem medidas. Com isso, podem ocorrer erros e pode-se levar muito tempo para que todas as medidas sejam feitas. Uma possível solução é a utilização de técnicas de Processamento Digital de Imagens para calcular automaticamente essas medidas por um software. Assim, pode-se

obter maior precisão, além de maior velocidade. Com o objetivo de averiguar a utilização dessa abordagem atualmente, foi realizado um levantamento bibliográfico.

PALAVRAS - CHAVE: Antropometria, automatização, medição.

BIBLIOGRAPHIC SURVEY ON ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS ACQUISITION USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

ABSTRACT: The anthropometry is the field that studies the measurements and dimensions of the several parts of the human body. The anthropometric measurements are widely used for monitoring the development of children, evaluating physical training, selecting athletes, among other applications. Generally, the anthropometric measurements are manually collected, using measuring tapes positioned in the regions to be measured. As a result, errors can occur, and it can take a long time for all measurements to be made. A possible solution is the use of Digital Image Processing techniques to automatically calculate these measurements by software. With this approach, it is possible to obtain greater precision, as well as greater speed. In order to investigate the current use of this approach, a bibliographic survey was carried out.

KEYWORDS: Anthropometry, automation, measurement.

1 | INTRODUÇÃO

A antropometria está relacionada aos estudos da antropologia física e biológica, que se ocupa em analisar os aspectos do componente morfológico do ser humano e compará-los entre si ou diante de indicadores de referência (PIROLLI, 2017). Etimologicamente, o termo antropometria é formado pela junção de duas expressões de origem grega: *ánthropos* (homem ou ser humano) e *métron* (medida). Portanto, antropometria é uma técnica sistemática utilizada para medir dimensões do corpo humano.

A origem da antropometria está na antiguidade, quando gregos e egípcios observavam e analisavam a relação de diferentes partes do corpo. Na década de 1940, a antropometria passou a ser fortemente utilizada, em razão de evidências quanto à associação entre as dimensões do corpo e diversas áreas do conhecimento.

As medidas antropométricas são amplamente utilizadas para o acompanhamento do desenvolvimento de crianças, na educação física para avaliações físicas, na verificação das adaptações em resposta ao treinamento, na seleção de atletas, em estudos de caracterização étnica, na nutrição para o estudo da gordura visceral, entre outras áreas (PERINI *et al.*, 2005). Para se obter as medidas, os principais instrumentos utilizados são (SANCHES, 2008):

- estadiômetro: utilizado para tomar medidas no sentido vertical;
- compasso de barras: destina-se à tomada de medidas tais como diâmetros transversos, do tronco e comprimento dos membros;
- fita métrica ou trena antropométrica: destina-se à medida de perímetros;
- compasso de dobras cutâneas: também conhecido como espessímetro, plicômetro e adipômetro.

Geralmente, as medidas antropométricas são coletadas manualmente. Por isso, podem ocorrer variações nas medidas. Os principais fatores que causam essas variações são (SANCHES, 2008):

- utilização de instrumentos diferentes;
- calibração desigual do instrumento;
- habilidade e atenção do avaliador;
- precisão em identificar os pontos de reparo;
- pressão imposta na medida (com o instrumento);
- cooperação do indivíduo medido.

As variações geradas influenciam no resultado da avaliação. Além disso, pode-se levar bastante tempo para que todas as medidas sejam feitas. Pensando nisso, a

automatização da obtenção de medidas utilizando Processamento Digital de Imagens (PDI) é uma padronização bem-vinda e foi o foco do levantamento bibliográfico realizado. Utilizando PDI, essas medidas podem ser calculadas automaticamente por um software, tendo uma precisão maior nos dados, além de uma análise mais rápida de todos os componentes necessários. As informações obtidas pelo levantamento bibliográfico poderão ser utilizadas em trabalhos futuros, servindo de base de conhecimento para novos projetos de software de obtenção automática de medidas antropométricas.

A seguir, serão abordados o que é Processamento Digital de Imagens (Seção 2), a metodologia adotada no levantamento bibliográfico (Seção 3), os trabalhos encontrados no levantamento bibliográfico (Seção 4), considerações finais (Seção 5) e referências.

2 | PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Processamento Digital de Imagens (PDI) é a manipulação de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo são imagens (CONCI *et al.*, 2008). As técnicas de PDI podem ser usadas para melhorar o aspecto visual de imagens para o analista humano ou para fornecer outros subsídios para a sua interpretação, que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos.

PDI vem do Processamento de Sinais (GONZALEZ; WOODS, 2010). Os sinais, como as imagens, são um suporte físico que carregam no seu interior uma determinada informação. Processar uma imagem consiste em transformá-la sucessivamente com o objetivo de extrair mais facilmente a informação nela presente.

As etapas em PDI podem ser organizadas da seguinte maneira (ver Figura 1) (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999):

- aquisição de imagens: inicialmente, é necessário capturar uma imagem, relacionada ao problema que se quer resolver, utilizando algum dispositivo, como uma câmera fotográfica, filmadora, *scanner*, entre outros.
- pré-processamento: a imagem capturada na primeira etapa pode possuir algum tipo de imperfeição, como brilho ou contraste inadequado; para resolver isso, podem ser utilizadas técnicas de aprimoramento de imagem;
- segmentação: nesta etapa ocorre a busca e identificação dos objetos de interesse na imagem;
- extração de características: a tarefa aqui é obter informações do objeto que foi segmentado (são as medidas, descritores);
- reconhecimento e interpretação: na última etapa, a tarefa consiste em atribuir um rótulo a um objeto com base em suas características (classificação);
- base de conhecimento: representa as informações geradas por cada etapa descrita anteriormente, que podem ser utilizadas para auxiliar no processamento das etapas posteriores às etapas em que foram geradas.

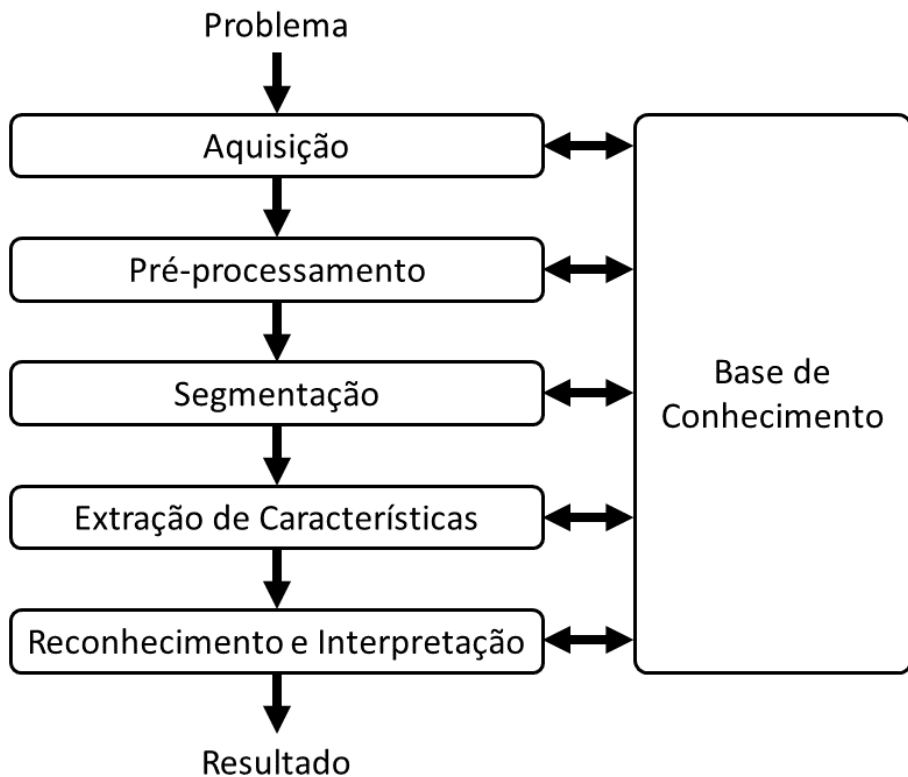


Figura 1. Etapas em PDI.

Fonte: (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999).

3 | METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas no Google e Google Scholar por documentos relacionados ao tema do levantamento bibliográfico: obtenção de medidas antropométricas utilizando processamento digital de imagens. As palavras-chave usadas nas pesquisas foram: antropometria, medidas antropométricas, processamento de imagens em educação física, processamento de imagens em postura, *anthropometry*, *anthropometric measures*, *image processing in physical education*, *image processing posture* e *image processing wearable*. As referências dos artigos encontrados foram inspecionadas com o propósito de encontrar mais trabalhos de interesse e aprofundar o levantamento. Foram selecionados os trabalhos com conteúdo mais relacionados com o tema proposto.

4 | LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Durante as pesquisas, além dos artigos, também foi encontrado um software comercial, o *Posture Scan*, desenvolvido pela Qinematic (2020). Este software utiliza

processamento de imagens para avaliar a postura de uma pessoa. Através de sete passos é possível dizer como é a postura do indivíduo. O software mede a inclinação, tamanhos diferentes em pontos específicos e compara com a forma correta do exercício que está sendo proposto naquele passo. Está disponível em inglês, alemão e sueco. Seu preço é de 12 euros por *scan*.

A seguir, são apresentados os resumos descrevendo os artigos encontrados de maior relevância ao tema do levantamento bibliográfico:

- Bostrom *et al.* (2018): são mostradas as etapas percorridas para criar, utilizar e catalogar dados de postura de 33 partes do corpo, como joelhos, cabeça, mãos, pés, cotovelos, etc. Foram utilizadas câmeras de infravermelho com detecção de movimento, assim como placas com pontos de balanço com diferentes alturas. Tudo foi sincronizado com um sinal analógico. O participante sobe em cada um dos pontos e realiza seis passos para que se possa ser calculado seu balanço e equilíbrio. Com isso, é possível dizer se a postura influencia no equilíbrio e, se sim, que tipo de problema postural a pessoa possui.
- Figlali *et al.* (2015): são mostradas as etapas percorridas para se criar, utilizar e catalogar dados de posturas de braços, pernas e lombares de um trabalhador em uma fábrica. Através de uma foto lateral e uma foto de costas do sujeito, o processamento começa. Os dados são processados pelo computador e transformados em desenhos que posteriormente são utilizados para dizer qual o ângulo de inclinação, se a postura está correta ou se está com algum problema postural. O software utilizado é uma adaptação do método OWAS (*Okvako Working Posture Analyzing System*) para computador.
- Uhm *et al.* (2015): foi utilizada uma câmera, marcadores de altura e circunferência, além de um apoio para os pés. Foi proposta a medição de pessoas em um dispositivo portátil. Assim, o dispositivo pode ser levado diretamente ao usuário. A fim de maximizar os resultados e diminuir o tempo de coleta, foram relatados alguns pontos a serem considerados na escolha do material para coleta de dados. Foi destacado como ponto negativo que as câmeras com sensor RGB de profundidade necessitam que os usuários usem roupas justas para funcionarem satisfatoriamente. Portanto, deve-se ter cautela na escolha da tecnologia.
- Chang *et al.* (2011): foi desenvolvido um periférico baseado no Microsoft Kinect e foi implementado um jogo para reabilitação de seus usuários. O jogo mede o desempenho do usuário até chegar à altura que identifica a conclusão da reabilitação. O Kinect é um periférico do tipo *webcam* destinado a jogos por console. O Kinect permite a interação de seus usuários sem a necessidade de toque em algum tipo de controlador, através de uma interface natural do usuário utilizando gestos. O dispositivo vem com uma câmera RGB e um sensor de profundidade, que combinados oferecem recursos de captura de movimento 3D de corpo inteiro e reconhecimento de gestos.

- Samejima *et al.* (2012): um Microsoft Kinect foi utilizado neste trabalho para medição dos usuários. Para a medição correta foi adotado o método AIST de base de dados antropométricos (a descrição do método pode ser encontrada no artigo citado). Com isso, conseguiram obter 52 diferentes medidas do corpo de cada usuário, possibilitando avaliar o grau de obesidade e quadros de risco nos usuários participantes, com menos de 10% de erro nos resultados obtidos.
- Weiss *et al.* (2013): foi mostrado o processo do autor para fazer uma avaliação corporal utilizando um Kinect na casa do usuário. Os *frames* (quadros de um vídeo) são capturados não sequencialmente para melhor visualização das partes do usuário, com isso é possível escolher os melhores *frames* e fazer as miniaturas das poses do usuário. Através das miniaturas, o autor conseguiu medir com maior precisão o usuário avaliado.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no levantamento bibliográfico, é possível concluir que a obtenção de medidas antropométricas pode ser feita utilizando Processamento Digital de Imagens. Há algumas limitações que podem ser contornadas dependendo da tecnologia utilizada, mas é possível fazer a medição de maneira eficaz e mais rápida que o processo manual. Os artigos encontrados poderão servir de base e ponto de partida para trabalhos futuros, voltados ao desenvolvimento de um novo software para obtenção de medidas antropométricas por PDI.

REFERÊNCIAS

BOSTROM, K. J. *et al.* The contribution of upper body movements to dynamic balance regulation during challenged locomotion. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 12, p. 8, 2018.

CHANG, Y.-J.; CHEN, S.-F.; HUANG, J.-D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 6, p. 2566-2570, 2011.

CONCI, A.; AZEVEDO, E.; LETA, F. R. **Computação gráfica: teoria e prática (volume 2)**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

FIGLALI, N. *et al.* Image processing-aided working posture analysis: I-OWAS. **Computers & Industrial Engineering**, v. 85, p. 384–394, 2015.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento digital de imagens**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2010.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens**. Brasport, 1999.

PERINI, T. A.; OLIVEIRA, G. L.; ORNELLAS, J. S.; OLIVEIRA, F. P. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 1, p. 81-85, 2005.

PIROLI, P. M. **Vídeo tutorial**: protocolos de medidas antropométricas e avaliação morfológica. Trabalho de Conclusão Final de Curso. Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde. Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde. Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

QINEMATIC. **Posture Scan**. Disponível em: <<https://www.qinematic.com/posture-scan>>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SAMEJIMA, I. *et al.* A body dimensions estimation method of subject from a few measurement items using KINECT. In: **2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)**. IEEE, p. 3384-3389, 2012.

SANCHES, A. B. **Educação física à distância**: módulo 4. Brasília: Universidade de Brasília, 2008.

UHM, T.; PARK, H.; PARK, J.-I. Fully vision-based automatic human body measurement system for apparel application. **Measurement**, v. 61, p. 169-179, 2015.

WEISS, A.; HIRSHBERG, D.; BLACK, M. J. Home 3D body scans from a single Kinect. In: **Consumer Depth Cameras for Computer Vision**. Springer, Londres, p. 99-117, 2013.

CAPÍTULO 10

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES BÁSICAS PARA O ENSINO DE ROBÓTICA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 17/12/2020

Andressa Kotz

Colégio Marista Santo Ângelo
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7553726555624329>

Marilei de Fátima Kovatli

Colégio Marista Santo Ângelo
Santo Ângelo – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4551916754737123>

Ederson Luiz Locatelli

Rede Marista (Colégios e Unidades Sociais)
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0270848871768233>

RESUMO: Esse artigo apresenta o relato de experiência sobre um projeto da Robótica Educacional, utilizando o Pensamento Computacional para desencadear o processo de aprendizagem da programação de estudantes de uma escola de Santo Ângelo, RS. O estudo iniciou em fevereiro com previsão de término para novembro de 2019, envolvendo 289 estudantes das turmas do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental. A metodologia do estudo usada foi a pesquisa bibliográfica e estudo de caso, sendo desenvolvido no laboratório de tecnologias da escola, com aulas semanais e tarefas para serem realizadas em casa. Para o desenvolvimento do projeto elaborou-se um planejamento por meio de plataformas de aprendizagem, como o Code.org e o

Codespark, que trabalham o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à tecnologia e a computação, e também utilizou-se atividades desplugadas, que permitem ao estudante experimentar, analisar, criar soluções e aprender através dos erros e acertos. Investigou-se como o desenvolvimento do Pensamento Computacional contribui o ensino da Robótica Educacional por meio de uma distinta forma de abordar os conceitos básicos da Ciência da Computação para resolver problemas, desenvolver sistemas e também para entender o comportamento humano. Por meio desta experiência percebe-se que a introdução do Pensamento Computacional contribui para a inserção da robótica educacional nas séries iniciais da escola em estudo. O projeto encontra-se em desenvolvimento e já é possível observar que a utilização dessas plataformas incentiva o pensamento criativo, o raciocínio sistemático e o trabalho colaborativo, competências essenciais para o educando desenvolver-se de forma crítica e cognitiva.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica educacional, Programação, Pensamento Computacional, Ensino Fundamental.

COMPUTATIONAL THINKING AS A STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF MAIN SKILLS FOR ROBOTICS TEACHING

ABSTRACT: This article presents an experience report on an Educational Robotics project, using Computational Thinking to trigger the process of programming learning at school students in Santo Ângelo, RS. The study started in February and is expected to end in November

2019, involving 289 students from the 1st to the 5th grade of elementary school. The study methodology used was bibliographic research and case study, being developed in the school's technology laboratory, with weekly classes and homework. For the development of the project, planning was incremented through learning platforms, such as Code.org and Codespark, which work on the development of competences and skills related to technology and computing, and also used unplugged activities, which allow students to experiment, analyze, create solutions and learn from mistakes and successes. It was investigated how the development of Computational Thinking contributes to the teaching of Educational Robotics through a distinct way of approaching the basic concepts of Computer Science to solve problems, develop systems and also to understand human behavior. Through this experience it is noticed that the introduction of Computational Thinking contributes to the insertion of educational robotics in the initial grades of the mentioned school. The project is under development and it is already possible to observe that the use of these platforms encourages creative thinking, systematic reasoning and collaborative work, essential skills for the student to develop in a sharp-witted and cognitive way.

KEYWORDS: Educacional Robotics, Programming, Computational Thinking, Elementary School.

1 | INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional é um método para solução de problemas e para desenvolver a capacidade de pensamento crítico, baseado nos fundamentos e técnicas da Ciência da Computação (WING, 2006). Esta visão defende que a cultura do computador ajuda a sociedade não somente a aprender, mas a desenvolver habilidades para buscar a resolução de problemas nas mais diversas áreas.

Cada vez mais empresas e escolas tendem a se adequar à nova realidade do contexto tecnológico para buscar aprimoramento, integrando a metodologia da difusão do Pensamento Computacional em seu currículo (ZILLI, 2004). A fim de preparar os estudantes para compreender o mundo e também para o mercado de trabalho atual, é necessário desenvolver habilidades que são adquiridas por meio de atividades de Pensamento Computacional, que desencadeia a evolução das capacidades pessoais dos estudantes, como a capacidade de concentração, percepção e criatividade.

As plataformas utilizadas para a realização do projeto de robótica educacional apresentam um quadro de progressão, no qual são elencados e atribuídos os conceitos de coleta, análise e representação de dados, decomposição de problemas, algoritmos, automação e simulação, fundamentais para desencadear o aperfeiçoamento das habilidades do Pensamento Computacional nas escolas. No desenvolvimento do estudo introduziram-se os conceitos em uma abordagem interdisciplinar, considerando o Pensamento Computacional como uma capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação nas mais diversas áreas do conhecimento (BRACKMANN, 2017).

Tendo em vista a relevância do desenvolvimento do Pensamento Computacional, buscou-se, por meio do projeto educacional, elaborar uma metodologia adequada para a promoção das habilidades de resolução de problemas para inserir e aprimorar o estudo da robótica educacional no âmbito do Ensino Fundamental. A metodologia empregada visa trabalhar de forma lúdica os conceitos encontrados nas plataformas utilizadas e relacionados a Ciência da Computação. A principal contribuição deste artigo é relatar as atividades realizadas e analisar a sua contribuição na educação dos estudanteestudantes envolvidos.

O artigo é organizado da seguinte forma: na seção 2 de *Embasamento Teórico* aborda-se o conceito de Pensamento Computacional, sua disseminação pelo mundo e a importância de seu desenvolvimento na educação. Na seção 3, apresenta-se a metodologia utilizada durante o desenvolvimento do estudo. Na sequência, a seção 4 apresenta e discute os dados coletados a partir das atividades realizadas. Na seção 5 apresentam-se as conclusões e resultados obtidos. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que nortearam o embasamento teórico do estudo em questão.

2 | EMBASAMENTO TEÓRICO

O Pensamento Computacional tem sido comparado com a alfabetização do século XXI e possuir habilidades básicas de codificação tornou-se algo necessário para muitos postos de trabalho. Estudos da *European Commission* (2015) estimam que 90% das ocupações profissionais hoje em dia requerem competências digitais, incluindo programação. Em 2015, mais de 600.000 empregos na área de tecnologia com altos salários permaneceram vagos nos Estados Unidos (SMITH, 2016). Grandes organizações têm sido incentivadas pelo governo americano a auxiliarem no ensino da Ciência da Computação em escolas. O *Google*, por exemplo, possui uma divisão denominada *Google na Educação*, a qual tem investido um montante considerável em programas e projetos para incentivar a introdução dos conceitos da CC e estimular a prática do Pensamento Computacional com estudantes da Educação Média.

Na Europa o ensino de Ciência da Computação já está integrado no currículo da Educação Básica de 15 países: Áustria, Bulgária, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, França, Hungria, Irlanda, Lituânia, Malta, Espanha, Polônia, Portugal, Eslováquia e Inglaterra (BALANSKAT et. al., 2015). No Brasil, o ensino de Pensamento Computacional não está estabelecido como parte do currículo do Ensino Básico (BRACKMANN, 2016), mas é possível perceber que o tema vem se destacando e sendo, cada vez mais, objeto de estudo.

Além dos financiamentos governamentais e dos programas de grandes empresas, observamos que têm surgido inúmeras iniciativas fora do ambiente escolar, tais como

*Code.org*¹, *Codespark*², *Kodable*³, *Silent Teacher*⁴, *Run Marco*⁵ e *Compute It*⁶, as quais têm auxiliado a popularizar discussões em torno da necessidade de intruzir Ciência da Computação no currículo escolar para auxiliar no desenvolvimento do Pensamento Computacional.

2.1 Pensamento computacional

A proposta do pensamento computacional (do inglês, *computational thinking*) é aplicar habilidades utilizadas para criação de programas computacionais como metodologia para resolução de problemas gerais. Conforme apresentado em (WING, 2006), o Pensamento Computacional pode ser colocado como uma das habilidades intelectuais básicas de um ser humano, comparada a ler, escrever, falar e fazer operações aritméticas. Habilidades estas que servem para descrever e explicar situações complexas.

Para melhor definir o que é o Pensamento Computacional, a ISTE (*International Society for Technology in Education*) e CSTA (*Computer Science Teacher Association*, 2011) desenvolveram um conceito que entende o Pensamento Computacional como um processo de resolução de problemas que inclui as seguintes características: Formulação de problemas de uma forma que nos permite usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; Coleta e análise de dados; Representar dados através de abstrações como modelos e simulações; Soluções automatizadas por meio do pensamento algorítmico (uma série de passos ordenados); Identificar, analisar e implementar soluções possíveis com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e eficaz de recursos e passos; Generalizar e transferir este processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas.

A importância do Pensamento Computacional, na sociedade atual, produz um importante movimento pedagógico denominado: ciência, tecnologia e sociedade (BURKE, 2015). Tendência essa que leva em conta o impacto atual do Pensamento Computacional, envolvendo uma visão interdisciplinar que desconsidera a compartimentalização do conhecimento entre áreas distintas.

3 | METODOLOGIA

As atividades tinham uma periodicidade semanal, com início em fevereiro de 2019 e transcorrendo ao longo do ano, tendo previsão de término para novembro. Todas foram realizadas no Laboratório de Tecnologias do Colégio. Além das atividades presenciais, os estudantes também foram desafiados a realizar avanços em casa, com o auxílio dos pais.

1 <https://code.org/>

2 <https://codespark.com/play/>

3 <https://www.kodable.com/>

4 <http://silentteacher.toxicode.fr/>

5 <https://runmarco.allcancode.com/>

6 <http://compute-it.toxicode.fr/>

Essa foi uma maneira encontrada de aproximar as famílias das atividades tecnológicas desenvolvidas no Colégio. Ao total, o estudo acompanha 289 estudantes das turmas do primeiro ao quinto ano do Ensino Fundamental. A metodologia do estudo utilizada foi a pesquisa como bibliográfica e como um estudo de caso, pois buscou-se realizar o acompanhamento dos estudantes.

Na plataforma Code.org é possível criar uma conta de *professor* para criar seções de Sala de Aula e inserir estudantes nelas. Dessa forma, para cada turma do Ensino Fundamental Inicial foram criadas seções nas quais é possível acompanhar o desempenho e evolução de cada estudante. Para criar uma nova seção, é possível optar pela forma de *login*, sendo ela por imagens, palavras ou logins pessoais. Para tornar o estudo mais lúdico, optou-se pelo login por imagens, onde é gerado, aleatoriamente, um código em forma de *Mascote* individual para cada estudante. Essas informações ficam compiladas em um cartão, também produzido pela plataforma, que pode ser impresso. A imagem abaixo exemplifica a situação descrita. Os cartões foram entregues aos estudantes, que puderam continuar a atividade em seus computadores pessoais. Também é possível optar pelo Curso que será disponibilizado para cada turma, sendo que decidimos por iniciar com o Curso 1 para todos os estudantes envolvidos. Dessa maneira, puderam-se perceber mais claramente as facilidades e dificuldades de cada um.

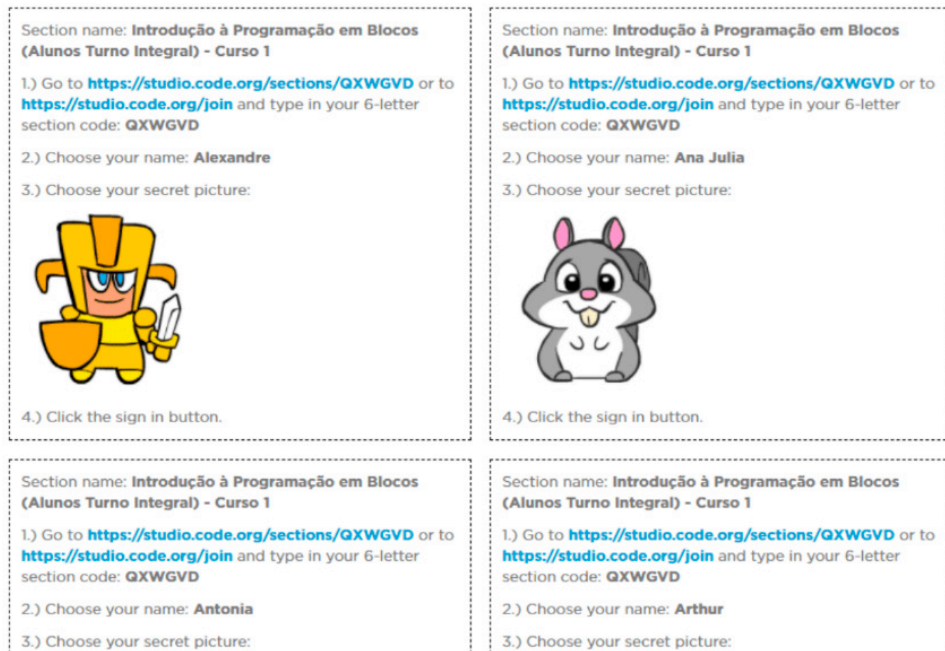


Figura 1: Cartões de Login

Fonte: Code.org

Por meio do desenvolvimento do Pensamento Computacional como forma de aproximar os fundamentos da Ciência da Computação no cotidiano dos adolescentes, percebeu-se uma estratégia para introduzir a robótica educacional, com o Lego Mindstorms EV3, nas atividades dos estudantes.

4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Os dados coletados ficam armazenados na própria plataforma do Code.org e podem ser analisados a qualquer momento. Eles ficam compilados separadamente, agrupados pelo Progresso dos estudantes, que pode ser visualizado de forma comparativa entre todos os estudantes, e também individualmente; pelas Respostas de texto, Avaliações/Pesquisas e Projetos, que são pouco utilizados devido ao formato que decidiu-se incrementar; pelas Estatísticas, que mostram os níveis concluídos e o número de linhas de código que foram utilizadas em cada atividade.

Como meio de incentivo para que os estudantes buscassem realizar mais atividades da plataforma, foi apresentada a tabela de progresso para cada turma. Dessa forma, os estudantes podiam comparar seus resultados com os resultados de outros colegas. A Figura 2 demonstra o resultado do progresso de cada estudante.



Figura 2: Progresso dos estudantes na seção específica

Fonte: Code.org

O professor pode acompanhar as atividades realizadas pelos estudantes, e também dar um feedback para a turma em relação ao avanço dos desafios e incentivar a conclusão do curso para ser feita a liberação de novos cursos, como a Hora do Código. A Figura 3

apresenta a tabela que a plataforma gera com os dados estatísticos dos estudantes de cada turma, exibindo os níveis concluídos e o número de linhas de código utilizadas na resolução das atividades.



The image shows a screenshot of a web browser displaying the Code.org teacher dashboard. The URL in the address bar is 'studio.code.org/teacher_dashboard/sections/2093089/stats'. The dashboard has a navigation menu with tabs for 'Progresso', 'Respostas de texto', 'Avaliações/Pesquisas', 'Projetos', 'Estatísticas', and 'Gerenciar alunos'. The 'Estatísticas' tab is selected. Below the menu is a table with three columns: 'Nome', 'Níveis concluídos', and 'Linhas de código'. The table lists ten students with their respective statistics.

Nome	Níveis concluídos	Linhas de código
Alexandre	223	1135
Ana Julia	34	83
Antonia	116	532
Arthur	479	3074
Enzo	60	155
Felipe	80	340
Gabriela	128	506
Isaque	35	168
Isaque	0	0
Júlia	48	166
Luiza	93	476

Figura 3: Estatísticas dos estudantes

Fonte: Code.org

Todas essas funções que a plataforma apresenta são um meio de instigar e motivar o aprendizado e o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Segundo Keller (2009), em qualquer sistema educacional a motivação para aprender é considerada como elemento essencial. A motivação no contexto educacional vem do engajamento voluntário em continuar a aprender (KELLER, 2009).

Foi possível perceber que, além de desenvolver o Pensamento Computacional e raciocínio lógico, essas atividades também serviram para aprimorar a dimensão de interação social entre os estudantes, que está associada ao envolvimento com outras pessoas no jogo, fazendo com que o usuário se sinta ativo em um ambiente compartilhado com outros usuários.

4.2 Comparativo do Code.org com o Softwaree Lego EV3

A plataforma online Code.org faz uso da programação em blocos para realizar as atividades dos Cursos propostos, assim como o Software do Lego Mindstorms EV3, que é trabalhado na Robótica Educacional. A introdução da sequência didática proposta a partir do uso dos recursos do Code.org permitiu introduzir o Pensamento Computacional e a linha de raciocínio da codificação utilizada para programar os robôs. A Figura 4 apresenta a área de programação do software Lego Mindstorms EV3.

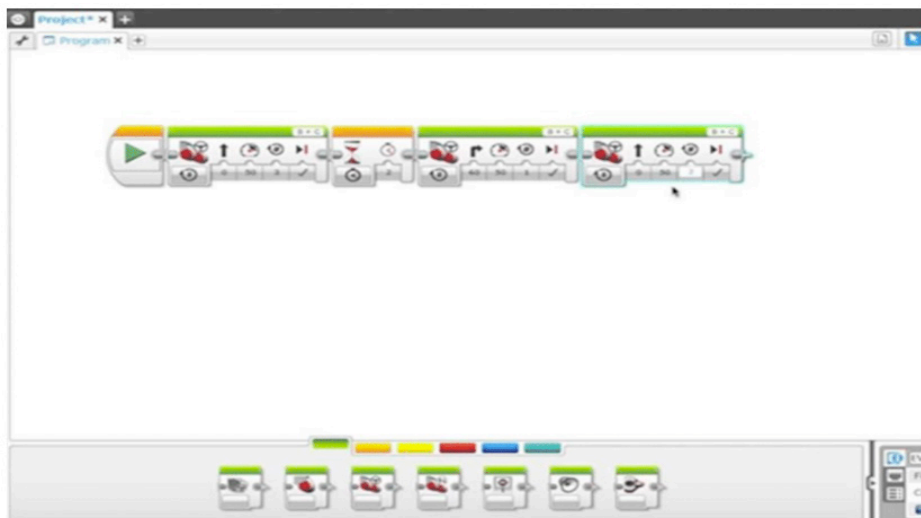


Figura 4: Área de programação

Fonte: *Software* Lego Mindstorms EV3

Considerando a programação em blocos, a plataforma do Code.org utiliza um sistema de resolução dos desafios semelhante ao da programação utilizada na robótica educacional, com a diferenciação de dispor-se de forma lúdica e com uma interface amigável e atrativa, voltando-se ao que as crianças estão habituadas. A Figura 5 apresenta a área de programação da plataforma. Nela é possível desenvolver as soluções para resolver e completar cada desafio com o uso da programação em blocos. As flechas direcionais e a representação dos pontos cardeais são uma forma de tornar o estudo mais lúdico e atrativo para as crianças.

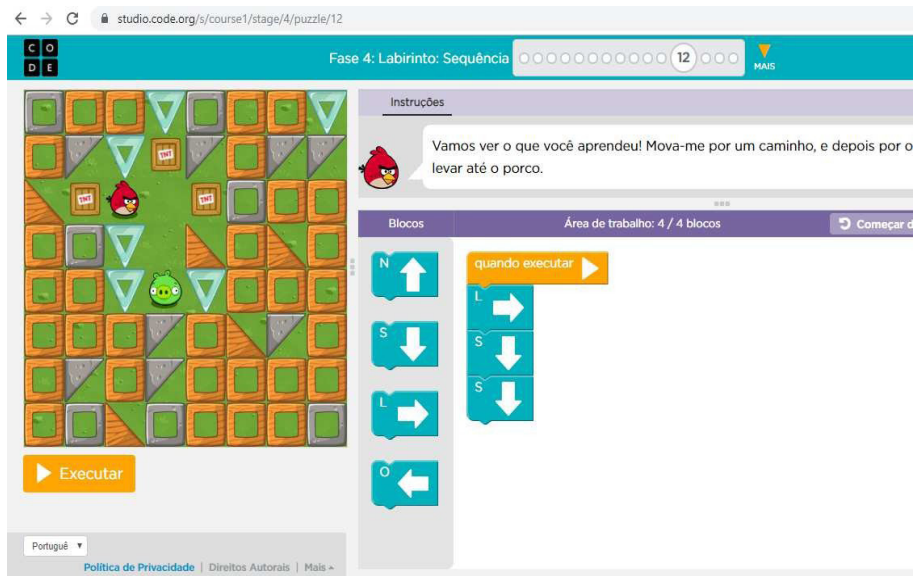


Figura 5: Programação em blocos

Fonte: Code.org

Dessa forma, por meio do comparativo realizado, o Code.org pode ser utilizado como forma de desencadear o raciocínio lógico da linguagem de programação para, posteriormente, ser utilizada de forma mais elaborada na robótica educacional.

5 | CONCLUSÕES

Num mundo cada vez mais tecnológico, é fundamental que o estudante desenvolva e solidifique o raciocínio lógico e sistemático a fim de resolver problemas do cotidiano com o uso de recursos inovadores da *high tech* (alta tecnologia). A programação e o aprimoramento do Pensamento Computacional são elementos essenciais para a construção de um indivíduo crítico e capaz de simular situações prontamente, a fim de buscar soluções para cada circunstância.

Este relato buscou formas de incrementar o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio de plataformas online e atividades desplugadas para introduzir a programação da Robótica Educacional com o uso do software Lego Mindstorms EV3. Além disso, com a utilização do Code.org, buscou analisar também as competências do Pensamento Computacional evidenciadas na plataforma. Por se tratar de uma ferramenta gratuita e com um grande número de jogos disponíveis, a plataforma se mostra como uma grande aliada na disseminação do ensino de computação desde os Anos Iniciais. O estudo realizado demonstrou que o jogo trouxe uma ótima experiência aos usuários, alinhando motivação e aprendizagem. Em trabalhos futuros busca-se realizar questionários

de avaliação da ferramenta online em comparação com usuários que já tem conhecimento prévio de programação e com estudantes que nunca tiveram contato com as linguagens computacionais.

Como conclusões destaca-se que a plataforma online exhibe elementos que possibilitam a aprendizagem, apresentando recursos lúdicos que fazem a criança aprender brincando. Também é possível evidenciar que a otimização do Pensamento Computacional facilita o entendimento do estudante para criar códigos de programação do software Lego EV3.

REFERÊNCIAS

BALANSKAT, A.; ENGELHARDT, K. **Computing our future**: Computer programming and coding - Priorities, school curricula and initiatives across Europe. European Schoolnet, Belgium: 2015.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado)-Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017.

BURKE, B. **Gamificar**: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias. São Paulo: DVS Editora, 2015.

CODE.ORG. **Site oficial**. 2019. Disponível em: <code.org/international/about>. Acesso em: 07 ago. 2019.

CODESPARK. **Site oficial**. 2019. Disponível em: <codespark.com>. Acesso em: 08 ago. 2019.

SOUSA, R. P.; MIOTA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

KELLER, J. M. **Motivational Design for Learning and Performance**: The ARCS Model Approach. Springer, 2009.

MAEHR, M. L. Continuing Motivation: An Analysis of a Seldom Considered Educational Outcome. **Review of Educational Research**, v. 46, n. 3, p. 443-462, 1976.

WING, J. M. **Research notebook**: Computational thinking - What and Why? The Link. Pittsburgh: Spring, 2011.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental**: Perspectivas e prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis-SC, 2004.

CAPÍTULO 11

PROTÓTIPO DO APLICATIVO ERGON PARA INFORMAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO ERGONÔMICA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/11/2020

Adakrishna Sampaio Saraiva Bitencourte

Mestrado Profissional em Telemedicina e
Telessaúde (UERJ)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/0415697578100935>

Márcia Maria Pereira Rendeiro

Mestrado Profissional em Telemedicina e
Telessaúde (UERJ)
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/0577358193439037>

RESUMO: Este artigo apresenta o protótipo do aplicativo (app) Ergon, o qual permite o acesso às informações para conscientização ergonômica de empresas e trabalhadores, com objetivo de contribuir nas ações de identificação e prevenção de riscos ergonômicos que podem acarretar em danos à saúde do trabalhador. O conteúdo do app foi baseado nos aspectos das condições de trabalho abordadas na Norma Regulamentadora 17 – NR 17, da Secretaria do Trabalho do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia. Treinamento. Conscientização. Aplicativo móvel.

ERGON APPLICATION PROTOTYPE FOR ERGONOMIC INFORMATION AND AWARENESS

ABSTRACT: This article shows a prototype mobile application (app), called Ergon, which

allows access to information for companies and workers ergonomic awareness, to contribute in identification and prevention actions for ergonomic risks that can results in damage to workers health. Apps content was based on the work aspects conditions covered in Ergonomics Standard 17 of Brazil Labour Secretary.

KEYWORDS: Ergonomics. Training. Awareness. Mobile application.

1 | INTRODUÇÃO

A Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano, abrangendo os trabalhos executados com máquinas e equipamentos e todas as situações em qual ocorre relacionamento entre o ser humano e uma atividade produtiva de bens ou serviços (IIDA, 2016). Esta disciplina busca entender as interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, aplicando teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do Sistema (ABERGO, 2008). O campo de Saúde do Trabalhador pode utilizar a Ergonomia como um instrumento de análise dos riscos ergonômicos presentes em uma situação de trabalho com objetivo de prevenção de lesões e doenças.

Segundo dados preliminares do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), em 2017 foram concedidos 22.029 benefícios acidentários a trabalhadores que precisaram ficar mais de

15 dias afastados do trabalho por causa de algum tipo de doença relacionada à Lesão por Esforço Repetitivo e Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho - LER/DORT. O número representa 11,19% de todos os benefícios concedidos. Essas lesões podem ocorrer devido a tarefas repetitivas que exigem força ou um ritmo de trabalho acelerado, somadas a posturas inadequadas e ao estresse, formando um ambiente propício para o surgimento dessas lesões ou doenças (BRASIL, 2018).

A prevenção às lesões e doenças relacionadas ao trabalho é uma temática explorada na Secretaria do Trabalho (ST), através das normas regulamentadoras (NRs), que possuem caráter obrigatório para empresas públicas e privadas, e fornecem os parâmetros para adequação em Saúde e Segurança no Trabalho, no caso da Ergonomia, a Norma Regulamentadora 17 – NR 17. Os treinamentos fazem parte dos meios para identificação e mitigação dos riscos ergonômicos, possibilitando a melhoria da condição de trabalho pela empresa e trabalhadores em situações que não necessitem de um profissional especializado.

Existe um impacto social e econômico no movimento atual de migração das empresas das capitais para cidades do interior devido aos maiores incentivos fiscais, menores custos de produção – em casos de utilização de matéria-prima originária do interior ou contratação de mão de obra mais barata, menor índice de violência e melhores condições de logística (JUNIOR, 2016). Essa migração pode dificultar o acesso ao ergonomista, trazendo a necessidade de autonomia das empresas e trabalhadores, nas situações simples de obtenção de um ambiente de trabalho seguro e saudável.

A ergonomia de conscientização procura capacitar os próprios trabalhadores para a identificação e correção dos problemas do dia a dia ou aqueles emergenciais, pois problemas ergonômicos podem não ser solucionados na fase de concepção ou na fase de correção. A conscientização geralmente é feita por meio de cursos de treinamento e reciclagens, ensinando o trabalhador a operar de forma segura, reconhecendo os fatores de risco que podem surgir a qualquer momento no ambiente de trabalho (IIDA, 2016).

As Tecnologias da Informação e Comunicações (TICs) são utilizadas na capacitação a distância e, atualmente, têm nos equipamentos móveis um destaque por sua sofisticação técnica e crescente presença na vida das pessoas e das organizações, trazendo a flexibilização da execução das tarefas no local e tempo de sua preferência ou possibilidade (OLIVEIRA et al, 2015). Com a característica de ubiquidade dos equipamentos móveis, o presente estudo sugere que estes sejam utilizados como uma ferramenta para a conscientização ergonômica em empresas, possibilitando ao usuário o seu acesso a qualquer hora e local.

Foi realizado um estudo preliminar ao desenvolvimento do aplicativo Ergon que demonstrou uma carência de aplicativos informativos ou de conscientização ergonômica, disponíveis nas lojas virtuais. Somente um aplicativo, denominado Pontos de Verificação Ergonômica, mais se aproximou das condições de trabalho e itens da NR 17.

O presente estudo visa demonstrar o protótipo do aplicativo móvel Ergon, que tem o propósito de facilitar o acesso à informação e conscientização ergonômica, baseado na NR 17, para a prevenção de LER/DORT.

2 | ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO APP

Para a concepção do app Ergon foram programadas cinco etapas de desenvolvimento:

Etapa 1. Análise dos aplicativos informativos em ergonomia, definição do conteúdo e objetivo do aplicativo: nesta fase foi realizada uma revisão de literatura e um estudo dos aplicativos informativos de Ergonomia disponíveis nas lojas virtuais *Google Play* e *Play Store*. Posteriormente, foi elaborado o conteúdo para conscientização ergonômica.

Etapa 2. Planejamento das interfaces e da navegabilidade: nesta fase foi projetado o *lay out* estático do aplicativo junto à um designer com uso do programa gráfico Corel Draw.

Etapa 3. Desenvolvimento do protótipo: esta fase está prevista a ser executada junto à uma agência de publicidade para execução do *wireframe* do aplicativo com possibilidade de criação de aplicações para as plataformas Android e iOS.

Etapa 4. Teste de validação do protótipo: serão realizados testes com usuários na área de Ergonomia, lideranças de áreas produtivas de empresas, trabalhadores e profissionais e informática, com avaliação do aplicativo por uso de questionário no *google forms*.

Etapa 5: Ajustes e refinamento do protótipo. Os problemas identificados na fase de validação serão ajustados para a concepção do produto final.

3 | PROTÓTIPO DO APP ERGON: FLUXO DE NAVEGAÇÃO E INTERFACES

A construção do conteúdo do aplicativo se fez por conceituações ergonômicas para identificação de riscos e implementação de melhorias baseadas nos temas abordados pela NR 17. Os temas abordados no aplicativo foram: conceitos de ergonomia, riscos ergonômicos, informações e sugestões de melhorias para as cinco condições de trabalho abordadas sobre a NR 17 - levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, equipamentos, condições ambientais do posto de trabalho e organização do trabalho. Para isso foram elaboradas 38 telas com textos e pictogramas, buscando fácil entendimento para trabalhadores em geral. A figura 1 apresenta o fluxo de navegação e a organização das informações e orientações do protótipo do aplicativo:

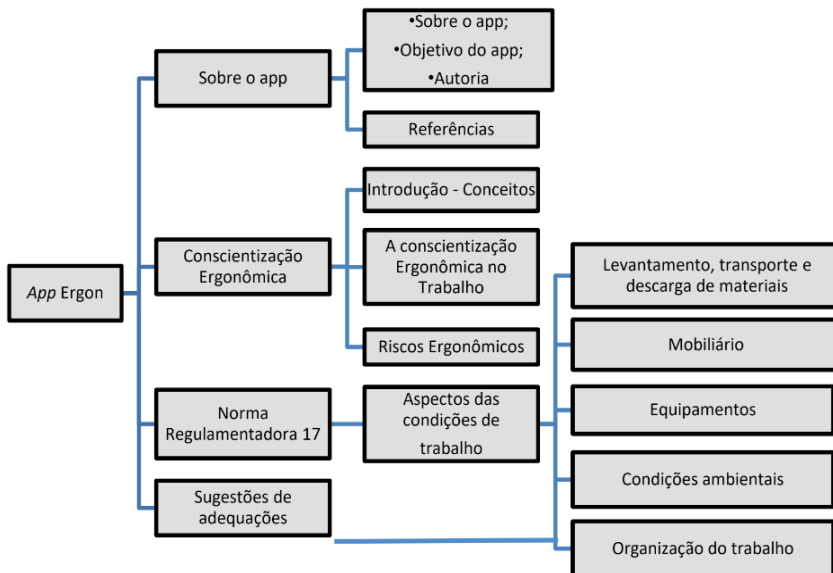


Figura 1. Fluxo de navegação e organização das informações do aplicativo Ergon.

Fonte: Autores.

A interface do aplicativo foi dividida em quatro partes, que são as opções de informações principais e iniciais para navegação: a explicação sobre o aplicativo, a conscientização ergonômica com conceitos e descrição de riscos ergonômicos, a legislação vigente de ergonomia – NR 17 e seus aspectos abordados, por fim as sugestões de adequações.

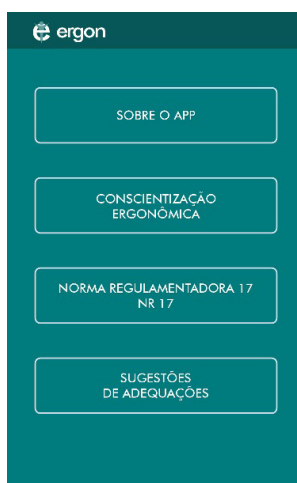


Figura 2. Tela das opções de informações principais do aplicativo.

Fonte: Autores.



Figura 3. Tela com informações para conscientização ergonômica.

Fonte: Autores.

4 | DISCUSSÃO

Godderis e Lambrechts (2019) consideram o uso das novas tecnologias de saúde eletrônica como uma oportunidade para a saúde e segurança no trabalho. Para eles o local de trabalho desempenha um papel essencial na promoção de um estilo de vida saudável, devido ao tempo que muitos funcionários passam no trabalho.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) junto à *International Ergonomics Association* (IEA) desenvolveram o manual *Ergonomic Checkpoints*, já traduzido para o português como Pontos de Verificação Ergonômica, com o intuito de preencher alguns vazios, particularmente para pequenas e médias empresas, apresentando melhorias práticas no local de trabalho de um ponto de vista ergonômico. Esse manual pode ser utilizado por qualquer pessoa interessada em criar um ambiente de trabalho melhor: empregadores, supervisores, trabalhadores, inspetores, pessoal de segurança e saúde, treinadores e educadores, engenheiros, ergonomistas e designers (OIT, IEA, 2018). As informações contidas neste manual foram viabilizadas por meio de um aplicativo com o mesmo nome disponível para Android e iOS.

Um estudo sobre desenvolvimento de aplicativo móvel na prevenção dos fatores de riscos osteomusculares relacionados ao trabalho de enfermagem em unidade hospitalar, apresentou a sua fase de validação do desenvolvimento do aplicativo denominado “DORT”, com objetivo de análise da metodologia do desenvolvimento e da usabilidade, realizada por enfermeiros e profissionais de informática. Como resultado, foi recomendada simplificação das funcionalidades do aplicativo para que apresente maior conformidade com a população

a que se destina. A versão final do aplicativo será disponibilizada inicialmente para o Hospital Universitário Antônio Pedro, da Universidade Federal Fluminense (TAVARES, GAMA, 2019). O aplicativo não foi encontrado nas lojas virtuais.

No estudo preliminar, constando da etapa 1 do desenvolvimento do app Ergon, foram analisados os cinco aplicativos informativos de ergonomia encontrados nas lojas virtuais, e somente um aplicativo, Pontos de Verificação Ergonômica, mais se aproximou das condições de trabalho e itens da NR 17, porém esse app não se relacionou a todos os itens desta norma, além de abordar questões de segurança junto às de ergonomia. A partir dessa análise buscou-se elaborar o aplicativo Ergon baseado na NR 17, possibilitando às empresas e trabalhadores informação para conscientização e implementação atendendo às recomendações da Secretaria do Trabalho do Brasil, que determina através desta norma os parâmetros de ergonomia para adaptação das condições de trabalho ao trabalhador (BRASIL, 2018).

5 | CONCLUSÃO

A educação em saúde, por meio da Telessaúde, pode transpor as dificuldades para a realização dos treinamentos de conscientização ergonômica e o distanciamento do trabalhador ao acesso da informação ergonômica. Essas informações podem contribuir com a redução de LER/DORT, além de motivar os trabalhadores inseridos em uma organização de trabalho que estimula uma cultura de cuidados com saúde e segurança.

Os dispositivos móveis podem contribuir com uma forma flexível de treinamento durante a permanência do trabalhador no seu local de trabalho quando lhe for possível ou desejável.

O aplicativo Ergon está em desenvolvimento, especificamente com a etapa de análise dos aplicativos informativos em ergonomia, definição do conteúdo e objetivo do aplicativo e a etapa de planejamento das interfaces e da navegabilidade concluídas, e explora o potencial das tecnologias móveis para treinamentos de conscientização em ergonomia para empresas e trabalhadores, em especial àqueles com dificuldade de acesso à essa informação, visando os cuidados para obtenção de um ambiente de trabalho seguro e saudável.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **Definição internacional de ergonomia**. Revista Ação Ergonômica, Volume 3, Número 2, 2008.

BRASIL. **LER/DORT afastaram 22 mil trabalhadores das atividades profissionais em 2017**. Secretaria do Trabalho, Ministério da Economia, 2018. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/noticias/6194-ler-dort-afastaram-22-mil-trabalhadores-das-atividades-profissionais-em-2017>>.

BRASIL. **Normas Regulamentadoras**. 2018. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-17.pdf>

GODDERIS, L.; LAMBRECHSTS, M. C. **Make healthy employees a priority and prevent chronic diseases**. International Labour Organization, 2019. Disponível em: <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/events-training/events-meetings/world-day-for-safety/33thinkpieces/WCMS_681592/lang--en/index.htm>

IIDA, I.; GUIMARÃES, L. B. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3ª edição, Editora Edgard Brucher, São Paulo, 2016.

JUNIOR, J. C. R. **Gestão e Negócios - Entenda por que as empresas estão migrando para o interior**. Conube. 2016. Disponível em: <<https://conube.com.br/blog/entenda-por-que-empresas-estao-migrando-para-o-interior/>>

OLIVEIRA, L. B. et al. **Efeitos da Tecnologia Móvel sobre a Qualidade de Vida no Trabalho**. Revista Gestão & Tecnologia, 15(2), pp. 161-185, 2015.

OIT, IEA. **Pontos de verificação ergonômica: soluções práticas e de fácil aplicação para melhorar a segurança, a saúde e as condições de trabalho**. 2ª edição, Fundacentro, 2018.

TAVARES, C. M. M.; GAMA, L. N. **Desenvolvimento e avaliação de aplicativo móvel na prevenção de riscos osteomusculares no trabalho de enfermagem**. Texto & Contexto Enfermagem, 28, e20180214. Epub July 18, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072019000100349&lng=en&nrm=iso>

CAPÍTULO 12

SHADOW IT COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL: UMA ABORDAGEM NO ENSINO SUPERIOR

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 14/11/2020

Uilliam Oliveira

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil

Wesley Barbosa Thereza

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5509610744649925>

Fernando Rodrigues

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2039544353016630>

Dárley Domingos de Almeida

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7545985892773423>

Paula Leticia Santos Lima

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5434031849960543>

Áurea Valéria Pereira da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8539732915854999>

Eilton Ricelli Ferreira de Rezende

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9102409359799540>

André Flederico Pereira

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT) - FALECT
Alto Araguaia – MT – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1721818747074665>

RESUMO: A área de Tecnologia da Informação (T.I.) tem se modificado devido às tecnologias que os profissionais têm trazido para o interior das organizações sem o conhecimento dessa ciência. Assim, surge o termo Shadow IT que está relacionado à utilização de qualquer hardware e software que são usados para manipular dados da organização e o TI não tem conhecimento. O objetivo do presente trabalho é verificar se há o uso de Shadow IT no ambiente educacional. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre Shadow IT, além de uma investigação na área da informática na educação, a fim de estabelecer a relação entre o uso pelos alunos de hardware e softwares que não pertencem a Instituição, para se ter o aprendizado no âmbito do Ensino Superior.

PALAVRAS-CHAVE: Shadow IT, Shadow IT na Educação, Tecnologia da Informação, Ensino Superior, Informática no Ensino Superior.

SHADOW IT AS AN EDUCATIONAL TOOL: AN APPROACH IN HIGHER EDUCATION

ABSTRACT: Information Technology area (I.T.) has been changing due to the technologies that professionals have brought into the organizations without the knowledge of this science. Thus arises the term Shadow IT which is related to the use of any hardware and software that is used to manipulate organizational data and IT is unaware. The objective of the present work is to verify if there is the use of Shadow IT in the educational environment. For this, a bibliographic survey on Shadow IT was performed, as well as an investigation in the area of computer in education, in order to establish the relationship among the use by students of hardware and software which are not belonged to the institution, to learn in Higher Education context.

KEYWORDS: Shadow IT, Shadow IT in Education, Information Technology, Higher Education, Informatics in University Education.

1 | INTRODUÇÃO

O papel do departamento de Tecnologia da Informação (T.I.) das empresas tem se modificado nos últimos anos. Dentre os vários motivos, destaca-se o uso de ferramentas de *software* e *hardware* pelos funcionários, sem que o próprio T.I. tenha conhecimento. Esta tendência vem aumentando devido aos fenômenos de Computação em Nuvem e consumerização de T.I., facilitando a utilização das tecnologias trazidas pelos funcionários, sem precisar de ajuda do departamento de T.I. Surgiu neste ambiente o *Shadow IT*, também conhecido como T.I. Invisível ou T.I. das Sombras (MALLMANN, 2016).

O termo *Shadow IT* é qualquer *hardware* e *software* utilizado pelos usuários sem conhecimento do departamento de T.I., ou seja, usar aplicativos e dispositivos para acessar e manipular dados da empresa sem conhecimento do T.I. (RENTROP E ZIMMERMANN 2012; GYÖRY et al. 2012; WALTERS 2013; SILIC E BACK 2014; GOZMAN 2015; HUBER et al. 2016; ALMEIDA ET AL. 2017; MALLMANN 2018).

O *Shadow IT* vem aumentando no mercado, proporcionando muitos desafios e mudanças nos negócios tradicionais, entretanto há pouca informação documentada na área da educação, que também conta com um gerenciamento de T.I. das instituições. Ao analisar esse cenário, foram levantadas algumas hipóteses:

- O *Shadow IT* existe dentro de ambientes educacionais?
- Caso ocorra o *Shadow IT* no ambiente educacional, levanta-se uma segunda hipótese: de que maneira ocorre?
- As pessoas sabem o que é *Shadow IT*?

Pautados nessas hipóteses, a pesquisa desenvolvida teve por objetivos: analisar o estado da arte sobre a abordagem *Shadow IT*. E ainda, descrever a utilização da abordagem na área da educação.

A justificativa para o presente trabalho fundamenta-se em razão da necessidade de aprender e disseminar conhecimento sobre o *Shadow IT*, sendo um tema pouco explorado, principalmente quando aplicado na área educacional. A abordagem *Shadow IT* não se trata de um conceito novo, é um fenômeno com interpretação distorcida e pouco explorado de acordo com Silic e Back (2014).

Segundo o site CIO (2015), BT Global Services, empresa de telecomunicações do Reino Unido, “No Brasil, a média do *Shadow IT* responde atualmente por 32% dos gastos com T.I., contra 25% da média internacional”. A confiabilidade dos departamentos vem aumentando de forma exponencial na compra de suas próprias soluções de TI, mudando o foco dos CIOs das companhias em geral, que passa da prestação de suporte para um papel mais estratégico, ligado a consultoria, governança e segurança. Na verdade, atualmente, os CIOs atuantes no Brasil estão gastando 26% a mais com tempo e recursos na área de segurança como resultado de *Shadow IT* – contra uma média global de 20%.

Este trabalho está dividido em: seção 2, em que a metodologia é apresentada; a seção 3 aborda a Informática na Educação; a seção 4 ilustra os resultados da pesquisa e discussões; enquanto que na seção 5 constam as considerações finais e os trabalhos futuros.

2 | METODOLOGIA

Em uma pesquisa bibliográfica realizada na ferramenta Google Acadêmico, utilizando as *strings* de busca “*Shadow IT* na educação”, “*education Shadow IT*” e “*Shadow IT*” que compreende publicações nacionais e internacionais sem critério de publicação: artigos, livros e ano de publicação, o resultado obtido foi uma lacuna de publicações referentes ao tema, por ser uma metodologia recentemente incorporada e utilizada na era da tecnologia.

Para solucionar as questões da pesquisa e atingir o objetivo geral proposto neste trabalho, o processo ocorreu em três fases: na primeira, efetuou-se o levantamento bibliográfico, mapeamento sistemático, análise e exploração sobre o termo *Shadow IT*; já na segunda realizou-se uma investigação bibliográfica sobre tecnologia, informática na educação e ensino a distância, em que pode ser verificada a utilização de dispositivos e aplicativos para o ensino e aprendizagem. E por fim, fora produzida a pesquisa de cunho quantitativo no Ensino Superior, voltada para usuários que se beneficiam dos serviços do T.I. para validarem a utilização destes aplicativos e dispositivos.

3 | INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

A expressão “Informática na Educação” tem diversas maneiras de ser interpretada, sendo uma delas a incorporação do computador no processo de aprendizagem dos conteúdos de todos os níveis e modalidades educacionais, dependendo da maneira pedagógica em que o computador é utilizado. A informática na educação ressalta que o

professor da disciplina venha entender de erudição sobre a capacidade educacional do computador e ser capaz de modificar e adequar exercícios de ensino e aprendizagem, por meio destes exercícios acabam forçando a usabilidade dos computadores (VALENTE 1997).

Entre as diversas formas de ampliar os ambientes computacionais de maneira que venham proporcionar uma melhoria no sistema de ensino aprendizagem, enfatiza-se o uso de *software* educacional, que de acordo com Lucena (1992), seriam todos os programas que venham a ser utilizados para determinado objetivo educacional, pedagógico, professores ou alunos, seja qual for sua natureza ou finalidade para qual tenha sido arquitetado.

Alguns exemplos de *software* educacional são os tutoriais, onde as informações são organizadas de acordo com uma sequência pedagógica, enciclopédias eletrônicas (que são a virtualização de enciclopédias), livros de diversos gêneros ou simuladores; essa proposta consiste em simular eventos que não são possíveis realizar na realidade com inexistências de laboratórios, periculosidades de experiências, entre outros *softwares* (PAULA, 2019).

No contexto educacional, propor a união da tecnologia com o ambiente escolar (sala de aula) não é tarefa simples, mas pode ser solução para integrar e dinamizar o trabalho dos agentes educacionais. Segundo Alencar (et al. 2015), *smartphones* passaram a ser ferramenta de ensino para os professores, dando suporte além da aula.

Em uma pesquisa realizada por Medeiros (2018), com duas mil pessoas observou-se que a adoção de *smartphone* cresceu no Brasil, fazendo parte do cotidiano de 92% dos brasileiros, que possuem ou usam *smartphones* com frequência. Ao serem indagados sobre posse ou uso de aparelhos *smartphone* em relação a notebook, desktop ou outros, o mesmo liderou a preferência.

O serviço mais utilizado nos *smartphones* é o serviço móvel de mensagem, que de acordo com os brasileiros, ao decorrer do uso viria outras atividades como assistir vídeos, usar a função GPS, fotos entre outras funções do aparelho. De acordo com Bucher (2019), mais de 50% de toda a população brasileira (120 milhões de pessoas) faz uso do *WhatsApp*.

Para os estudantes, os benefícios do aplicativo *WhatsApp* são: transmitir informações sobre a disciplina, trabalhos em grupo, exercícios, elucidar dúvidas, e o diálogo entre estudante e docente. Os usuários admitem que o aplicativo *WhatsApp* como recurso pedagógico, auxilia no relacionamento em grupo, oportunizando que as pessoas que possuem dificuldades de falar em público ou timidez em sala, tenham a chance de se comunicar melhor com a utilização do aplicativo (HONORATO ET AL., 2014).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa ocorreu com o público-alvo sendo estudantes do curso de Ciência da Computação, da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), no Campus de Alto Araguaia-MT. No momento da pesquisa, registraram-se 119 matrículas de alunos no curso

em questão, sendo que deste universo, a amostragem foi de trinta (30) discentes, ou seja, 25% do total de alunos, que concordaram em responder a pesquisa.

O questionário foi elaborado pelos formulários do *Google*, que se trata de uma ferramenta disponível no *Google Docs*, que permite a elaboração de questionários, automatiza o processo de *design* da página, e gera automaticamente gráficos com as respostas colhidas.

Este formulário foi compreendido por sete questões objetivas e uma questão dissertativa, totalizando então oito perguntas. Abaixo são apresentados os resultados referentes às perguntas:

- Pergunta 1 – “Utiliza WhatsApp para se comunicar com os colegas e professores?": 100% responderam “sim”;
- Pergunta 2 – “Utiliza e-mail para se comunicar com os colegas e professores?": 96,7%, ou seja, 29 alunos responderam “sim”;
- Pergunta 3 – “Usa o e-mail institucional?": somente 50% dos alunos utiliza o e-mail institucional;
- Pergunta 4 - “Utiliza o ambiente Google Classroom?": 26 alunos que correspondem a 86,7% da amostra responderam que “sim”;
- Pergunta 5 – “O recurso tecnológico (computador) que utiliza é pessoal ou da Instituição?": 7 alunos responderam que utilizam o equipamento da Universidade, enquanto 23 (76,7%) usam os próprios;
- Pergunta 6 - “Utiliza algum software específico durante as aulas?": a maioria (73,3%) usa algum software nas aulas;
- Pergunta 7 - “Se ‘sim’ para a Pergunta 6, qual?": 60% disseram que utilizam softwares para programação e 17% algum editor de textos ou apresentações, enquanto 23% não utiliza nenhum;
- Pergunta 8 – “Você sabe o que é Shadow IT?": somente 30% responderam que “sim”.

Ao analisar as respostas às perguntas do questionário, é perceptível que os alunos utilizam recursos próprios, sejam de software ou hardware, para estudar, acompanhar as aulas, se comunicar, desenvolver programas, fazer anotações, ou editar apresentações. Dito isso, fica evidente o uso de *Shadow IT* na Educação mesmo que a maioria não saiba o que essa expressão significa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

No decorrer da pesquisa encontraram-se respostas para as hipóteses geradoras da mesma. Tínhamos como primeira hipótese a seguinte questão: o *Shadow IT* existe

dentro da educação? Essa hipótese se confirmou como se pode perceber nas respostas às perguntas 1 e 2, referentes ao uso de *WhatsApp* e e-mail para se comunicar com os colegas e professores.

A partir da confirmação da hipótese um, surgiu a segunda hipótese que é: de que maneira ocorre? Concluímos que a maior parte do uso dos equipamentos tecnológicos não são da instituição, bem como a utilização de outros softwares, e-mail pessoal e uso de distintas plataformas estão compreendidas nas respostas das perguntas 3, 4, 5, 6 e 7.

A última hipótese constituiu-se em responder se: as pessoas sabem o que é *Shadow IT*? Concluiu-se que os usuários não têm conhecimento desse termo, como fica explicitado nas respostas à pergunta 8.

É possível concluir que dentro de Instituições de Ensino Superior públicas pode ocorrer com frequência o uso de *Shadow IT* pelos alunos, sendo por meio da utilização notebooks, smartphones e softwares diversos.

Como trabalhos futuros, espera-se ampliar a pesquisa aplicando o questionário para alunos dos cursos de Bacharel em Direito e Licenciatura em Letras, a fim de comparar os resultados com os já obtidos no curso de Ciência da Computação. Essa comparação é necessária para verificar se os alunos dos cursos da área de Humanas também utilizam recursos tecnológicos (*hardware* e *software*) não prescritos pela Instituição para facilitar seus aprendizados em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Gersica et al. **"WhatsApp como ferramenta de apoio ao ensino"**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2015. p. 787.

ALMEIDA, F. et al. **"Innovation through Shadow IT"**. 2017.

BUCHER, Birgit. **"98% dos usuários brasileiros de smartphones usam o WhatsApp diariamente"**. 11 de janeiro de 2019. Disponível em: <<https://www.messengerpeople.com/pt-br/whatsapp-no-brasil/>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019.

CIO. **"Shadow IT já é uma realidade para 88% dos CIOs brasileiros, revela pesquisa. [S. l.]"**, 28 jan. 2015. Disponível em: <<https://cio.com.br/shadow-it-ja-e-uma-realidade-para-88-dos-cios-brasileiros-revela-pesquisa/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

GOZMAN, Daniel; WILLCOCKS, Leslie. **"Crocodiles in the regulatory swamp: navigating the dangers of outsourcing, SaaS and Shadow IT"**. 2015.

GYÖRY, A.; CLEVEN, A.; UEBERNICKEL, F.; BRENNER, W. **"Exploring the shadows: IT governance approaches to user-driver innovation"**. European Conference on Information Systems (ECIS), 2012.

HONORATO, Wagner de Almeida Moreira; REIS, Regina Sallete Fernandes. **"Whatsapp: uma nova ferramenta para o ensino"**. Anais do IV Simpósio de Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade, p. 1-6, 2014.

HUBER, M.; ZIMMERMANN, S.; RENTROP, C.; FELDEN, C. **“The Relation of ShadowSystems and ERP Systems: Insights from a Multiple-Case Study”**. Systems, v. 4, n. 1, p. 11, 2016.

LUCENA, M. A. **“Gente é uma Pesquisa: Desenvolvimento Cooperativo da Escrita Apoiado pelo Computador.”**; Dissertação de Mestrado; Departamento de Educação, PUC-Rio; Rio de Janeiro: 1992.

MALLMANN, Gabriela Labres. **“Antecedentes do comportamento de uso da Shadow IT e sua relação com o desempenho individual”**. Dissertação de Mestrado; Escola de Administração, UFRGS; Porto Alegre: 2016.

MALLMANN, Gabriela Labres; MAÇADA, Antônio Carlos Gastaud; ECKHARDT, Andreas. **“We are social: A social influence perspective to investigate Shadow IT usage”**. In: Proceedings of the Twenty-Sixth European Conference on Information Systems (ECIS2018), Portsmouth, UK. 2018. p. 23-28.

MEDEIROS, Henrique. **“92% dos brasileiros possuem ou usam smartphones com frequência”**. [S. I.], 18 out. 2018. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/noticias/18/10/2018/92-dos-brasileiros-possuem-ou-usam-smartphones-com-frequencia/>>. Acesso em: 15 maio 2019.

PAULA, Ricardo Normando Ferreira de. **“Tipos de Softwares Educacionais”**. [S. I.], 2019. Disponível em: ><https://www.infoescola.com/informatica/tipos-de-softwares-educativos/>. > Acesso em: 15 maio 2019.

RENTROP, C; ZIMMERMANN, S. **“Shadow IT Management and Control of unofficial IT”**. ICDS: The Sixth International Conference on Digital Society Reference, 2012.

SILIC, M; BACK, A. **“Shadow IT: A view from behind the curtain”**. Computers & Security, Volume 45, Pages 274–283, 2014.

VALENTE, José Armando et al. **“Informática na educação: instrucionismo x construcionismo”**. Manuscrito não publicado, NIED: UNICAMP, 1997.

WALTERS, R. **“Bringing IT out of the shadows”**. Network Security, Volume 2013, Issue 4, Pages 5–11, 2013.

CAPÍTULO 13

SISTEMA PREDITIVO PARA OCORRÊNCIA DE FALTAS BASEADO EM INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 10/12/2020

Cristina Yurika Konatu Obata Adorni

FITec – Fundação para Inovações Tecnológicas
Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/9575448714095417>

Jorge Moreira de Souza

FITec – Fundação para Inovações Tecnológicas
Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/2012600504138316>

Marcos Vanine Portilho de Nader

FITec – Fundação para Inovações Tecnológicas
Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/7888547143130373>

Giovanni Moura de Holanda

FITec – Fundação para Inovações Tecnológicas
Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/5163843859981532>

RESUMO: Neste capítulo é proposto um sistema preditivo de ocorrência de falta em redes elétricas que, através de diferentes técnicas matemáticas: i) processa as informações contidas nas oscilografias derivando indicadores de desempenho que auxiliam a gestão preditiva de faltas, e ii) utiliza a técnica de Análise dos Componentes Principais (*Principal Components Analysis* - PCA) para identificar aqueles de maior influência e suprimir aqueles altamente correlacionados. É um sistema de apoio à tomada de decisão baseado em um processo automático

de detecção prematura de falhas, que identifica um comportamento incipiente e prevê a falha iminente, possibilitando assim a identificação e análise mais rápida de possíveis falhas na rede.

PALAVRAS-CHAVE: Análise preditiva, falhas incipientes, inteligência computacional, oscilografia, Análise de Componentes Principais.

PREDITICTIVE SYSTEM FOR FAULT OCCURRENCE BASED ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

ABSTRACT: In this chapter, a predictive system of fault occurrence in electrical grids is proposed, which, through different mathematical techniques: i) processes the information contained in the oscillographs, deriving performance indicators that support predictive management of faults, and ii) uses the Principal Components Analysis (PCA) technique to identify those with the greatest influence and suppress those highly correlated. It is a decision support system based on an automatic process of premature failure detection, which identifies incipient behavior and predicts imminent failures, thus enabling the faster identification and analysis of possible network failures.

KEYWORDS: Predictive analysis, incipient faults, computational intelligence, oscillography, Principal Components Analysis.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e o uso massivo de dispositivos inteligentes nas redes elétricas atuais têm aperfeiçoado o

monitoramento remoto baseado em recursos computacionais e operação mais automatizada (HONG & LIU, 2019). Observa-se nessas redes uma rápida expansão dos ativos de monitoração, especificamente em termos sensores, tecnologias de comunicação e sistemas de supervisão e controle, como SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), levando a uma melhoria significativa na gestão da operação das redes de distribuição.

As subestações que atualmente compõem as redes de distribuição de energia elétrica, por exemplo, são compostas por inúmeros IEDs (*Intelligent Electronic Devices*) que permitem extrair informações (HOR & CROSSLEY, 2005) relevantes sobre as condições de operação a que são submetidas.

Desse modo é possível gerar diversos indicadores de desempenho que, em conjunto, permitem supervisionar a operação da rede em tempo real no sentido de uma gestão preditiva em contraponto com a reativa utilizada tradicionalmente. O advento desses recursos tem viabilizado não apenas uma quantidade de dados inimaginada em momentos anteriores, mas complementar limitações dos processos de tomada de decisão baseados fundamentalmente na análise humana do desempenho dos ativos (FEREIDUNIAN et al., 2008), levando a processos integrados de interação humano-automação. Um dos aspectos de operação favorecidos com essa evolução tecnológica e analítica é o de observar e identificar a degradação dos elementos da rede e atuar sobre a possibilidade de falha decorrentes dessas condições – ver, por exemplo, (ADORNI et al., 2019).

As falhas causadas por mau contato, deterioração da isolação, entre outros fatores, são chamadas de falhas incipientes (MOUSAVI & BUTLER-PURRY, 2010) que ocorrem de forma intermitente, podendo potencialmente levar a uma interrupção no fornecimento de energia elétrica. Em geral, as tecnologias de controle e proteção empregadas em sistemas de transmissão e distribuição são incapazes de detectar e identificar essas falhas prematuras. A detecção dessas falhas numa fase precoce ajuda a evitar interrupções inesperadas, que afetam diretamente a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia com subsequente perda de receitas.

A análise das formas de onda contidas nas oscilografias¹ provenientes dos ativos de uma concessionária de energia elétrica, como os relés de proteção, possibilita quantificar diversos indicadores de desempenho que podem sinalizar situações de anormalidade. Tais situações podem então ser analisadas, permitindo antecipar possíveis cenários que levariam à interrupção no fornecimento de energia.

Neste capítulo, apresenta-se um sistema para a detecção de falhas incipientes: i) identificando e quantificando diversos indicadores derivados dos registros de oscilografia por meio de diferentes técnicas matemáticas (Transformada Wavelet, componentes simétricas, Teste de Laplace, etc.); ii) monitorando em tempo real esses indicadores, de modo a permitir a configuração de limites que, se ultrapassados, geram alertas para a operação;

¹ Informações sobre o uso de oscilografia para registros de perturbações na rede elétrica podem ser encontradas, por exemplo em (PEREIRA et al., 2009).

e iii) reduzindo o número de indicadores usando PCA (*Principal Components Analysis*) nos casos em que, para configurar um cenário de anormalidade, é necessário a análise de diversos indicadores simultaneamente para se achar um padrão de comportamento anterior à falta.

Os itens i e ii foram desenvolvidos no projeto P&D ANEEL para a Enel (ADORNI et al., 2017). A aplicação da PCA é uma contribuição posterior ao projeto de P&D que usa os indicadores de desempenho implementados (ADORNI et al., 2019).

A base do sistema é apresentada nas Seções 2 e 3. Nas Seções 4 e 5 trata-se de um estudo de caso (cabo Média Tensão, MT, partido) usando o sistema e a técnica PCA respectivamente.

2 | FUNDAMENTAÇÃO

A análise das formas de onda da tensão e da corrente registradas em oscilógrafos é uma das ferramentas mais importantes para a discriminação de eventos em redes elétricas (LAZZARETTI et al., 2013). Esse registro é importante em uma rede de distribuição inteligente, pois um processo automático de detecção pode possibilitar a identificação e análise mais rápida de falhas na rede, apoiando o processo de tomada de decisão por engenheiros de operação.

Por meio da análise multi-resolução, pode-se decompor uma forma de onda em diferentes níveis de resolução, via combinação de funções escalas e funções *wavelets* com seus respectivos coeficientes, de tal modo que quaisquer alterações na forma de onda podem ser detectadas e localizadas no tempo, devido às mudanças nas magnitudes desses coeficientes, proporcionando informações práticas sobre falhas incipientes, pré-falhas e outras operações irregulares.

Uma revisão abrangente sobre as aplicações de técnicas de processamento de sinais digitais, técnicas de inteligência artificial e técnicas de otimização utilizadas na classificação dos distúrbios associados à qualidade de energia é apresentada em (KHOKHAR et al., 2013). É salientado que na literatura, encontram-se diferentes técnicas de processamento de sinais digitais para fins de extração de características que levem às classificações acima citadas: Transformada de Fourier Discreta (TFD); Transformada de Fourier Rápida (TFR); Transformada Wavelet (TW); Transformada Stockwell (TS); Transformada Gabor (TG); Função de Distribuição Wigner (FDW) e híbridos dessas técnicas.

Assim, é possível derivar diversos indicadores quantitativos aplicando essas técnicas de processamento de sinais nos registros de oscilografia. A partir desses registros, são realizados vários cálculos com a aplicação de técnicas, tais como TW e TFR, para definir e implementar os indicadores de desempenho que são a base para o mecanismo de identificação de anomalias do sistema proposto.

No caso da análise dos sistemas trifásicos da rede elétrica, um método que pode ser

aplicado é o desenvolvido por Fortescue (1918), que se trata do método de coordenadas simétricas aplicado à solução de redes polifásicas. De acordo com esse método, um sistema trifásico desequilibrado pode ser decomposto em três sistemas equilibrados, de sequência positiva (+), negativa (-) e zero (0). No exemplo apresentado mais adiante, utilizamos a sequência zero e a negativa.

No sistema de sequência zero, são usados três fasores de mesmo módulo e com ângulos de fase iguais, de forma que a defasagem entre fasores é zero. No sistema de sequência negativa, os três fasores equilibrados tem módulos iguais e são defasados de 120°, de modo a apresentar sequência de fase inversa ao sistema original.

3 I INDICADORES DE DESEMPENHO

A abordagem proposta é a de monitoração baseada em indicadores que são extraídos a partir dos registros de oscilografia. O sistema proposto calcula todos os indicadores apresentados na Tabela I, permitindo a visualização desses indicadores, além do registro de oscilografia que deu origem a esses indicadores.

INDICADOR	FÓRMULA DE ACESSO	PARÂMETROS
Distorção Individual da Tensão (<i>DIT_h%</i>)	$DIT_h\% = \frac{V_h}{V_1} \cdot 100$	V_h - módulo da tensão de ordem h ; V_1 é o módulo da tensão de ordem 1 e h é a ordem harmônica individual, sendo $h=2$ até $h=16$ para 32 amostras/ciclo e $h=2$ até $h=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Total da Tensão (<i>DTT%</i>)	$DTT\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hmax} V_h^2}}{V_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas de 2 até $hmax$, sendo $hmax=16$ para 32 amostras/ciclo e $hmax=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Tensão Pares (<i>DTT_p%</i>)	$DTT_p\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hp} V_h^2}}{V_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas pares, não múltiplas de 3, sendo $h=2, 4, 8, 10, 14$ e 16 para 32 amostras/ciclo e $h=2, 4$ e 8 para 16 amostras/ciclo hp - máxima ordem harmônica par, não múltipla de 3, sendo $hp=16$ para 32 amostras/ciclo e $hp=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Tensão Ímpares (<i>DTT_i%</i>)	$DTT_i\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=5}^{hi} V_h^2}}{V_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas ímpares, não múltiplas de 3, sendo $h=5, 7, 11$ e 13 para 32 amostras/ciclo e $h=5$ e 7 para 16 amostras/ciclo hi - máxima ordem harmônica ímpar, não múltipla de 3, sendo $hi=13$ para 32 amostras/ciclo e $hi=7$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Tensão Múltiplo de 3 (<i>DTT₃%</i>)	$DTT_3\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=3}^{h3} V_h^2}}{V_1} \cdot 100$	h - são todas as ordens harmônicas múltiplas de 3, sendo $h=3, 6, 9, 12$ e 15 para 32 amostras/ciclo e $h=3$ e 6 para 16 amostras/ciclo $h3$ - máxima ordem harmônica, múltipla de 3, sendo $h3=15$ para 32 amostras/ciclo e $h3=6$ para 16 amostras/ciclo.

INDICADOR	FÓRMULA DE ACESSO	PARÂMETROS
Fator de Desequilíbrio da Tensão (FDT%)	$FDT\% = 100 \cdot \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}$	$\beta = \frac{V_{ab}^4 + V_{bc}^4 + V_{ca}^4}{(V_{ab}^2 + V_{bc}^2 + V_{ca}^2)^2}$ e V_{ab} , V_{bc} e V_{ca} os módulos das tensões de linha.
Distorção Individual da Corrente (DIIh%)	$DIIh\% = \frac{I_h}{I_1} \cdot 100$	I_h - módulo da corrente de ordem h ; I_1 - módulo da corrente de ordem 1 h - ordem harmônica individual, sendo $h=2$ até $h=16$ para 32 amostras/ciclo e $h=2$ até $h=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Total da Corrente (DTI%)	$DTI\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hmax} I_h^2}}{I_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas de 2 até $hmax$ $hmax=16$ para 32 amostras/ciclo e $hmax=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Corrente Pares (DTIp%)	$DTIp\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{hp} I_h^2}}{I_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas pares, não múltiplas de 3, sendo $h=2, 4, 8, 10, 14$ e 16 para 32 amostras/ciclo e $h=2, 4$ e 8 para 16 amostras/ciclo hp é a máxima ordem harmônica par, não múltipla de 3, sendo $hp=16$ para 32 amostras/ciclo e $hp=8$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Corrente Ímpares (DTIi%)	$DTIi\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=5}^{hi} I_h^2}}{I_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas ímpares, não múltiplas de 3, sendo $h=5, 7, 11$ e 13 para 32 amostras/ciclo e $h=5$ e 7 para 16 amostras/ciclo hi - máxima ordem harmônica ímpar, não múltipla de 3, sendo $hi=13$ para 32 amostras/ciclo e $hi=7$ para 16 amostras/ciclo.
Distorção Corrente Múltiplo de 3 (DTI3%)	$DTI3\% = \frac{\sqrt{\sum_{h=3}^{h3} I_h^2}}{I_1} \cdot 100$	h - ordens harmônicas múltiplas de 3, sendo $h=3, 6, 9, 12$ e 15 para 32 amostras/ciclo e $h=3$ e 6 para 16 amostras/ciclo $h3$ - máxima ordem harmônica múltipla de 3, sendo $h3=15$ para 32 amostras/ciclo e $h3=6$ para 16 amostras/ciclo
Fator de Desequilíbrio da Corrente (FDI%)	$FDI\% = 100 \cdot \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}$	$\beta = \frac{I_a^4 + I_b^4 + I_c^4}{(I_a^2 + I_b^2 + I_c^2)^2}$ I_a , I_b e I_c os módulos das correntes de linha.
Energia do Sinal (Es)	$Es = \sum_{n=1}^{amax} (a_n)^2$	a_n corresponde a cada amostra da oscilografia (I_a , I_b , I_c ou V_a , V_b , V_c) $amax$ - é o número máximo de amostras, sendo 512 para 32 amostras/ciclo ($32 \cdot 16$ ciclos) ou 256 para 16 amostras/ciclo ($16 \cdot 16$ ciclos).
Energia do cD1 com borda (Ee)	$Ee = \sum_{n=1}^{ncD1max} (acD1_n)^2$	$acD1_n$ corresponde a cada coeficiente de detalhe da primeira decomposição da aplicação de TW (I_a , I_b , I_c ou V_a , V_b , V_c) e $acD1max$ - número máximo de coeficientes de detalhes da primeira decomposição da TW, incluindo as bordas, sendo igual a 259 para 32 amostras/ciclo ou 131 para 16 amostras/ciclo.

INDICADOR	FÓRMULA DE ACESSO	PARÂMETROS
Relação de energia do cD1 com borda (<i>Re</i>)	$Re = \frac{Ee}{Es} \cdot 100$	<i>Ee</i> - energia do sinal da primeira decomposição do sinal <i>Es</i> - energia do sinal (<i>I_a</i> , <i>I_b</i> , <i>I_c</i> ou <i>V_a</i> , <i>V_b</i> , <i>V_c</i>).
Valor eficaz (<i>Veficaz</i>)	$Veficaz = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{cmax} (a_n)^2}{cmax}}$	<i>a_n</i> - cada amostra do sinal da oscilografia (<i>I_a</i> , <i>I_b</i> , <i>I_c</i> ou <i>V_a</i> , <i>V_b</i> , <i>V_c</i>) <i>cmax</i> - número máximo de amostras por ciclo, sendo de 32 ou 16 amostras.
Impedância (<i>Imp</i>)	$Imp = \frac{\hat{V}_1}{\hat{I}_1}$	\hat{V}_1 - fasor da tensão fundamental e \hat{I}_1 - fasor da corrente fundamental, ambos por fase.
Resistência (<i>Res</i>)	$Res = Imp_{mod} \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{Imp_{ang}}{180}\right)$	<i>Imp_{mod}</i> e <i>Imp_{ang}</i> - módulo e o ângulo da impedância (<i>Imp</i>).
Reatância (<i>Rea</i>)	$Rea = Imp_{mod} \cdot \sin\left(\pi \cdot \frac{Imp_{ang}}{180}\right)$	<i>Imp_{mod}</i> e <i>Imp_{ang}</i> - módulo e o ângulo da impedância (<i>Imp</i>).

Tabela I – Indicadores de desempenho

O sistema permite, a critério do Operador, selecionar um (ou mais) indicador(es) para gerar a notificação, definindo-se assim um conjunto de indicadores em monitoração. Quando algum indicador desse conjunto ultrapassa um determinado limite, tem-se a sinalização de uma anormalidade, que permanecerá ativa até que o indicador volte a ficar abaixo do respectivo limiar, interrompendo-se a indicação da anormalidade. Além disso, fica registrada a data/hora tanto do início como do fim da anormalidade, de forma a ser gerado um histórico de anormalidades.

A determinação dos limites deve ser baseada no histórico de um período de funcionamento normal. O sistema permite a configuração dos limiares pelo Operador que pode ajustá-los em função das observações do comportamento da rede.

Para a monitoração, apenas são processadas as coletas periódicas (a cada 5 min.), pois os registros de eventos de perturbação por si só já indicam alguma situação de anormalidade de estado do relé ou resultado de uma atuação automática ou manual do relé. Considera-se como exceção o evento “ER Trigger”, pois é analisada a sua taxa de ocorrência.

Quando identificada alguma anormalidade em um determinado alimentador, é mostrado o registro de anormalidade correspondente com uma indicação de alerta, sendo possível visualizar os demais indicadores na forma de um gráfico dos últimos registros (por exemplo, das últimas 3 horas). A lista dessas coletas também é mostrada destacando os eventos de perturbação, a fim de permitir a visualização da oscilografia, a partir de uma data/hora dessa lista. A ideia dessa forma de visualização é permitir ao Operador observar vários indicadores ao mesmo tempo e assim avaliar a situação do alimentador naquele

momento. A visualização também está disponível na forma de um histórico, ao selecionar uma determinada data/hora e o respectivo período desejado.

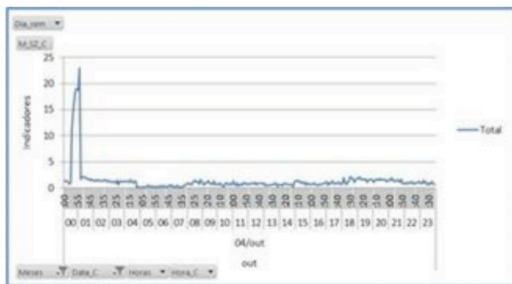
4 | ANÁLISE DE OCORRÊNCIA DE CONDUTOR PARTIDO

No estudo de caso descrito a seguir, visou-se a detecção de uma anomalia antes da ocorrência da falha, no caso “circuito aberto”, ocorrido em 04/10/2016 no circuito 02 de Xavantes (XAV_C02).

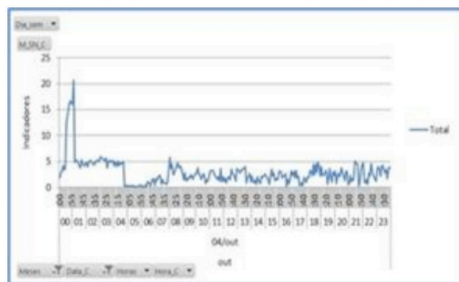
No dia 04/10/2016 ocorreu no circuito XAV_C02 uma falha referente a “CONDUTOR MT PARTIDO”, com geração às 4h 45min e conclusão às 7h 50min. Tal falha provocou um abertura no relé, que pela monitoração do indicador Valor Eficaz da Corrente (VE_C), seria sinalizado como anormalidade “circuito aberto” às 4h 45min e retorno à normalidade às 6h 25min. No entanto, antes da anormalidade “circuito aberto”, houve uma instabilidade que seria sinalizada como anormalidade à 0h 30min e volta à normalidade à 1h 10min para os indicadores: i) Sequência Zero da Corrente (SZ_C), ii) Sequência Negativa da Corrente (SN_C) e iii) Fator de Desequilíbrio da Corrente (FD_C) como mostrado nas FIGURAS 1(a) a 1(d). Os indicadores SZ_C e SN_C normalmente são pequenos, próximos de zero indicando o equilíbrio entre as fases que pode ser verificado pelo indicador FD_C.



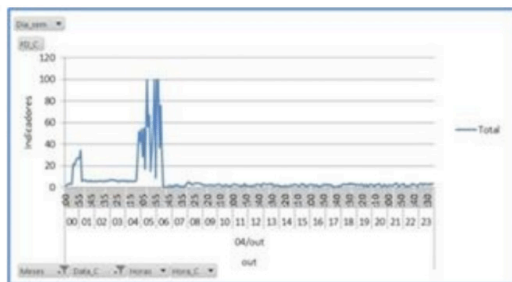
1(a) – VE_C



1(b) – SZ_C



1(c) – SN_C



1(d) – FD_C

FIGURA 1 - INDICADORES DEANORMALIDADE

A monitoração dos indicadores de desempenho permite a geração de alertas que no exemplo seriam gerados pelos picos de desequilíbrio de corrente. Os alertas poderiam sugerir ao operador a investigação do problema antes da ocorrência.

Essa monitoração torna-se impossível se o objetivo for analisar, por exemplo, a Distorção Total de Corrente (DTI) conjuntamente com os harmônicos que para 32 amostras/ciclo engloba 54 indicadores. Nesse ponto uma metodologia de análise é necessária além de ferramentas como PCA para reduzir o número de indicadores e gerar novo conjunto que espelhe uma certa porcentagem da variação.

5 | APLICAÇÃO DE TÉCNICAS NA ANÁLISE DE VÁRIOS INDICADORES

A detecção de falhas incipientes implica em identificar a progressiva degradação da rede por meio de um ou mais quantificadores que sinalizem e sintetizem a possibilidade de ruptura que pode gerar uma falta ou uma medida fora de especificação.

A sintetização deve permitir a análise visual ou quantitativa por meio de poucos Índices de Degradação, IDs, seja i) pela redução de indicadores com alta correlação entre eles ou ii) por meio de uma forma compacta de apresentação.

PCA (DUNTEMAN, 1989) é uma técnica estatística usada para redução de variáveis, no nosso caso, os indicadores de desempenho. Transforma linearmente um conjunto de indicadores em um conjunto bem menor de componentes principais não correlacionados que expressam a maior parte das informações contidas no conjunto original. O objetivo é reduzir a dimensionalidade do conjunto a ser analisado, permitindo maior compreensão do fenômeno pelo analista (menor número de CPs) e menor custo computacional. As ferramentas de análise de dados em linguagem de programação R (WICKHAM & GROLEMUND, 2017; CHAMBERS, 208) e Python (MCKINNEY, 2013) incorporam essa técnica. As variáveis são normalizadas (média igual a zero, desvio padrão igual a 1) para uniformizar os valores entre elas, relação que pode ser de mais de uma ordem e grandeza.

O estudo de caso é o mesmo da Seção 4, detecção de uma anomalia antes da ocorrência da falha de “circuito aberto” ocorrido em 4/10/2016.

O objetivo é mostrar o potencial de capacidade preditiva a partir da análise de múltiplos indicadores. É um estudo preliminar, pois se baseia em apenas uma ocorrência.

São analisados os indicadores de distorção total de corrente, DTIs, e os respectivos harmônicos para as três fases, totalizando 54 indicadores abrangendo também o dia anterior, 3/10, e o posterior, 5/10. São 344 registros antes da falha (a cada 5 minutos) e 497 depois. O mesmo processo pode ser aplicado aos diversos indicadores.

A aplicação da técnica PCA com índice de correlação maior que 80% reduz para 19 os Componentes Principais (CP) que devem ser analisados. As FIGURAS 2(a) e 2(b) mostram os componentes principais antes e depois da ocorrência.

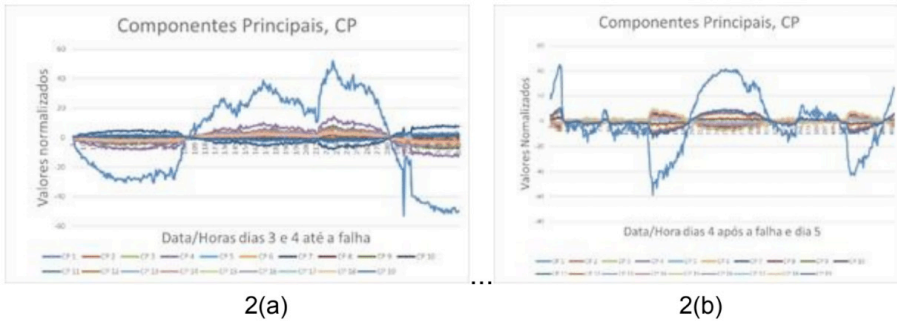


FIGURA 2 – Componentes Principais dos 54 indicadores de distorção de corrente

Nesse caso a visualização do padrão de comportamento pode ser representada pelos valores máximo e mínimo, como nas FIGURAS 3(a) e 3(b).



FIGURA 3 – Máximo e Mínimo dos CPs da distorção de corrente

Pela figura nota-se um padrão de comportamento após a correção da ocorrência no período de 8h às 22h que não é observado antes da falha, no dia 3.

Essa é uma forma de procura de padrão que poderia ser usada caso houvesse outras ocorrências de cabo partido. No exemplo, 54 indicadores de distorção de corrente são sintetizados em duas variáveis depois de encontrados os componentes principais. Outros indicadores poderiam ser analisados da mesma forma na procura daquele que melhor sintetizasse o fenômeno.

6 | CONCLUSÃO

O presente capítulo apresenta o sistema desenvolvido em (ADORNI et al., 2017) e a continuação das pesquisas reportadas em (ADORNI et al., 2019) com o objetivo de prever possíveis falhas incipientes por meio de diversos indicadores derivados dos registros de oscilografia. Os Indicadores de Desempenho são agrupados por tensão, corrente e

indicadores Wavelet. A técnica de Análise dos Componentes Principais é usada para reduzir o número de componentes a serem analisados, suprimindo aqueles que apresentam alta correlação, mas captando mais que 80% da variância dos indicadores.

O exemplo de utilização do sistema na predição de distúrbios como “condutor partido” mostra o potencial desse tipo de abordagem. No entanto, para ser validada, seria necessária a avaliação da porcentagem de acerto, o que só é possível com uma significativa base de dados de ocorrências.

REFERÊNCIAS

ADORNI, C. Y. K. O.; PASSOS, L. F. N.; MACHADO, B. B.; MURARI, C. A. F.; JUNIOR, M. A. M, Modelo de um sistema preditivo de ocorrência de falta, **Anais XXIV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – SNPTEE**, Curitiba, 2017.

ADORNI, C.Y.K.O.; SOUZA, J.M.; NADER, M.V.; HOLANDA, G.M. Modelos de Inteligência Computacional aplicados à previsão de ocorrência de falta. **Anais XXV SNPTEE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica**, Belo Horizonte, 2019.

CHAMBERS, J.M. **Software for data analysis – programming with R**. New York: Springer, 2008.

DUNTEMAN, G.H. **Principal Components Analysis**. SAGE University Paper, 69, 1989.

FEREIDUNIAN, A.; LESANI, H.; LUCAS, C.; LETHONEN. A framework for implementation of adaptive autonomy for Intelligent Electronic Devices. **Journal of Applied Sciences**, vol. 8, n. 20, p. 3721-3726, 2008.

FORTESCUE, C.L. Method of symmetrical coordinates applied to the solution of polyphase networks. **Proc. 34th Annual Convention of the American Institute of Electrical Engineers**, Atlantic City, p. 1027–1140, 1918.

HONG, J.; LIU, C.-C. Intelligent Electronic Devices with Collaborative Intrusion Detection Systems. **IEEE Transactions on Smart Grid**, vol. 10, n. 1, p. 271 – 281, 2019.

HOR, C.-L.; CROSSLEY, P.A. Knowledge Extraction from Intelligent Electronic Devices. In: Peters, J.F.; Skowron, A. (Eds.). **Transactions on Rough Sets III**, LNCS 3400. Berlin Heidelberg: Springer, 2005.

KHOKHAR, S.; MOHD ZIN, A.A.; MOKHTAR, A.S.; MAIZA ISMAIL N.A.; ZAREEN, N. Automatic Classification of Power Quality Disturbances: A Review. **2013 IEEE Student Conference on Research and Development (SCoReD)**, 2013.

LAZZARETTI, A.E.; FERREIRA, V.H.; VIEIRA NETO, H.; TOLEDO; L.F.R.B.; PINTO, C.L.S. A New Approach for Event Detection in Smart Distribution Oscillograph Recorders. **IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LA)**, 2013.

MCKINNEY, W. **Python for data analysis**. Sebastopol: O’Reilly, 2013.

MOUSAVI, M.J.; BUTLER-PURRY, K.L. Detecting Incipient Faults via Numerical Modeling and Statistical Change Detection. **IEEE Transactions on Power Delivery**, vol. 25, n.3, p. 1275-1283, 2010.

PEREIRA, C.; TOLEDO, I.V.; YUJI, R.; ZUCATTO, M.; RODRIGUES, W.; SILVEIRA, E. G. et al. OSCILO – Sistema de gerenciamento automático de registros oscilográficos. **Anais XX SNPTEE** Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Recife, 2009.

WICKHAM H., GROLEMUND G., **R for Data Science**. O'REILLY, 2017.

TRANSMISSÃO DE DADOS VIA REDE ELÉTRICA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO EM RESIDÊNCIAS PARA COMPARTILHAMENTO DE INTERNET E OUTROS RECURSOS COMPUTACIONAIS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 21/12/2020

Álvaro Gonçalves de Barros

IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Campus Arraial do Cabo
Campos dos Goytacazes – RJ
<http://lattes.cnpq.br/404304779323650>

RESUMO: A utilização da rede elétrica existente nas residências para a implementação de uma rede de dados, compartilhamento de internet e outros recursos computacionais é uma alternativa para levar conectividade a diversos pontos da residência, porém, verificar esta implementação, seus resultados e possíveis problemas é necessário. Este trabalho criou e desenvolveu um pequeno laboratório simulando uma rede para compartilhamento de dados e internet residencial utilizando a tecnologia Power Line Communications (PLC). Os testes realizados constataram a funcionalidade, mas problemas que podem impactar determinadas comunicações foram identificados, entretanto, ficou comprovada a viabilidade de utilização residencial, apesar de, quando comparada a outras tecnologias, possuir alguns pontos em desvantagem, que em ambientes residenciais e de pequenos escritórios, como velocidade e latência na rede, não impactam na sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação de dados, Internet, Compartilhamento, Rede Elétrica,

Internet Residencial.

DATA TRANSMISSION VIA ELECTRICAL NETWORK: AN ANALYSIS OF VIABILITY OF RESIDENCE USE FOR INTERNET SHARING AND OTHER COMPUTATIONAL RESOURCES

ABSTRACT: The use of existing power lines in homes to implement a data network, Internet sharing, and other computing resources is an alternative to bring connectivity to various parts of the residence, however, verify this implementation, results and possible problems is necessary. This work has created and developed a small laboratory simulating a network for data and residential Internet sharing using the Power Line Communications (PLC) technology. The tests verified the functionality, but problems that can impact certain communications were identified, however, demonstrated the feasibility of residential use, although compared to other technologies, have some points at a disadvantage.

KEYWORDS: Data communication, Internet, Sharing, Power grid, Residential Internet.

1 | INTRODUÇÃO

A sociedade busca constantemente novas formas de conectividade. Vive-se um mundo virtual tão intenso quando o mundo real, onde as pessoas possuem vidas quase que paralelas. Neste sentido, Carvalho (2011), afirma:

“O mundo está em meio a uma revolução tecnológica, onde TI e telecomunicação estão se fundindo para criar o que chamamos de Sociedade Conectada. Quando uma pessoa se conecta, sua vida muda; quando tudo está conectado, o mundo muda. Essa é a essência.” (CARVALHO, 2011).

Nota-se um crescimento concreto no número de brasileiros e domicílios com conexões à internet. Neste sentido, é fundamental o desenvolvimento e a consolidação de novas formas de interconexão e meios de transmissão, capazes de permitir altas velocidades de transmissão de dados, tanto para empresas, quanto para as redes que são instaladas e configuradas nas próprias residências que, muitas vezes, possuem mais de um dispositivo que necessitará de ponto de acesso à rede mundial de computadores. Cada vez mais serviços têm sido oferecidos aos brasileiros através das companhias de telecomunicações e outras empresas, a integração de dados, voz e vídeo é tendência nas ofertas de serviços para o cidadão, na qual, na maioria das vezes, há um compartilhamento dos serviços dentro das residências devido ao fato da ligação de somente um ponto de internet ofertado pelo provedor do serviço, quer por conexões ADSL, Cabo ou outras formas de meios de transmissão.

Muitas vezes, são criadas redes locais com a passagem de cabos ethernet específicos, ou utilização de modems e roteadores para redes sem fio buscando compartilhar os recursos, porém, sempre há uma necessidade de se implementar a infraestrutura e adquirir os equipamentos necessários. Este estudo buscou um levantamento teórico e prático da viabilidade da utilização de uma outra possibilidade na transmissão dos dados e compartilhamento dos recursos dentro das residências, a transmissão de dados pela rede elétrica, conhecida como Power Line Communications (PLC) ou Broadband Over Power Lines (BPL) e um pequeno teste em ambiente de laboratório simulando uma rede de acesso para as residências será apresentado.

2 | TRANSMISSÃO DE DADOS PELA REDE ELÉTRICA

A tecnologia de transmissão de dados que utiliza como meio de transmissão a infraestrutura de rede elétrica, também conhecida como Power Line Communications (PLC) ou Broadband Over Power Lines (BPL) surgiu da oportunidade de se aproveitar um meio físico já pronto para poder transmitir dados, reduzindo custos e ampliando as possibilidades de levar o acesso em lugares antes com dificuldades de infraestrutura, uma vez que, a própria rede elétrica já é bastante difusa e implementada pelo mundo, interligando lugares remotos ou não, surgindo, então, como um meio alternativo para a transmissão de dados. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), define a PLC como:

“[...]um sistema de telecomunicações que utiliza a rede elétrica como meio de transporte para a comunicação digital e analógica de sinais como Internet, vídeo e voz. Assim, a tomada que liga os eletrodomésticos pode se tornar um ponto de rede de dados para a provedora de Internet ou TV por assinatura,

por exemplo. " (ANEEL, 2009).

Para que os dados sejam transmitidos pelo meio físico cabeado da rede elétrica, os sinais são modulados e colocados no meio de transmissão. A modulação consiste na transformação do sinal para um padrão que o meio físico de transmissão possa reconhecer. A evolução das técnicas de modulação permitiu que a rede elétrica pudesse ser utilizada para transmissão de dados. Neste contexto, Braga (2008) corrobora sobre modulação afirmando:

“Somente com o avanço das técnicas de modulação foi possível o desenvolvimento da tecnologia PLC. Isto porque a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão por meio de um determinado meio físico, ou canal.” (BRAGA, 2008).

Outro fator que contribuiu para a transmissão de dados pela rede elétrica foi a própria melhoria nas técnicas de multiplexação. A multiplexação é a capacidade de dividir o meio de transmissão em canais, onde múltiplos tipos de informação e sinais podem ser transmitidos simultaneamente por canais diferentes ou utilizando todo o canal por um determinado tempo, que é alocado para cada informação ou sinal para que possa transmitir. Sobre a multiplexação, Braga (2008) cita: *“A multiplexação é outro requisito importante para a transmissão de informação. Esta consiste em combinar vários sinais para a transmissão em um mesmo meio físico.”*

As redes PLC podem ser classificadas em três tipos:

- PLC Externa;
- PLC Interna;
- PLC Doméstica.

A PLC Externa é a utilização pelas próprias concessionárias, de suas linhas de transmissão de energia elétrica, tanto as de média, quanto as de alta tensão, para o tráfego de dados. A PLC Interna é a utilização da infraestrutura da rede elétrica pronta de condomínios ou prédios para o tráfego de dados e, a PLC Doméstica, é a utilização da infraestrutura elétrica da própria residência do usuário, dentro do seu ambiente privado, sendo necessário já possuir um acesso à internet e utilizar a rede PLC para a distribuição do sinal internamente.

Auxiliando na compreensão dos tipos de PLC's existentes, Oliveira (2010) traz que o PLC Externo é um ambiente regulamentado pela ANEEL e compõe a infraestrutura elétrica das concessionárias, em ruas e avenidas das cidades, em redes elétricas de média ou alta tensão, podendo ser uma linha de comunicação de dados, porém praticamente inexistente sua exploração do país para esse fim. Já o PLC Interno o mesmo autor diz ser a infraestrutura em condomínios ou edificações, onde o usuário final não tem conectividade enquanto não houver a implementação da tecnologia PLC ou BPL que permita a troca de

informações sobre o meio físico, que poderia ser utilizado para transmissão de dados onde não há possibilidades de passagem de novos cabos, como em situações de tubulações entupidadas ou outros impeditivos de obras como prédios históricos, entre outros. Já para o PLC Doméstico, ainda Oliveira (2010) contribui afirmando ser a tecnologia empregada dentro da área privada do próprio usuário, com o objetivo de fazer a distribuição de dados usando os pontos de acesso elétricos em sua própria residência, simulando, por exemplo, o que um roteador Wi-fi faz ao compartilhar uma rede sem fio de acesso à internet internamente na residência, porém com a distribuição de pontos de acesso físicos nas tomadas internas dos cômodos, se transformando, também, em pontos de rede de dados.

Para que consigam funcionar e transmitir dados juntamente com a rede elétrica, as redes PLC utilizam diferentes faixas de frequência, tendo sido regulamentadas no Brasil pela Agência Nacional de Energia Elétrica, juntamente com a Agência Nacional de Telecomunicações, definindo o intervalo de 9Khz à 30 Mhz para faixa de transmissão de dados pela rede elétrica, que faz a transmissão da própria energia elétrica na faixa de frequência de 50Hz a 60 Hz. Neste sentido, a ANEEL traz:

“A tecnologia PLC usa a rede elétrica como meio de transmissão de informações de conteúdo multimídia (dados, voz, vídeo, áudio etc) ou para a transmissão de dados de gerenciamento, automação e controle de todos os dispositivos que são conectados à rede elétrica. Basicamente, as informações disponíveis na forma digital devem ser transformadas em sinais analógicos que são injetados na rede elétrica. Para adequar os sinais transmitidos às características das redes elétricas e, com isso, garantir sua transmissão, os sistemas de telecomunicações baseados na tecnologia PLC são, atualmente, projetados para funcionar na faixa entre 9 kHz e 30 MHz e utilizam alguns elementos/dispositivos instalados nas redes elétricas, tais como: estação PLC base, repetidor e gateway, acopladores, bypass, roteador e modem PLC.” (ANEEL, 2009).

Sobre a faixa de frequência para transmissão da energia elétrica, Vitor (2013) afirma que “*A rede de energia elétrica foi projetada para trafegar sinais de potência na frequência de 50Hz ou 60Hz*”. Entretanto, o mesmo autor afirmou que no tráfego de informações e dados as frequências utilizadas são nas potências de Khz e Mhz, *Kilohertz e Megahertz* respectivamente, adotando tempos como banda estreita e banda larga.

No Brasil a utilização das redes PLC ainda é pouca, apesar das possibilidades de suas aplicações. No contexto das aplicações, Oliveira (2010) comenta que são diversas as possibilidades da adoção da tecnologia, porém, o segmento das telecomunicações teve a implementação de forma mais rápida, chegando com suas estruturas convencionais de disponibilização dos seus serviços até os locais destinados e, dentro das edificações, passaram a utilizar as redes PLC para entregar os sinais ao consumidor final. Também corrobora informando que a utilização do tráfego de dados sobre rede elétrica, é bem aceita em locais cuja inviabilidade de se passar cabeamento específico de dados impera, assim como, em lugares que são impedidos de realizar novas obras.

Sobre as vantagens da utilização do PLC para o tráfego de dados em ambientes residenciais, principalmente para o compartilhamento de internet e alguns recursos computacionais, pode-se citar:

- Infraestrutura física já pronta, sem a necessidade de se passar cabeamento específico para a rede de dados;
- Possibilidade de se atender todos os cômodos da casa sem gastos adicionais, qualquer ponto de energia fica disponível como um ponto de rede de dados;
- Taxas de transferência de dados que suportam, até, 600Mbps;
- Utilização de mecanismos de criptografia para garantir a integridade dos dados;
- Não influencia no funcionamento dos equipamentos elétricos ligados no mesmo circuito elétrico.

Ao apontar algumas desvantagens na utilização das redes PLC, pode-se citar:

- Questões de segurança, sendo necessárias a utilização de mecanismos para garantir a criptografia.
- Problemas de performance e interferência no tráfego de dados com a utilização de equipamentos elétricos ligados às tomadas da mesma rede;
- Possibilidade de qualquer ponto de energia se tornar uma fonte de interferência no tráfego dos dados;
- Interferências e ruídos gerados na rede elétrica que podem afetar a transmissão dos dados, com picos de frequência gerados por eletrodomésticos e equipamentos que utilizam motores e bobinas, que interferem nas frequências destinadas à PLC.
- Limitações aos dispositivos, uma vez que, todos deverão estar ligados à rede elétrica através de cabeamento, sendo necessária a instalação de roteadores Wi-fi conectados à rede PLC para permitir o acesso de dispositivos móveis que utilizam redes sem fio.

Ainda ao tratar das vantagens e desvantagens, Fillipetti (2009) afirma:

“Uma das grandes vantagens do uso da PLC é que, por utilizar a rede de energia elétrica, qualquer *“ponto de energia”* pode se tornar um ponto de rede, ou seja, só é preciso plugar o equipamento de conectividade (que normalmente é um modem) na tomada, e pode-se utilizar a rede de dados. Além disso, a tecnologia suporta altas taxas de transmissão, podendo chegar a 200Mbps, quando operado nas faixas frequência de 1,7 a 30 MHz. ” (FILIPPETTI, 2009)

Uma das possibilidades de qualquer ponto de energia, tomadas em residências ou empresas, podem se tornar um ponto possível para acesso a rede de dados, teoricamente, uma considerável vantagem por permitir otimizar e reduzir custos com cabeamento de

rede, entretanto, Filippetti (2009) discorda desse ponto de vista ao afirmar que este “ponto de acesso de dados” através da rede elétrica é uma desvantagem por ser um ponto de interferência na medida em que outros equipamentos ligados à rede elétrica podem sofrer e gerar esta interferência. Também considera a PLC ter desvantagem por ter uma comunicação half-duplex, ou seja, uma comunicação que pode enviar e receber dados pelo mesmo meio de transmissão, porém em momentos distintos e, com equipamentos compartilhando este meio de transmissão. Finaliza que, quando comparada a tecnologias como xDSL, a PLC possui desvantagens gritantes, que impedância, oscilação e atenuação podem ter grandes variações repentinas quando aparelhos elétricos são ligados e representam uma ameaça na transmissão de dados.

Oliveira (2010) contribui sobre as vantagens e desvantagens da PLC ao afirmar:

“Dentre as vantagens oferecidas pela tecnologia PLC/BPL pode-se citar a capacidade de utilizar a infraestrutura elétrica existente como meio de comunicação evitando custos associados à construção de novas redes. Além disso, a tecnologia de banda larga possui altas taxas de transferência, as quais vão de 45Mbps até 200Mbps na camada física, valores estes suficientes para a construção de redes de acesso.” (OLIVEIRA, 2010).

“Como qualquer outra tecnologia, a tecnologia PLC/BPL também possui desvantagens. Pode-se citar que o desempenho da rede de comunicação depende fortemente das características da rede elétrica, assim como das cargas elétricas conectadas à mesma. Uma vez que tais características e cargas elétricas são variantes no tempo, torna-se relativamente complicada a tarefa de controlar tal ambiente.” (OLIVEIRA, 2010).

Os estudos em referenciais teóricos apontam diversas características e possibilidades de implementações da transmissão de dados pela rede elétrica, assim como, vantagens e desvantagens, direcionando para a viabilidade da utilização de PLC, principalmente no ambiente interno e doméstico, entretanto, também demonstram os riscos e possíveis problemas que merecem atenção.

Carvalho (2006), auxilia na compreensão dos possíveis problemas da transmissão de dados sobre a rede elétrica quando afirma que as linhas de transmissão não foram projetadas para dados, possuem grandes demandas que podem causar interferência, como ruídos e altos níveis de atenuação. Também aponta que o eco existente é relevante devido a múltiplos canais existentes para o trajeto e, devido a essas várias intempestividades do meio de transmissão, a reflexão surge devido a impedância. Conclui dizendo que são um meio hostil para a transmissão de dados.

Ao utilizar uma rede PLC, a conexão é estabelecida em camada 2 do modelo de referência OSI, ou seja, a camada de Enlace, permitindo que possam ser utilizados diversos protocolos de camada 3 do modelo OSI, como o próprio protocolo TCP/IP, que é o protocolo da internet e, também, o protocolo mais utilizado em configurações de redes atuais. A implementação de uma rede PLC vai estabelecer o enlace de dados sobre o meio

físico de transmissão, sendo necessários a utilização de adaptadores PLC, que farão a interligação das placas de redes dos computadores e demais dispositivos computacionais à rede elétrica, utilizando um cabo de rede padrão Ethernet ligando a placa de rede do computador ao adaptador PLC e, este, conectado à tomada da rede elétrica. O adaptador é o responsável pelo acesso ao meio físico de transmissão e codificação dos dados, fazendo o trabalho de modulação dos sinais. Sobre a pilha de protocolos do modelo de referência OSI e a atuação da transmissão de dados PLC, no momento da instalação e configuração da rede PLC, é necessário que seja feito um pareamento entre os dispositivos, afim de, criar um enlace entre os mesmos, criando as conexões físicas e, com isso, implementando uma rede e enlace de dados seguro.

3 | OBJETIVOS

Este estudo buscou fazer uma análise da viabilidade da utilização de transmissão de dados via rede elétrica para o compartilhamento da internet e de outros recursos computacionais utilizados dentro das residências, principalmente pelo fato de já existir uma infraestrutura de cabeamento elétrico que interliga toda a casa, ou seja, sem a necessidade de se passar novos cabos ethernet e gerar novos custos.

Também foi objeto do estudo analisar a velocidade de transmissão dos dados quando comparados a outros meios de transmissão utilizados nas residências, assim como, as possíveis causas de problemas e interferências no tráfego dos dados e, ao final, apresentar justificativas para a adoção ou não da transmissão de dados pela rede elétrica nas residências buscando o compartilhamento da internet e demais recursos.

4 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na forma de uma pesquisa qualitativa e explicativa, buscando levantar e apontar resultados e problemas apontados em referenciais teóricos e em testes realizados em um ambiente simulado. GIL (2010) trata a pesquisa explicativa como aquela que mais se aproxima da realidade, que buscam apontar os fatores e causas que determinam certas ocorrências. Foi feita a implementação dos testes no Laboratório de Redes de Computadores do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Arraial do Cabo, com a utilização de adaptadores PLC conectados na rede elétrica do laboratório para criar uma rede local. A rede local criada com a utilização dos adaptadores foi conectada, via cabo de rede ethernet, a um roteador interligado à internet, simulando o serviço oferecido por um provedor de serviços.

Foram feitos testes de transmissão de arquivos, acesso a sites de internet, compartilhamento de recursos como impressoras, acesso à e-mails e downloads e uploads de arquivos, assim como testes de envio e respostas através do comando “ping”, para

medir a velocidade na rede através do tempo de resposta dos pacotes enviados de um emissor para uma máquina na rede como receptora. Para simular o ambiente residencial, foram utilizados em momentos distintos, alguns aparelhos eletrodomésticos, tais como: ferro de passar roupa, geladeira, aspirador de pó, interruptores de luz e máquina de furar. Todos os equipamentos foram conectados no mesmo circuito elétrico, utilizando cabos de 2,5mm com revestimento isolante. Também foram utilizados dois computadores interligados à rede elétrica através de conectores PLC Powerline AV500, com possibilidade de tráfego de dados em velocidades de, até, 500 Mbps (megabits por segundo), e distâncias de, até, 300 metros, juntamente com criptografia de 128 bits para proteção do tráfego dos dados.

5 | IMPLEMENTAÇÃO E TESTES

Para a realização dos testes, foi montada uma rede local no Laboratório de Redes do Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ, Campus Arraial do Cabo - CAC, na qual, foram utilizados dois adaptadores PLC, cada um conectado a um computador, denominados MICRO1 e MICRO2. No MICRO2, foi interligada uma impressora que seria compartilhada na rede para impressão remota a partir do MICRO1. No MICRO1, foi feito compartilhamento do disco rígido com possibilidade de leitura e gravação pela rede, para que se pudesse fazer os testes de transferência de arquivos.

Seguindo a própria referência teórica levantada em OLIVEIRA (2010) sobre as possibilidades de utilização das redes PLCs e, como o objeto foi o teste simulando uma rede doméstica, um PLC interno, a conexão de internet foi estabelecida através de uma linha com banda larga ADSL de 10 Mbps, simulando um provedor de serviços que trazia uma conexão até um roteador na chegada do sinal do provedor. Tal roteador também foi conectado à rede elétrica através de um adaptador PLC.

Como um circuito elétrico pode ultrapassar as barreiras físicas locais e, a simulação era justamente um ambiente interno e privado, foi feita a configuração do pareamento ou emparelhamento entre os três dispositivos adaptadores PLC, fazendo a implementação de segurança física na rede. Tal configuração nos adaptadores foi bem simples de ser executada, bastando pressionar o botão de “emparelhar” de cada um deles. Para este procedimento, como foram três adaptadores, os seguintes passos foram executados:

1. O botão “emparelhar” do adaptador conectado ao roteador foi pressionado por aproximadamente 1 segundo;
2. O botão “emparelhar” do adaptador conectado ao MICRO1 também foi pressionado por aproximadamente 1 segundo (para que haja o emparelhamento entre os dispositivos, o intervalo entre a execução do procedimento no adaptador PLC conectado ao MICRO1 não deve ser maior que dois minutos);

Após os procedimentos de execução para o emparelhamento, as luzes de ambos os adaptadores ficaram piscando até que pararam e permaneceram acesas, indicando que

houve o emparelhamento entre os dois dispositivos.

Foi feito então a adição do adaptador PLC conectado ao MICRO2 para o emparelhamento com o enlace já feito. Para esta execução, novamente seguiu-se pelo procedimento abaixo:

1. O botão de “emparelhar” do adaptador PLC conectado ao MICRO2 foi pressionado por aproximadamente 1 segundo;
2. Seguiu-se por pressionar novamente o botão “emparelhar” dos outros dois adaptadores por 1 segundo, sendo necessário que, este procedimento não ultrapassasse o tempo de 2 minutos entre a execução do procedimento no adaptador conectado ao MICRO2.

As luzes de cada adaptador piscaram durante um pequeno intervalo de tempo até que permaneceram acesas, indicando o emparelhamento dos três adaptadores PLCs conectados aos dispositivos computacionais que formariam a rede. Estava pronto o enlace físico para a transmissão dos dados.

O adaptador PLC utilizado possui um software próprio para efetuar algumas configurações, inclusive, configurações de segurança e testes, porém, o único recurso utilizado foi o que apontava a velocidade do enlace físico estabelecido, que demonstrou uma rede em torno de 300Mbps (mega bits por segundo) de velocidade.

Após o estabelecimento do enlace físico através da rede elétrica, foi feita a configuração lógica da rede interna. Foi utilizada uma configuração estática de endereçamento IPv4 com o endereço de rede 192.168.0.0/28. Esta configuração de endereçamento permitiu uma quantidade de 16 números IPs disponíveis, podendo endereçar até 14 interfaces na mesma rede lógica. Atribuiu-se o último número IP válido da faixa para a interface do roteador conectada na rede interna, ficando este como o Gateway da rede, endereço 192.168.0.14/28. Para o MICRO1 foi atribuído o endereço 192.168.0.1/28 e para o MICRO2 foi atribuído o endereço 192.168.0.2/28.

Após as configurações lógicas da rede, foi feito o teste para verificar a conectividade sobre o enlace estabelecido através da rede elétrica. Para estes testes foi utilizado o comando “ping”, que gera um pacote ICMP na rede, enviando um Echo Request a um host destino e, este, devendo responder com um Echo Reply. Neste sentido, foram executadas as seguintes ações:

A partir do MICRO1, foi executado o comando “ping 192.168.0.2” para testar a conectividade entre o MICRO1 e o MICRO2, tendo como resultado uma resposta positiva de conectividade e um tempo de resposta aproximado de 2ms (milissegundos). Também foi executado o comando “ping 192.168.0.14”, na qual, foi testada a conectividade entre o MICRO1 e o Roteador ADSL responsável pelo compartilhamento da internet. O resultado deste teste também foi positivo para a comprovação da conectividade, com um tempo resposta também aproximado de 1 a 2ms (milissegundos).

O mesmo procedimento foi feito a partir do MICRO2, executando comandos ping

para os dois hosts da rede, onde, em ambos os casos também retornaram um resultado de conectividade ativa, tanto para o MICRO1 quanto para o Roteador ADSL, com um tempo resposta para ambos de, aproximadamente, 2 a 3ms (milissegundos).

Os próximos testes foram de acessar sites na internet a partir dos dois computadores conectados na rede. O acesso aos sites ocorreu normalmente e com velocidade de conexão considerada normal, quando comparada a utilização em redes locais que utilizam cabeamento Ethernet tradicional ou Rede Wi-fi nos padrões atuais.

Também foram feitos testes de transferência de arquivos de um computador para o outro, onde, a taxa de transferência dos dados ficou na ordem de Mbps (megabits por segundo), uma velocidade aceitável e de acordo com as taxas esperadas em redes locais.

Outro teste feito foi a impressão remota a partir do MICRO1, acessando uma impressora instalada com conexão direta ao MICRO2 e compartilhada na rede. Os testes de impressão foram satisfatórios e nenhum problema ocorreu.

Outro teste que foi realizado buscou verificar a segurança do enlace físico. Para fazer o teste, o adaptador PLC do MICRO2 foi restaurado às configurações de fábrica, perdendo assim o emparelhamento com os demais adaptadores da rede. As configurações da rede lógica no MICRO2 permaneceram inalteradas. Após a restauração do PLC aos padrões de fábrica, foi feito novamente o teste de conectividade do MICRO2 para os outros equipamentos conectados utilizando o comando “ping”. Foi constatado que, com a restauração do adaptador e ele ter sido retirado do emparelhamento, ele saiu do enlace físico estabelecido, ficando impossibilitado de se comunicar com os outros dispositivos. Finalizado o teste de segurança física do enlace, o adaptador PLC do MICRO2 foi novamente emparelhado com a rede e a conectividade foi reestabelecida.

Todos os testes realizados no primeiro momento foram feitos sem a interferência da utilização de quaisquer equipamentos ou dispositivos que utilizassem a energia elétrica e apresentaram resultados considerados favoráveis e normais para a comunicação de uma rede local, principalmente para atender um ambiente residencial. Seguiu-se, então, para uma segunda etapa nos testes, a utilização da rede de dados simultaneamente a utilização de equipamentos eletrodomésticos e eletrônicos conectados ao mesmo circuito.

Foram feitos os mesmos testes de conectividade com a utilização do comando “ping”, porém, com a inclusão de um parâmetro no comando, “-t”, que faz com que o equipamento de origem fique enviando requisição ao equipamento destino até que se cancele o comando. Tal utilização foi feita para analisar uma possível variação no tempo de resposta ao ligar um equipamento eletrodoméstico na rede elétrica. Como resultado, em todos os testes, as respostas aos comandos executados a partir do host de origem estavam bem próximas ou idênticas aos testes anteriores, porém, ao ligar o equipamento, comprovou-se o levantamento do referencial teórico, na qual, apontava uma interferência na transmissão dos dados. Os resultados das respostas ao comando, quando os equipamentos como aspirador de pó, máquina de furar e secador de cabelo, apresentavam lentidão demasiada

e, algumas vezes, falhas na resposta, apresentando um tempo de limite expirado para a resposta do host destino, porém, nada que impedisse totalmente a comunicação da rede.

Nos testes de acesso a sites da internet, também notou-se alguns problemas como travamento momentâneo do site ao ser acessado.

Os testes de transferência de arquivos também apresentaram alguns problemas pontuais. Iniciou-se a transferência com os equipamentos desligados e, ao ligar, algumas vezes e em alguns momentos, a transferência apresentava um travamento e uma lentidão não apresentada anteriormente.

Os testes de impressão não apresentaram problemas com a utilização de equipamentos eletrodomésticos na rede.

6 | CONCLUSÕES

Apesar da rede de transmissão de dados sobre a rede elétrica ter sido regulamentada no Brasil a pouco tempo, é uma tecnologia que vem sendo estudada a anos. Ao analisar o referencial teórico, concluiu-se que ela vem como uma alternativa aos meios físicos de transmissão de dados, principalmente para lugares com dificuldade de implementar novas estruturas físicas de redes, entretanto, conforme a própria literatura apontou, vários aspectos devem ser levados em consideração, tanto como vantagem quanto desvantagem.

Os testes realizados apontaram que uma das classificações da PLC, a que se adequa aos ambientes domésticos e de domínio privado dos usuários, o PLC Interno, objeto deste estudo, traz possibilidades e viabilidade de implementação e utilização para o compartilhamento de internet dentro das residências e de outros recursos computacionais. Apesar de alguns problemas terem sido detectados nos testes, causados por interferências resultantes da utilização de equipamentos em paralelo a transmissão de dados, estes não impedem o pleno funcionamento da rede e, este estudo, considerou ser adequado e viável a utilização de redes PLC em ambientes internos e domésticos, entretanto, deve-se atentar para o fato de, hoje, a grande utilização de dispositivos móveis conectados à rede mundial de computadores dentro das residências e, isso leva a utilização de roteadores e dispositivos de pontos de acesso para redes sem fio. Esta questão deve ser analisada em trabalhos futuros com um comparativo entre os dois tipos de redes a serem utilizadas, a PLC ou redes Wi-fi, uma vez que, ao se adotar um roteador Wi-fi na chegada do acesso à internet, este mesmo pode atender a todos os dispositivos da residência, eliminando assim a utilização da rede PLC.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **PLC Internet pela Rede Elétrica – Perguntas e Respostas**. 2009. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/hotsite/plc/index.cfm?id=1739>> Acesso em 10 fev. 2015.

ANEEL. **Resolução Normativa Número 375, de 25 de agosto de 2009**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009375.pdf>>. Acesso em 12 fev. 2015

BRAGA, M. F. **Transmissão de Dados Por Meio da Rede Elétrica: Uma Abordagem Experimental**. Monografia de Graduação em Engenharia de Controle e Automação. Ouro Preto-MG. 2008. Universidade Federal de Ouro Preto.

CARVALHO, Fabrício Braga Soares de; **Aplicação de Transmissão de Dados via Rede Elétrica para o Canal de Retorno Digital**; Campina Grande-PB. 2006. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande.

CARVALHO, Solange; **Sociedade conectada, mundo conectado**; 2011. Disponível em: <<http://convergecom.com.br/tiinside/12/09/2011/sociedade-conectada-mundo-conectado/#.U9efoPIdVPM>>; Acesso em 29 dez. 2014.

FILIPPETTI, M. Entenda Melhor o PLC – **Power Line Communications**. 2009. Disponível em: <<http://blog.ccna.com.br/2009/09/07/entenda-melhor-o-plc-power-line-communications/>>. Acessado em 10 fev. 2015.

GIL, A.C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

OLIVEIRA, O. L. de. **Contribuições Metodológicas à Implantação da Tecnologia PLC/BPL**. São Paulo-SP. 2010. Dissertação de Mestrado (Engenharia). – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VITOR, U. R. C. **Transmissão de Dados Via Rede Elétrica: Função Transferência utilizando Grafo de Fluxo**. Tese de Doutorado (Engenharia Elétrica). Recife-PE. 2013. Universidade Federal de Pernambuco.

UMA ABORDAGEM DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO APOIO AO APRENDIZADO DAS HABILIDADES DE CONTAGEM, CORRELAÇÃO E ORDENAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 31/12/2020

Julio Cezar Romero

Instituto Federal de São Paulo
Caraguatatuba - SP

<https://orcid.org/0000-0003-4290-2195>

RESUMO: Pensamento Computacional se caracteriza por ser um conjunto de processos cognitivos da ciência da computação para a resolução de problemas. A Base Nacional Comum Curricular faz várias referências sobre o seu conceito como sendo fundamental para o desenvolvimento de algumas habilidades na área de Matemática e suas tecnologias para o Ensino Fundamental. O referido trabalho busca apresentá-lo como estratégia de apoio ao aprendizado das habilidades de contagem, correlação e ordenação. Trata-se de relato de caso de atividade trabalhada entre maio e junho de 2020, com alunos de uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada no município de Caraguatatuba, no Estado de São Paulo durante a pandemia. Os resultados após a aplicação da pesquisa constataram que, dos 13 alunos, 4 (31% do total) conseguiram resolver todas as atividades. Do restante, 5 (38% do total) resolveram 4 atividades e os outros 4 alunos (31% do total), resolveram 3 atividades. Pode-se concluir que, mesmo tratando-se de alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, muitos ainda encontram barreiras no uso de estratégias de

contagem, correlação e ordenação, podendo-se apresentar o Pensamento Computacional como proposta de auxílio ou reforço de aprendizagem para a sua realização.

PALAVRAS - CHAVE: Pensamento Computacional; Contagem; Correlação; Ordenação.

A COMPUTATIONAL THINKING APPROACH TO SUPPORT THE LEARNING OF COUNTING, CORRELATION AND ORDERING SKILLS IN TIMES OF PANDEMIC

ABSTRACT: Computational Thinking is characterized by being a set of computer science cognitive processes for problem solving. The National Common Curricular Base makes several references about its concept as being fundamental to the development of some skills in the area of Mathematics and its technologies for Elementary Education. This work seeks to present it as a strategy to support the learning of counting, correlation and ordering skills. This is a case report of an activity worked out between May and June 2020, with students from a 4th grade class of elementary school at a school located in the municipality of Caraguatatuba, in the state of São Paulo during the pandemic. The results after applying the survey found that, of the 13 students, 4 (31% of the total) managed to solve all activities. Of the remainder, 5 (38% of the total) solved 4 activities and the other 4 students (31% of the total) solved 3 activities. It can be concluded that, even in the case of 4th grade elementary school students, many still encounter barriers in the use of counting, correlation and

ordering strategies, and Computational Thinking can be presented as a proposal to help or reinforce learning for its realization.

KEYWORDS: Computational Thinking; Counting; Correlation; Ordering.

1 | INTRODUÇÃO

Transformações nos saberes produzidos vão exigir mudanças pedagógicas, dado o anacronismo do que é visto em sala de aula e as novas perspectivas de cidadania e possibilidades advindas desses novos conhecimentos dos humanos-mídia. Na medida em que as tecnologias interferem e se entrelaçam junto aos seres humanos na produção de conhecimento, elas não só estabelecem novas maneiras de se fazer coisas que já eram feitas antigamente, mas também introduzem novas situações de resolução de problemas nas quais a Matemática é útil; elas introduzem novas normas e procedimentos para construção, argumentação e justificação; e expandem radicalmente os tipos de compreensões e habilidades matemáticas que contribuem para o sucesso nessas situações (Lesh, 2000).

Tendo em vista a crescente demanda do uso de tecnologias digitais em diversas áreas, não só nas Ciências Exatas, o pensamento estruturado passou a ser uma habilidade desejável no âmbito da formação de praticamente todos os profissionais. Wing (2006) difundiu o termo pensamento computacional (PC), afirmando que ele representa uma atitude universalmente aplicável e um conjunto de habilidades que todos, não somente cientistas da computação, deveriam almejar por aprender e usar” (WING, 2006, p. 33).

Ela advoga que o pensamento computacional será uma aptidão fundamental para todos até a metade do século XXI, tão necessária quanto ler, escrever e calcular, devendo ser adicionada a essas quando se pensa em educação. Diz ainda, em forma de previsão, que a Computação (e os computadores) auxiliarão na disseminação do pensamento computacional (WING, 2006).

Assim, o que se tem é que o pensamento computacional, na visão de Wing (2006), é o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos rodeia e aplicar ferramentas e técnicas para entender e raciocinar sobre sistemas e processos naturais, sociais e artificiais. Na escola, o pensamento computacional permite que os alunos resolvam problemas, os dividam em partes e criem algoritmos para solucioná-los.

Entretanto, não foi a primeira vez que expressão foi empregada: deve-se a Seymour Papert o seu primeiro uso na literatura, no livro “Mindstorms: children, computers, and powerful ideas”, publicado originalmente em 1980 e traduzido para o português com o título “Logo: computadores e educação”. Na obra, ele cita e comenta o que chamou de ambientes computacionais: lugares ou espaços onde há uma cultura computacional com natureza matética (a que auxilia a aprender sobre a aprendizagem e não unicamente a aprender). Fala de tentativas de construção de tais ambientes e cultura — os quais contribuiriam para um aprendizado um tanto mais humanizado, por meio de relações

essencialmente mais pessoais e menos distantes com o objeto de conhecimento — antevendo o seu surgimento inevitável.

Segundo Dorling, Selby e Woollard (2015), o pensamento computacional deve servir à formação de pessoas para que possam participar e usufruir das oportunidades, das responsabilidades e dos desafios inerentes a uma sociedade na qual a influência da computação se faz cada vez mais presente. É preciso, portanto, que os cidadãos sejam capazes de criar artefatos a partir de análises bem fundamentadas, participar das decisões que afetem suas vidas, organizando um conjunto de valores mediado na consciência da importância de seu próprio aperfeiçoamento e no aprimoramento das relações sociais.

Okada et al (2012) identificam, ainda, a possibilidade de se aplicar o PC pode ser aplicado a uma ampla gama de artefatos, incluindo: sistemas, processos, objetos, algoritmos, problemas, soluções, abstrações e coleções de dados ou informações. Ou seja, artefato refere-se a qualquer um deles.

Diante disso, nos últimos anos, as concepções a respeito do PC passaram por profundas modificações que permitiram aproximar essa proposta ao dia a dia do aluno, ou seja, ao seu mundo real, tornando-a cada vez mais presente e concreta. Em uma perspectiva mais ampla, podemos perceber que a preocupação com o PC não se restringe à escola e ao currículo formal das disciplinas.

A importância do PC, na sociedade atual, produz um importante movimento pedagógico denominado: ciência, tecnologia e sociedade (BURKE, 2015). Tendência essa que leva em conta o impacto atual do PC, envolvendo uma visão interdisciplinar que desconsidera a compartimentalização do conhecimento entre áreas distintas.

É possível, ainda, compreender o PC como estratégia de autoria digital, na medida em que, de acordo com André (2018), ele deve servir à formação de pessoas para que possam participar e usufruir das oportunidades, das responsabilidades e dos desafios inerentes a uma sociedade na qual a influência da computação se faz cada vez mais presente. Okada et al (2012) se refere à autoria digital como coaprendizagem, processo bastante importante para a construção da cidadania, pois na coaprendizagem, ocorre um pensamento colaborativo em que o conhecimento se cria por meio da interação. Para Okada et al (2012) existem vários níveis de autoria digital, que vão desde um nível alto, conforme é possível observar nas imagens abaixo, desenvolvidas por André (2018):

NÍVEL DE AUTORIA	PALAVRA-CHAVE	AÇÃO
 <p>ALTO</p>	Re-autoria	Transformar o conteúdo adicionando sua própria interpretação, reflexão, prática ou conhecimento.
	Contextualização	Alterar o conteúdo ou acrescentar novas informações, a fim de atribuir significado, sentido através de exemplos e cenários.

IMAGEM 1: Nível Alto de Autoria

Fonte: ANDRÉ (2018)

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As pesquisas realizadas até o momento, de acordo com Silva, Silva e França (2017), destacam que diversos recursos que têm sido empregados nas práticas de ensino de pensamento computacional, dentre os quais se destacam a computação desplugada, jogos e ambientes de programação visual.

A BNCC (BRASIL, 2017) trouxe, em sua última versão, várias referências sobre o conceito de PC como sendo fundamental para o desenvolvimento de algumas habilidades na área de Matemática e suas tecnologias para o Ensino Fundamental. A Matemática para os alunos do Ensino Fundamental visa ao desenvolvimento de conceitos e procedimentos em diversos campos, objetivando à resolução de situações-problema. O desenvolvimento dessas habilidades se relaciona a diversas formas de organização da aprendizagem matemática, baseando-se na análise de situações da vida cotidiana, de outras áreas do conhecimento e da própria Matemática. A BNCC (BRASIL, 2017), portanto, apresentou inúmeras mudanças à educação brasileira, importante foco na tecnologia em sala de aula e desta maneira, uma das cinco competências compreende o uso da tecnologia pelos estudantes de maneira direta e expressiva, enfatizando as linguagens de programação e domínio de algoritmos, uma vez que ambos os conteúdos podem ser úteis e importantes para auxiliar a solucionar desafios cotidianos.

Pasqual Júnior (2018) afirma que os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem são formas privilegiadas da atividade matemática, sendo objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental e são esses processos de característica extremamente rica para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional.

3 | METODOLOGIA

Gil (2010) considera que o método científico deriva de princípios reconhecidos como indiscutíveis e verdadeiros, que possibilitam chegar a conclusões apenas por causa da argumentação aplicada e monitorar o desenvolvimento formal.

O principal papel dos métodos e da tecnologia de pesquisa é apresentar e explicar sistematicamente investigações quantitativas feitas em relação a aspectos das ciências sociais (Fachin, 2006).

Para isso, abordam aspectos relacionados a padrões comportamentais e culturais, bem como as condições ambientais, físicas, econômicas ou psicológicas que ocorrem em uma comunidade específica e se relacionam com os fenômenos de várias formas naturais que pertencem a outras ciências, como física, química e biologia (Fachin, 2006).

Foi adotada para esta pesquisa uma abordagem descritiva, quantitativa e qualitativa. Optou-se pela natureza quantitativa sendo complementada pela qualitativa, pois esta última auxilia na apreensão de outros significados presentes (que não podem ser apenas mensurados) no contexto investigado, permitindo ao pesquisador acesso a informações relevantes que garantam um melhor entendimento do objeto em estudo.

Segundo Gil (2010), delimitar um estudo metodologicamente organiza-o, pois é o momento em que o pesquisador estabelece os métodos técnicos do estudo, bem como a oportunidade que ele oferece para as ferramentas e procedimentos necessários para a coleta dos dados.

4 | CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com alunos da EMEF João Baptista Gardelin, localizada na cidade de Caraguatatuba, município do Estado de São Paulo. A referida escola oferta o Ensino Fundamental do 1º ao 5º ano, nos períodos matutino e vespertino, possuindo aproximadamente 450 alunos matriculados em ambos os turnos.

Cumprir destacar que a ideia de realizar a presente atividade surgiu a partir de uma conversa entre esse autor com a professora do 4º ano do Ensino Fundamental, que relatou a dificuldade dos alunos na matemática envolvendo atividades contendo estratégias de contagem. Diante disso, surgiu a proposta de aplicação de uma atividade que estimulasse o desenvolvimento do pensamento computacional nos discentes, buscando, com isso, diversificar o uso de atividades propostas para o desenvolvimento de tal estratégia.

Inicialmente a pesquisa seria realizada em uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental no período matutino com 30 alunos. A pesquisa seria aplicada durante as aulas de Matemática, no mês de maio de 2020.

Entretanto, com a atual crise do COVID-19 que o mundo enfrenta e, considerando o decreto nº 64.881, de 22 de março de 2020, assinado pelo Governador do Estado de São Paulo, sendo este respeitado pelo Prefeito do município de Caraguatatuba, desde então as

escolas estão fechadas. A partir do decreto e tendo a necessidade de se reinventar para que o ano letivo não parasse, desde o dia 27 de abril de 2020, as escolas do município de Caraguatatuba retornaram às aulas por meio do ensino à distância, na modalidade não presencial. O modelo adotado pelas escolas públicas do município estabeleceu que os professores teriam a responsabilidade de preparar materiais didáticos e de apoio para os alunos, tendo também, por parte dos professores, a responsabilidade e dever de manter comunicação aberta para que os alunos pudessem tirar suas dúvidas, seja por qualquer tecnologia escolhida.

Especificamente no caso da escola onde a referida pesquisa ocorreu, os professores preparam o conteúdo semanal das disciplinas, este conteúdo é encaminhado para o Coordenador via e-mail, que por sua vez fica responsável por providenciar a impressão do material, para então ser encaminhado para a Secretaria da escola. Os pais são avisados via aplicativo Whatsapp para que possam ir retirar o material impresso na escola no início de cada semana. Ficam os professores disponíveis no aplicativo Whatsapp durante o horário das aulas para que possam responder às dúvidas dos alunos.

A partir deste cenário, para a realização da pesquisa, no dia 20/05/2020 foi solicitado à professora da turma selecionada para a pesquisa que entrasse em contato com os pais dos alunos via Whastapp para que a pesquisa pudesse ser realizada. Portanto, após o aceite dos pais/responsáveis, a atividade também seria enviada no mesmo molde das atividades que já estavam sendo encaminhadas semanalmente para os discentes. No dia 27/05/2020, a professora regente retornou o contato inicial relatando que, dos 30 alunos, havia recebido retorno positivo de 13 alunos.

Desta forma, ficou definida a participação de 13 alunos. Para uma melhor comunicação com todos, foi criado um grupo utilizando o aplicativo Whatsapp, exclusivo para a aplicação da pesquisa e nele estavam incluídos o pesquisador, a professora da classe e o número do responsável de cada um dos participantes. O principal objetivo deste grupo seria a comunicação entre o pesquisador e os participantes. Ficou acordado que o pesquisador encaminharia, por meio de links, vídeos explicativos referentes às atividades. Além disso, o pesquisador estaria disponível para sanar as possíveis dúvidas.

5 | APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi proposta a realização de uma atividade que estimulasse o desenvolvimento do pensamento computacional nos participantes. A atividade proposta está descrita no livro *Computer Science Unplugged*, corroborando com Silva, Silva e França (2017), os quais destacam a computação desplugada como prática de ensino de pensamento computacional. O quadro abaixo descreve o tema abordado bem como os respectivos conteúdos matemáticos:

Atividade	Descrição	Correlação com a Matemática	Habilidades
Contando os pontos	Apresentação do código; Conversão de textos; Conversão de números; Compreensão do código (formação de palavras).	Sequências e padrões sequenciais; Descrição de uma regra para um padrão. Padrões e relacionamentos com as potências na base dois	Contar Correlacionar Ordenar

TABELA 1: Temas abordados na atividade aplicada na pesquisa.

FONTE: Computer Science Unplugged (2011, p. 3).

Utilizando a plataforma Loom, foi criado um vídeo para os participantes explicando o conteúdo abordado, bem como a atividade proposta. O vídeo foi compartilhado por meio de link no grupo criado no aplicativo WhatsApp.

Wing (2006), a qual ressalta que o ponto de partida para atividades escolares que possam ser adaptadas no desenvolvimento do pensamento computacional, é a exploração dos problemas e não a definição, propondo situações em que os alunos desenvolvam algum tipo de estratégia para resolvê-las. Ratificando tal informação, busco logo no início do vídeo relatar que os computadores tem uma relação muito interessante com os números. A partir daí, foi feita a menção à contagem dos números seguindo o sistema decimal, que é o que normalmente se utiliza no cotidiano. Foi então introduzida a ideia do sistema binário, apresentando-o como um sistema de numeração utilizado pelos computadores para codificar tudo o que neles é processado. Foi destacado, ainda, que, diferente do sistema decimal, o sistema binário é composto somente por dois números, quais sejam, o zero (0) e o um (1), apresentando pra eles alguns números no sistema binário.

Em seguida, relatou-se que seria muito fácil compreender os valores dos números do sistema binário uma vez que para compreendê-los seria necessário apenas convertê-los para o sistema decimal. Assim, foi proposta a atividade e a explicação.

Para isso, seria necessário utilizar um conjunto de cartas, como estão descritas abaixo:

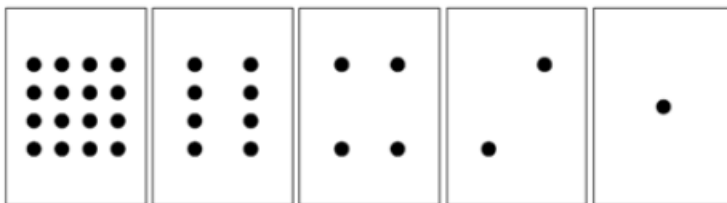


IMAGEM 2: Conjunto de cartas utilizadas para a abordagem do sistema decimal

Fonte: Computer Science Unplugged (2011, p. 6)

Em termos de representação associativa, propôs-se aos alunos que relacionassem o zero (0) a algo desligado (off), e o um (1) a algo ligado (on). Assim, para a atividade de conversão de números binários em racionais, sempre que se estivesse diante do dígito zero (0), a carta correspondente ao dígito deveria ser virada, de modo que ela passasse a representar que estava no modo off, o que a excluiria da conversão. Desse modo, as cartas que ficassem viradas para cima, teriam os seus “pontinhos” contados, correspondendo, assim, ao número decimal. O primeiro exemplo prático apresentado foi de converter o número binário 0100 em número decimal. A representação por meio dos cartões seria a disposta na Figura abaixo:

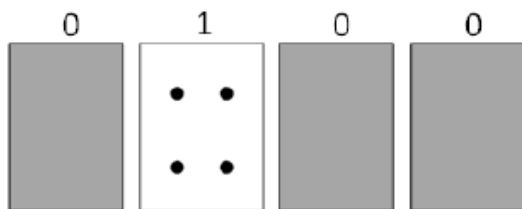


IMAGEM 3: Conversão do número 0100 do sistema binário para o sistema decimal

Fonte: *Computer Science Unplugged* (2011, p. 6)

Deste modo, o número binário 0100 convertido em número decimal seria 4.

Em seguida, foi realizado outro exemplo em que foi convertido o número 0011 do sistema binário para o sistema decimal, utilizando novamente as cartas.

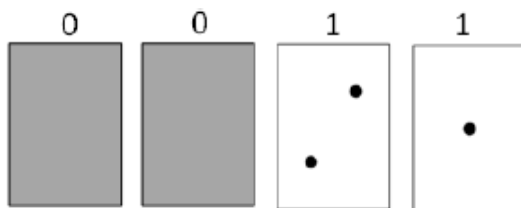


IMAGEM 4: Conversão do número 0011 do sistema binário para o sistema decimal

Fonte: *Computer Science Unplugged* (2011, p. 6)

Portanto, o número binário 0011 convertido em número decimal seria 3. Feito a explicação, foi relatado que agora seria o momento deles praticarem. Solicitou-se que pegassem as 2 folhas impressas para esta atividade. Em uma folha estavam dispostas as cartas que deveriam ser recortadas para sua utilização. Na outra folha estavam dispostos 5 números escritos no sistema binário. Estes números deveriam ser convertidos para o

sistema decimal utilizando as cartas conforme a explicação dada. Ao final, foi solicitado que caso houvesse dúvida em relação à prática da atividade, que entrassem em contato via aplicativo WhatsApp.

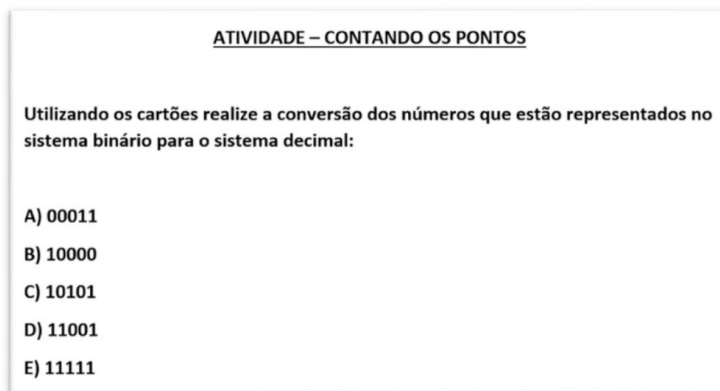


IMAGEM 5: Atividade encaminhada aos alunos.

Fonte: Dados desenvolvidos pelo autor, 2020.

No dia 10/06/2020 recebi as atividades dos alunos para análise e correção. Após correção, os resultados obtidos demonstraram que, dos alunos que realizaram a atividade, no total de 13, 4 (31% do total) conseguiram resolver todas as atividades. Do restante, 5 (38% do total) resolveram 4 atividades e os outros 4 alunos (31% do total), resolveram 3 atividades.

Participante	Questão A	Questão B	Questão C	Questão D	Questão E	% Acerto
P1	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	80
P2	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	100
P3	Acertou	Acertou	Errou	Acertou	Errou	60
P4	Errou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	80
P5	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	100
P6	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	100
P7	Acertou	Errou	Acertou	Acertou	Errou	60
P8	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	80
P9	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	Acertou	100
P10	Acertou	Errou	Acertou	Acertou	Errou	60

P11	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	Acertou	80
P12	Errou	Acertou	Acertou	Acertou	Errou	60
P13	Acertou	Acertou	Errou	Acertou	Acertou	80

TABELA 2: Resultados da atividade Contando os pontos

Fonte: Dados obtidos pelo autor, 2020.

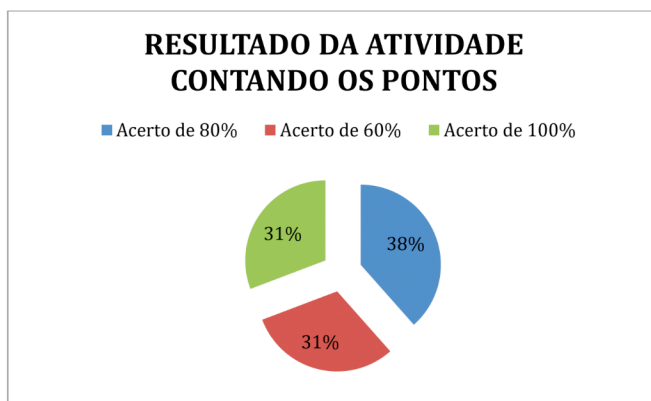


GRÁFICO 1: Resultado da atividade Contando os pontos.

Fonte: Dados obtidos pelo autor, 2020.

6 | CONSIDERAÇÕES

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) abordam que um dos objetivos indicados para o ensino fundamental é o de o aluno ser capaz de resolver problemas, utilizando o pensamento lógico, capacidade de análise crítica, selecionando a sequência de ações para resolver o problema e verificando sua adequação. O conhecimento matemático, segundo os PCNs tem um potencial muito grande para ser explorado no ensino fundamental, uma vez que estimula a capacidade de generalizar, projetar, abstrair e favorece a estruturação do pensamento e raciocínio lógico, o que promove a cidadania e auxilia as pessoas em seu cotidiano. Portanto, corroborando com o que os Parâmetros Curriculares definem, Wing (2006) destaca que o ponto de partida para atividades escolares das atividades que podem ser adaptados no desenvolvimento do pensamento computacional, é a exploração dos problemas e não a definição, propondo situações em que os alunos desenvolvam algum tipo de estratégia para resolvê-las.

De acordo com Tabacow (2006), a tecnologia se faz presente nas atividades humanas cotidianas desde os primeiros tempos, quando o homem começou a encontrar ferramentas para facilitar a caça e pesca e, assim, garantir a sua sobrevivência.

Os mesmos aspectos também podem ser observados no campo da educação.

Tal afirmação tem o seu lugar ao se considerar que, com o tempo, a escola foi se adaptando ao uso das novas tecnologias, promovendo, a partir de sua incorporação, um direcionamento do seu foco, antes de aplicá-las em sala de aula, no discurso do professor, de modo a adequar o uso de diferentes dados de acesso ao ensino (Tabacow, 2006). Mais recentemente, Modelski, Giraffa e Casartelli (2019) afirmaram que, ainda que o docente tenha experiência própria com o uso de tecnologias, é fundamental que a sua formação inicial também abranja tal conhecimento, de modo a desenvolver nele competências com o sentido devidamente direcionado para a prática pedagógica.

De fato, a sociedade contemporânea tem mudado constantemente e um dos sinais mais notáveis dessas mudanças tem sido o uso da tecnologia digital nas mais diversas áreas da sociedade e das atividades humanas, incluindo na educação.

Nesse processo, a educação se torna uma ferramenta transformadora para acompanhar essas mudanças, que inclui uma nova ideia das ações, estruturas e programas da instituição de ensino que promovem a formação inicial e contínua dos professores.

Conforme aponta Wing (2006), o Pensamento Computacional e suas características podem ser agrupadas e utilizadas para desenvolver a capacidade de resolução de problemas. Com isso em mente, pode-se afirmar que o uso da tecnologia digital no contexto escolar se torna uma oportunidade de integrar e coordenar o conteúdo da escola, para que o aluno possa entender os relacionamentos, interações e concatenações de conteúdo existentes, focando-se igualmente na produção de conhecimento.

Os resultados obtidos a partir da revisão de literatura realizada, que foram corroborados pela aplicação da atividade aqui apresentada, permitem concluir que, muito embora se trate de alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, muitos ainda encontram barreiras na realização de atividades que utilizam a habilidade de contagem como estratégia para solução. Além disso, acredita-se que esta pesquisa pode proporcionar uma variedade de opções para possíveis pesquisas futuras, tanto no que tange o aprendizado de um grupo de alunos e seu acompanhamento por um período maior ou na observação da práxis pedagógica, uma vez que turmas da primeira etapa do Ensino Fundamental I, pois possui professores com formação generalista, tendo habilitação para atuar em todas as áreas, muitas vezes, apenas com formação em Pedagogia.

Não podemos considerar a aplicação de atividades que propõe o pensamento computacional como solução definitiva no estímulo ao desenvolvimento da habilidade de contagem. Entretanto, pode-se, por meio dele, proporcionar atividades que saiam da rotina das aulas, atraindo, assim, a atenção dos alunos. Acredita-se que a realização de atividades que estimulem o pensamento computacional possa efetivamente se tornar ferramentas de apoio no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, Claudio F. O pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania. In: teccogs – **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 18, jul./dez. 2018, p. 94. Disponível em: https://www.pucsp.br/pos/tidd/teccogs/artigos/2018/edicao_18/teccogs18_artigo05.pdf. Acesso em: 20 jul. 2020.
- BELL, T.; WHITTEN, I.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged**. Universidade de Canterbury, Nova Zelândia, 2011. Disponível em: <http://csunplugged.org/sites/default/files/books/CSUnpluggedTeachers-portuguesebrazil-feb-2011.pdf>. Acesso em 15 de junho de 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular**, 2017. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em 02 de julho de 2020.
- _____. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Nacionais Curriculares**, 1997. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf> Acesso em 09 de novembro de 2020
- Dorling, M.; Selby, C.; Woollard, J. **Evidence of assessing computational thinking**. ifip 2015, A new culture of learning: computing and next generations. Vilnius, Lituânia. Disponível em eprints.soton.ac.uk/377856. Acesso em: 10 de julho de 2020.
- FACHIN, Odília. Fundamentos de metodologia. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
- LESH, R. Beyond constructivism: identifying mathematical abilities that are most needed for success beyond school in an age of information. **Mathematics Education Research Journal**, Sydney, v. 12, n. 3, p. 177–195, 2000.
- Modelski, D.; Giraffa, L. & Casartelli, A. (2019). **Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas**. Educação e Pesquisa, 45, e180201. Epub March 18.
- OKADA, A et. al.. **Coaprendizagem através de rea e Redes Sociais**. In: okada, A. **Open educational resources and social networks: co-learning and professional development**. Londres: Scholio **Educational Research & Publishing**, 2012. Disponível em: http://oer.kmi.open.ac.uk/?page_id=1479. Acesso em: 12 jun. 2020.
- PASQUAL JÚNIOR, Paulo Antonio; OLIVEIRA, Simone de. Pensamento Computacional: Uma Proposta de Oficina Para a Formação de Professores. UCS. **RENOTE**. V. 17 N° 1. 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/95707/0>. Acesso em: 18 de junho de 2020.
- SILVA Vladimir, SILVA, Klebson; FRANÇA, Rozelma Soares de. **Pensamento computacional na formação de professores: experiências e desafios encontrados no ensino da computação em escolas públicas**. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2017. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7299/5097>. Acesso em 12 de junho de 2020.
- Tabacow, L. (2006) **Contribuições da neurociência cognitiva para a formação de professores e pedagogos**. Dissertação (Mestrado em Educação) – PUCCAMPINAS.
- WING, Jeannette M. **Computational Thinking**. 2006. Disponível em <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf> Acesso em 04 de julho de 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ad hoc 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Algoritmo genético 1, 2

Análise de componentes 131

Análise preditiva 131

Antenas 32, 33, 34, 37, 38

Antropometria 100, 101, 103, 105

Aplicativo móvel 44, 117, 119, 121, 123

Automatização 100, 102

C

Checklist 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Cidades inteligentes 18, 19, 20, 25, 30

Código 33, 47, 54, 56, 59, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 98, 111, 112, 113, 160

Compartilhamento 19, 20, 142, 143, 146, 148, 149, 150, 152

Computação 18, 20, 35, 39, 47, 53, 57, 60, 70, 71, 72, 76, 78, 82, 86, 91, 100, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 115, 125, 127, 129, 154, 155, 156, 157, 159, 165, 166

Comunicação de dados 142, 144

Conscientização 117, 118, 119, 120, 121, 122

Consórcio W3C 19, 23

Contagem 154, 158, 160, 164

Correlação 138, 140, 154, 160

D

Dados abertos conectados 19, 20, 21, 22, 25, 30

Dispositivo móvel 39, 44

Distribuição de vapor 1, 2

E

Educação 39, 59, 60, 62, 86, 101, 103, 106, 109, 116, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 155, 157, 163, 164, 165, 166

Ensino 19, 20, 25, 49, 50, 51, 52, 59, 60, 70, 72, 78, 86, 107, 109, 111, 115, 116, 124, 126, 127, 129, 154, 157, 158, 159, 163, 164, 165

Ensino superior 19, 20, 25, 124, 126, 129

Ergonomia 117, 118, 119, 120, 122, 123

Escalonamento 70, 71, 72, 73, 74, 80, 81, 84, 85

F

Falhas incipientes 131, 132, 133, 138, 139

Framework 21, 23, 27, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 140

I

Informática 71, 78, 86, 116, 119, 121, 124, 126, 129, 130, 165, 166

Inteligência computacional 131, 140

Internet 19, 20, 23, 64, 76, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

J

JavaFX 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59

Jogos 49, 51, 52, 59, 104, 115, 157

M

Medição 100, 104, 105

Modelamento 2, 33

O

Ordenação 154

Orientação a objetos 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60

P

Pensamento computacional 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165

Plataforma web 39, 40

Processo 1, 2, 26, 33, 41, 42, 44, 50, 59, 60, 70, 71, 72, 74, 75, 79, 80, 81, 89, 90, 102, 105, 107, 110, 126, 128, 131, 133, 138, 144, 155, 156, 164

Programação 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 90, 92, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 128, 138, 157, 166

R

Recuperação de energia 2

Rede elétrica 132, 133, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Robótica 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116

S

Shadow IT 124, 125, 126, 128, 129, 130

Simulação 17, 32, 33, 72, 74, 75, 79, 80, 81, 83, 108, 149

Software 12, 17, 21, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 113, 114, 115, 116, 124, 125, 127, 128, 129, 140, 150, 166

T

Tecnologia da informação 124, 125, 166

Telecomunicações 32, 37, 38, 126, 143, 145

Teste 70, 74, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85, 119, 132, 143, 149, 150, 151

Treinamento 92, 101, 117, 118, 122

U

Usabilidade 70, 73, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85, 121, 127

W

Web 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31, 33, 39, 40, 41, 44, 45, 63, 86

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ernane Rosa Martins
(Organizador)


Ano 2021

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ernane Rosa Martins
(Organizador)


Ano 2021