

A network graphic background consisting of a complex web of interconnected nodes and lines, rendered in shades of teal and light blue against a dark blue gradient. The nodes are represented by small circles, and the lines are thin, creating a mesh-like structure that fills the entire page.

Sistemas de Informação e Aplicações Computacionais

Ernane Rosa Martins
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Sistemas de Informação e Aplicações Computacionais

Ernane Rosa Martins
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. 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 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^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. 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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^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. 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
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
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. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Sistemas de informação e aplicações computacionais

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Karine de Lima Wisniewski
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S622 Sistemas de informação e aplicações computacionais [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-317-0

DOI 10.22533/at.ed.170201808

1. Computação – Pesquisa – Brasil. I. Martins, Ernane Rosa.
CDD 004

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O termo Sistemas de Informação (SI), é utilizado para descrever sistemas que sejam automatizados. Este campo de estudo se preocupa com questões, tais como: o desenvolvimento, uso e implicações das tecnologias de informação e comunicação nas organizações. Os dados são os fatos de forma bruta das organizações, antes de terem sido organizados e arranjados de forma que as pessoas os entendam e possam usá-los. As informações, por sua vez, são os dados de forma significativa e útil para as pessoas.

Dentro deste contexto, esta obra aborda diversos assuntos relevantes para profissionais e estudantes das mais diversas áreas, tais como: um sistema para automatizar o processo de seleção de alunos, a investigação da visão computacional para classificar automaticamente a modalidade de uma imagem médica, o projeto extensionista “Clube de programação e robótica”, as estratégias do framework MeteorJS para a sincronização de dados entre os clientes e os servidores, a proposta de um modelo de predição capaz de identificar perfis de condução de motoristas utilizando aprendizado de máquina, a avaliação das estratégias, arquiteturas e metodologia aplicadas na Integração de aplicativos nos processos de gestão e organização da informação, o desenvolvimento de um jogo educativo, para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem na área de testes de software, um ensaio que apresenta um método baseado nos RF-CC-17, para elaborar um Mapeamento de Conformidade e Mobilização (MCM), a análise das estratégias do modelo pedagógico ML-SAI, o qual foi desenvolvido para orientar atividades de m-learning, fundamentado na Teoria da Sala de Aula Invertida (SAI), uma proposta de um método para o projeto, a fabricação e o teste de um veículo aéreo não tripulado de baixo custo, o uso de dois modelos neurais trabalhando em conjunto a fim de efetuar a tarefa de detecção de pedestres, rastreamento e contagem por meio de imagens digitais, um estudo sobre a segurança em redes sociais, um sistema de elicitação de requisitos orientado pela modelagem de processo de negócio, um Sistema de Informação Ambiental, desenvolvido para armazenar e permitir a consulta de dados históricos ambientais, o uso de técnicas para segurança em aplicações web, uma metodologia que possa aumentar a confiança dos dados na entrada e saída do dinheiro público com uma rede blockchain, a construção de um simulador do reator nuclear de pesquisa TRIGA IPR-R1.

Sendo assim, os trabalhos que compõe esta obra permitem aos seus leitores, analisar e discutir os diversos assuntos interessantes abordados. Por fim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos por suas contribuições, e aos leitores, desejamos uma excelente leitura com excelentes e novas reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DA SECRETARIA GERAL DE UNIVERSIDADES VISANDO A SUSTENTABILIDADE	
Beatriz da Mota Bonanno Daniela Vieira Cunha Fabio Kawaoka Takase	
DOI 10.22533/at.ed.1702018081	
CAPÍTULO 2	15
CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS EM MODALIDADES USANDO VISÃO COMPUTACIONAL	
Sara Conceição de Sousa Araújo Silva Glauco Vitor Pedrosa	
DOI 10.22533/at.ed.1702018082	
CAPÍTULO 3	26
CLUBE DE PROGRAMAÇÃO E ROBÓTICA: EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL NO INTERIOR DA AMAZÔNIA	
Ruan Carlos Tavares Reis Andrew Pedreiro Amorim Angel Pena Galvão Andrik Guimarães Ferreira Juarez Benedito da Silva Clayton André Maia dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.1702018083	
CAPÍTULO 4	36
ESTRATÉGIAS PARA SINCRONIZAÇÃO E PROTEÇÃO DE DADOS EM APLICAÇÕES WEB REAL-TIME UTILIZANDO METEORJS	
Renan Gomes Barreto Lucas Oliveira Costa Aversari	
DOI 10.22533/at.ed.1702018084	
CAPÍTULO 5	48
IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PERFIS DE MOTORISTAS USANDO APRENDIZADO DE MÁQUINA	
Ricardo Roberto Carlos da Silva Júnior Hilário Tomaz Alves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1702018085	
CAPÍTULO 6	60
INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS: ESTRATÉGIA, ARQUITETURA E METODOLOGIA	
Francisco Carlos Paletta	
DOI 10.22533/at.ed.1702018086	
CAPÍTULO 7	70
ISLANDTEST: JOGO EDUCATIVO PARA APOIAR O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE TESTES DE SOFTWARE	
Rafael Jesus de Queiroz Fabrício de Sousa Pinto Paulo Caetano da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1702018087	

CAPÍTULO 8 82

MÉTODO BASEADO NOS REFERENCIAIS DE FORMAÇÃO DA SBC PARA REESTRUTURAÇÃO DE DESCRITIVOS DE DISCIPLINAS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO EM CONFORMIDADE COM AS DCN DE 2016

Alcides Calsavara
Ana Paula Gonçalves Serra
Francisco de Assis Zampiroli
Leandro Silva Galvão de Carvalho
Miguel Jonathan
Ronaldo Celso Messias Correia

DOI 10.22533/at.ed.1702018088

CAPÍTULO 9 95

ML-SAI: UM MODELO PEDAGÓGICO PARA ATIVIDADES DE M-LEARNING QUE INTEGRA A ABORDAGEM DA SALA DE AULA INVERTIDA

Ernane Rosa Martins
Luís Manuel Borges Gouveia

DOI 10.22533/at.ed.1702018089

CAPÍTULO 10 107

MODELAGEM PARA ESTIMATIVA E PROJEÇÃO DE ESTOQUE DE CARBONO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DE TERRAS BAIXAS POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E LINGUAGEM R

Eric Bem dos Santos
Hernande Pereira da Silva
Jones Oliveira de Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.17020180810

CAPÍTULO 11 120

PROJETO, CONSTRUÇÃO DE UM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM BASE EM CO-PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE

Alex Ribeiro Souza
Mariana Cardoso
Junio Horniche
Patricia Boff
João Guilherme Bonilha Viana
Maurício Acconcia Dias

DOI 10.22533/at.ed.17020180811

CAPÍTULO 12 133

RASTREAMENTO E CONTAGEM DE PEDESTRE EM TEMPO REAL POR MEIO DE IMAGENS DIGITAIS

Alexssandro Ferreira Cordeiro
Cristhian Urunaga Ojeda
Pedro Luiz de Paula Filho
Gustavo Rafael Valiati

DOI 10.22533/at.ed.17020180812

CAPÍTULO 13 143

SEGURANÇA EM REDES SOCIAIS: UMA ABORDAGEM BASEADA NA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DA CIDADE E SANTARÉM

Clayton André Maia dos Santos
João Vitor Mota dos Santos
Yan Marcos Bentes dos Anjos
Angel Pena Galvão

Irley Monteiro Araújo
Juarez Benedito da Silva
Aloísio Costa Barros
Pablo Nunes de Oliveira
Brenda da Silva Nunes

DOI 10.22533/at.ed.17020180813

CAPÍTULO 14 151

SISREMO – SISTEMA DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS COM BASE NA TÉCNICA REMO

Carlos Ricardo Bandeira de Souza
Sérgio Roberto Costa Vieira

DOI 10.22533/at.ed.17020180814

CAPÍTULO 15 166

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL: VISUALIZAÇÃO DE DADOS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA APLICADO A MÚLTIPLOS PONTOS

Vania Elisabete Schneider
Odacir Deonísio Gracioli
Helena Graziottin Ribeiro
Adriano Gomes da Silva
Mayara Cechinatto
Taison Anderson Bortolin

DOI 10.22533/at.ed.17020180815

CAPÍTULO 16 172

TÉCNICAS PARA SEGURANÇA EM APLICAÇÕES WEB - BASEADO EM MESSAGE-DIGEST ALGORITHM

Daniel Rodrigues Ferraz Izario
Yuzo Iano
João Luiz Brancalhone Filho
Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario

DOI 10.22533/at.ed.17020180816

CAPÍTULO 17 183

UMA PROPOSTA INOVADORA UTILIZANDO BLOCKCHAIN PARA A GESTÃO FINANCEIRA EM OBRAS PÚBLICAS, TENDO COMO BASE O SISTEMA BRASILEIRO

Ricardo Silva Parente
Ítalo Rodrigo Soares Silva
Paulo Oliveira Siqueira Júnior
Jorge de Almeida Brito Júnior
Manoel Henrique Reis Nascimento
David Barbosa de Alencar
Jandecy Cabral Leite
Paulo Francisco da Silva Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.17020180817

CAPÍTULO 18 197

UTILIZAÇÃO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DA ÁREA NUCLEAR

Hudson Henrique da Silva
Samira Santos da Silva
Sincler Peixoto de Meireles

DOI 10.22533/at.ed.17020180818

SOBRE O ORGANIZADOR..... 207

ÍNDICE REMISSIVO 208

AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS DA SECRETARIA GERAL DE UNIVERSIDADES VISANDO A SUSTENTABILIDADE

Data de aceite: 06/08/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Beatriz da Mota Bonanno

Universidade Presbiteriana Mackenzie –
Faculdade de Computação e Informática

São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/2492366191133448>

Daniela Vieira Cunha

Universidade Presbiteriana Mackenzie –
Faculdade de Computação e Informática

São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/5986670740967978>

Fabio Kawaoka Takase

Universidade Presbiteriana Mackenzie -
Faculdade de Computação e Informática

São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/8920810338834038>

RESUMO: TI Verde é um conjunto de práticas adotadas para minimizar os prejuízos causados ao meio ambiente durante a produção e o uso da tecnologia. Hoje em dia, esse termo também é usado como sinônimo de sustentabilidade com o uso da tecnologia, ou seja, sustentabilidade digital. Assim, utilizando a tecnologia, é possível automatizar processos que consomem muito tempo e recursos naturais, visando uma sustentabilidade econômica, social e de recursos. Secretarias de universidades

tendem a possuir processos morosos e que exigem recursos humanos e naturais. Estes processos podem ser automatizados gerando assim economia de recursos humanos, que podem ser alocados para outras atividades e, recursos naturais, como economia de papel. Este trabalho apresenta um sistema para automatizar o processo de seleção manual de alunos formandos da universidade. O sistema foi construído de forma modular e utilizando ontologias para modelagem, componentização para o seu desenvolvimento e workflows para integração entre as diferentes partes que o compõem.

PALAVRAS-CHAVE: TI Verde. Automação. Ontologia. Modularização. Workflow.

SUSTAINABILITY THROUGH AUTOMATION OF UNIVERSITIES' SECRETARIAT'S PROCESSES

ABSTRACT: The concept of green IT targets the necessity to turn society into a more sustainable organism through the use of technology, thus the automatization of time and natural consuming resources, can help reach economic, social e resources sustainability. Secretariat of universities have an tendency on establishing

lengthy and resources consuming processes. These can be automatized. This work presents a system for automation of the sorting of possible graduate students of universities. This system was built in a modular way, using ontologies for its modeling, components for its development and workflows for the integration between the different parts that it is composed of.

KEYWORDS: Green IT. Automation. Ontology. Modularization. Workflow.

1 | INTRODUÇÃO

Estima-se que haverá um crescimento de 2% na indústria de papel da América Latina entre os anos 2015 e 2030. Dentro deste mercado em constante crescimento, o Brasil é considerado o principal responsável pela produção de papel na América Latina, sendo em 2015 responsável pela produção de 10,35 milhões de toneladas de papel (SILVA; BUENO; NEVES, 2016).

O Brasil, além de ser um grande produtor, também é considerado um grande consumidor deste material. A média anual de consumo de papel de um brasileiro é de quarenta e quatro quilos. Dentro desta média, o consumo de papéis para escrever e imprimir pode chegar a ser de vinte e quatro por cento (SILVA; BUENO; NEVES, 2016).

Para fazer uma tonelada de papel, é preciso derrubar doze árvores e utilizar quinhentos e quarenta mil litros de água. Somados a esses gastos, também há o consumo de energia e produtos químicos para este tipo de produção.

O desenfreado crescimento da população mundial, assim como o padrão de consumo de recursos naturais, está tornando a manutenção dos hábitos atuais inviáveis. Para que o mundo se torne mais sustentável e, ao mesmo tempo, o desempenho de tarefas realizadas não seja prejudicado, a inovação e a conscientização sobre alguns hábitos, processos e convenções, praticados pela humanidade, necessita mudar. O consumo de papel de papel está incluso nestes hábitos, convenções e processos que precisam mudar. Para que este diminua, há a possibilidade de apoiar projetos na Tecnologia da Informação (TI) e novos sistemas para que as trocas de informação e conhecimento possam ser feitas, em sua grande maioria, de forma digital.

A evolução tecnológica traz consigo um grande leque de possibilidades para aprimorar processos morosos e custosos. Novas tecnologias podem ser utilizadas para transformar processos obsoletos e consumidores de papel em processos sustentáveis economicamente, ecologicamente e socialmente. A sustentabilidade, que é tão discutida na sociedade hoje em dia, está sendo catalisada pela área de TI (CAVALCANTE; ARAUJO; MENEZES, 2012). A preocupação com a sustentabilidade na área de TI é denominada “TI Verde” e pode ser separada em três grandes áreas de atuação: hardware, software e desenvolvimento de sistemas de Gestão Eletrônica de Documentos (GED) (CAVALCANTE; ARAUJO; MENEZES, 2012).

Processos de secretarias de universidades tendem a consumir bastante papel devido à grande quantidade de alunos e ex-alunos. Além do enorme número de alunos, há também informação pessoal, financeira e acadêmica de cada um deles, tornando imensurável o consumo de papel e recursos para gerenciamento de informações necessárias para o funcionamento orgânico da burocracia acadêmica.

Durante períodos de final de ano, ou semestre, dependendo da periodicidade dos cursos oferecidos pela universidade, há a necessidade de realizar o levantamento de alunos formandos, processo que é realizado de forma manual e utilizando muito papel. Um único processo de levantamento de dado que consome muito recurso humano bem como recurso natural (papel e energia elétrica). Além do trabalho da secretaria geral, também há a tarefa dos coordenadores responsáveis por horas de atividades extra curriculares e horas de estágio obrigatório, se o regime do curso exigir, de checar aluno por aluno da lista de possíveis formandos o cumprimento ou não daquela exigência para a colação de grau. Com a automação desse processo, coordenadores de curso e funcionários da secretaria poderão dedicar tempo e esforço a outras atividades, possibilitando assim, o aumento da produtividade.

Durante este trabalho, foi apontada a necessidade de começar a estudar possibilidades de automação de processos morosos e grandes consumidores de recursos. A automação foi feita por meio de um sistema que possibilita a diminuição, ou até mesmo a erradicação, da intervenção humana no decorrer do andamento do processo.

2 | CONCEITOS BÁSICOS

A morosidade e o consumismo do processo exposto anteriormente podem ser sanados com a construção de um sistema que será responsável pela automação de toda ação. Para o desenvolvimento deste, foi utilizado o conceito de blocos construtivos para a modularização, workflow para a integração entre estes diferentes módulos e ontologias para a modelagem de atributos e regras necessárias para seleção de alunos formandos. Este capítulo é dissecado em: definição dos termos recém mencionados (Ontologia, Workflow e Blocos Construtivos) e a ideação do sistema incluindo a forma como foi desenvolvido a partir dos conceitos mencionados.

2.1 Modelagem de Processos

Um processo de negócios é um conjunto de uma ou mais atividades executadas em uma ordem predefinida e que, coletivamente realizam um objetivo de negócios, dentro do contexto de uma organização. O processo define papéis funcionais e/ou relacionamentos. O processo pode estar totalmente contido em uma organização ou pode envolver diversas organizações (CHINOSI & TROMBETTA, 2012).

A modelagem de processos de negócios é uma atividade que procura representar os processos de uma organização de tal forma que os processos atuais (*as-is*) possam ser analisados e melhorados (*to-be*). Este é um passo necessário para que processos e workflows possam ser automatizados.

A modelagem de processos de negócio implica na utilização de uma linguagem de modelagem para descrever os processos de interesse. A linguagem de modelagem deve ser suficientemente formal, expressiva e fácil de entender, de preferência visual de tal forma que o modelo possa ser facilmente validado com interessados e cuja construção impeça deadlocks e loops infinitos. Se o modelo construído tiver informação suficiente para validação através de simulações e for possível evoluí-lo para um modelo executável indica que toda informação necessária para definição de processos de negócio e de workflows. Neste trabalho o BPMN (*Business Process Model and Notation*) (OMG, 2011) será utilizado para modelar o atual processo de seleção dos prováveis alunos formandos.

A partir de um modelo de processo de negócio bem construído e validado possuímos toda informação necessária para especificar workflows para execução em *engines* de execução de workflows.

2.2 Ontologia: Domínio e Processos

De acordo com HOFFERER (2007), uma ontologia simplesmente descreve uma realidade. Ela pode ser classificada como um modelo categorizado de um determinado domínio de conhecimento. Esta categorização é feita em palavras e pequenas construções linguísticas (sujeito + verbo + predicado). Com estas construções a disposição, o modelo ganha um sentido específico, uma realidade. Este modelo específico disponibiliza a construção de um vocabulário comum sobre um assunto específico que mais tarde será transformado em conhecimento (NOY; MCGUINNESS, 2011).

A ontologia é uma especificação formal e explícita de um certo conhecimento. A categorização deve ser feita de forma genérica e há a possibilidade de sua informação ser compartilhada entre pessoas e aplicações, sistemas. O uso de ontologia está se tornando cada vez mais comum durante a modelagem de sistemas pois, levando em consideração a arquitetura de um sistema, a troca de dados e informação ocorre em nível de modelo e não em nível de implementação (HESSE, 2005). Para que a troca não seja de informação apenas, mas sim de conhecimento, o uso de ontologia neste nível se torna necessário.

Outra vantagem de usar ontologia, além de garantir a interoperabilidade e troca de conhecimento entre diferentes sistemas e pessoas, é o reuso. Quando a construção da proposta de um sistema é inicializada, se este sistema irá armazenar informações, há sempre um projeto de banco de dados e modelagem. Mesmo havendo igualdade entre os milhares projetos de banco de dados, as empresas e os desenvolvedores sempre acabam projetando o mesmo modelo e implementando a mesma regra de negócio (HESSE, 2005).

Ao pensar no contexto de ontologias, a esfera de conhecimento compartilhado se torna o contexto, permitindo os arquitetos de sistema reutilizar ontologias já publicadas. A ontologia é construída, primeiramente, utilizando metainformação sobre o domínio do conhecimento a ser modelado, ou seja, os conceitos desse domínio. Após essa modelagem, a ontologia é populada com informações condizentes com o domínio que representa. Por exemplo, neste sistema há a metainformação “Aluno” e a informação “Beatriz”, por exemplo.

2.3 Blocos Construtivos

Blocos construtivos foram pensados dentro do TOGAF (*The Open Group Architecture Framework*) (VAN HAREN, 2011), visando um desenvolvimento modular, agnóstico e com baixo acoplamento ao domínio da aplicação. A principal ideia de blocos construtivos é o reuso e o reaproveitamento do código as-is sem nenhuma alteração.

Um bloco deve ser desenvolvido visando uma alta coesão, ou seja, ele deve realizar apenas uma tarefa, tornando sua manutenção e sua adição a um sistema menos penosas (SOUZA; TAKASE; COSTA; AGUCHIKU, 2016).

3 | METODOLOGIA

3.1 Definição dos processos

Entrevistas com diferentes stakeholders presentes no universo universitário foram realizadas, como alunos, professores e coordenadores de diferentes cursos. Falhas foram apontadas em diversos processos, como a requisição de dupla titulação, quando oferecida; processos de aprovação de grade horária de alunos intercambistas assim como a equiparação de matérias realizadas durante o período com a grade oferecida pela universidade no Brasil; processo de seleção de possíveis alunos formandos no início do semestre e alunos formandos no final do semestre. O processo de levantamento de possíveis alunos formandos foi escolhido para ser automatizado.

Para um aluno ser considerado formando, há a necessidade de verificar três demandas principais: total de créditos obrigatórios cumpridos em comparação com o total de créditos obrigatórios exigidos; total de horas de atividades extracurriculares cumpridas e total de horas de estágio obrigatório. Além disso, há a necessidade de verificar pendências financeiras, se fizerem parte do negócio da universidade, algum impedimento de outras entidades que compõem a universidade, como a biblioteca ou até mesmo se há impedimentos éticos perante o comportamento do aluno.

O processo considerado para automação neste trabalho foi construído levando dando importância a somente os três componentes considerados principais, acima citados. O fluxo desse processo acata a participação da secretaria, encarregada por verificar se

o aluno cumpriu as três obrigatoriamente, assim como a atuação de coordenadores de curso para inserir informações tanto de horas extra curriculares como horas de estágio. Além desses dois stakeholders, também há a participação dos alunos para submissão de certificados e comprovantes de horas.

Devido ao grande número de interações e de participações, esse processo tende a ser moroso e consumir muitos recursos como papel e hora de trabalho que poderia ser utilizada para outros intuitos caso esse processo estivesse automatizado.

3.2 Construção da ontologia

O desenvolvimento de um sistema é um processo propenso a erros, o que resulta em grande esforço para padronizar as estruturas de dados e as informações a serem distribuídas por todo o sistema por meio de componentes diferentes (SOUZA; TAKASE; COSTA; AGUCHIKU, 2016). As etapas de integração e interoperabilidade consomem tempo e exigem muita atenção e esforço no que tange o acerto de detalhes e de interfaces.

O uso de ontologias para descrição do domínio da aplicação estabelece uma linha base para a construção da solução reduzindo o tempo de definição das integrações e das interfaces, com a garantia de que qualquer mensagem trocada entre sistemas e subsistemas serão semanticamente consistentes com o domínio da solução.

Para a modelagem, uma ontologia que representa o contexto do sistema que cria uma lista de alunos formandos, baseada em regras, foi feita utilizando a plataforma Protégé (PROTÉGÉ, 2019). Este contexto envolve entidades como a Universidade, Faculdades que àquela pertencem e seus respectivos alunos.

3.3 Definição da arquitetura

Utilizando o conceito de blocos construtivos, o sistema proposto faz uso de vários servidores com baixo acoplamento e alta coesão de funções. De acordo com SOUZA et al, 2016, o desenvolvimento componentizado de um sistema é vantajoso do ponto de vista de reuso de código, de manutenção e de disponibilização de função de cada um. Estes blocos são apresentados ao longo do artigo conforme houver necessidade.

Uma arquitetura modular e escalável de acordo com o que é apregoado para os blocos construtivos do TOGAF foi definida para a implementação, como mostra a figura 1. A implementação de uma arquitetura modular permite sua implantação na nuvem, fazendo uso de microserviços e orquestração.

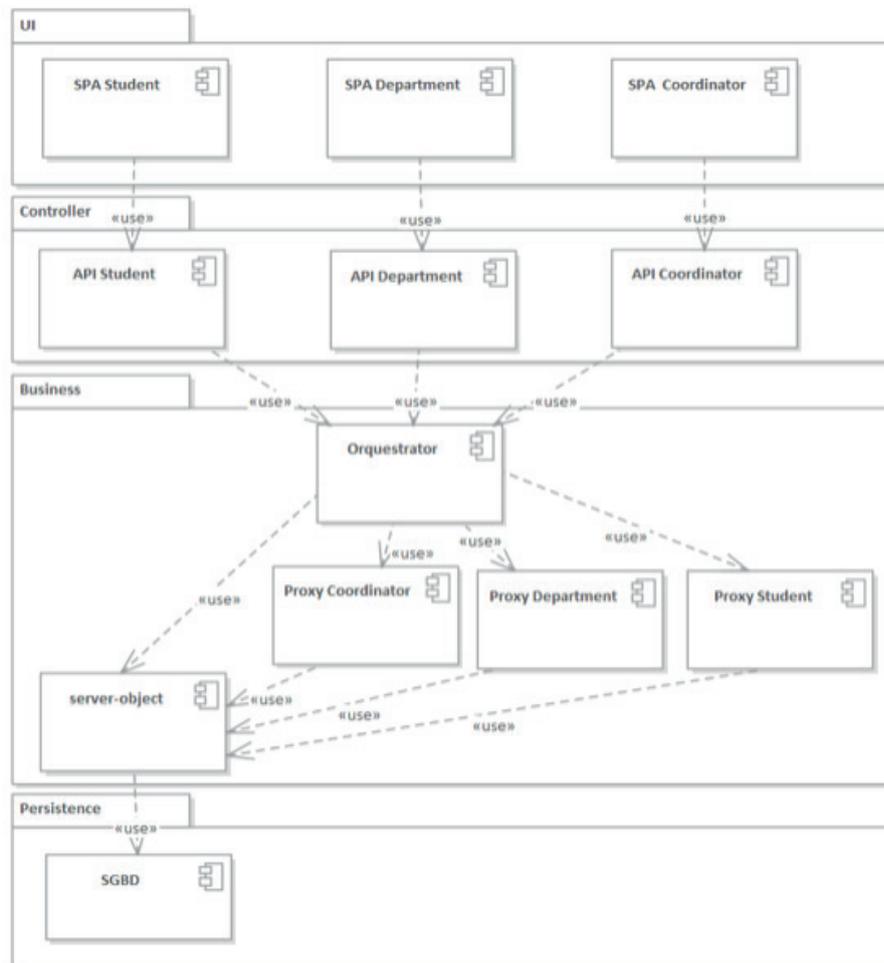


Figura 1 - Arquitetura em camadas projetada.

3.4 Implementação

Após a garantia de interoperabilidade na fase de modelagem do sistema por meio de ontologia, três servidores com seus respectivos contextos bem definidos foram desenvolvidos: um servidor para atender as necessidades de uma secretaria geral; um segundo para atender as necessidades dos coordenadores; e um terceiro para atender as necessidades dos alunos no que tange à consulta da situação curricular e itens pendentes para a colação de grau.

Além da parte servidora, foi desenvolvida uma interface básica para facilitar o manuseio das informações pelos diversos usuários do sistema.

Anterior a fase de construção dos servidores, foi a definição de uma representação de dados genérica apresentada na Figura 2. Neste modelo há quatro entidades: *ObjectType*, *Object*, *Predicate* e *PredicateType*.

ObjectType que é encarregado por representar metainformação de um *Object*.

A entidade *Object* representa informação sobre os objetos do contexto (definidos por *ObjectType*). Ao comparar com uma ontologia, *ObjectType* é a entidade e *Object* é a instância desta entidade.

Além destas duas entidades, há as entidades que possibilitam associações entre os *Objects*. *Predicate* representa informação sobre as associações entre as instâncias, e *PredicateType* é responsável por representar a metainformação das associações (o verbo que irá associar duas instâncias), criando assim uma associação semântica.

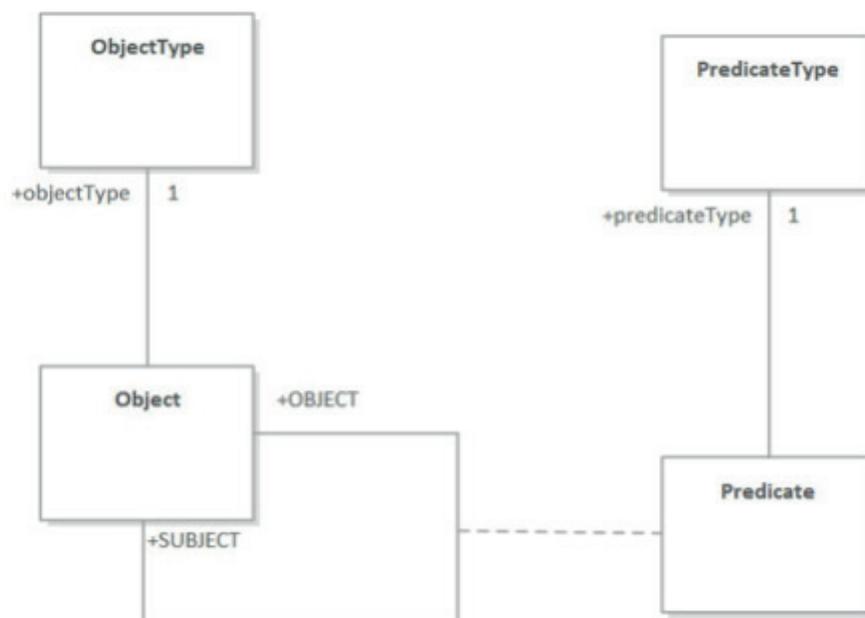


Figura 2. Representação de dados. (Fonte: Autor)

Para possibilitar a manipulação de informações segundo a representação de dados proposta na Figura 2, foi implementado um micro serviço fazendo uso do framework Dropwizard (DROPWIZARD, 2018) que recebe chamadas por meio do HTTP. Esse servidor fica responsável por manipular as informações do banco de dados. A interface da API (*Application Programming Interface*) deste servidor está presente na Figura 3 de forma mais geral, mostrando apenas os quatro recursos principais.

Para as interfaces a seguir, foi utilizado o Swagger, uma API que possibilita a documentação dos recursos disponíveis no servidor.



Figura 3. Interface do Swagger geral (Fonte: Autor).

Após o desenvolvimento deste servidor, um projeto para receber informações advindas de uma ontologia foi criado para manipular metainformação registrada na estrutura de dados apresentada na Figura 2. Além da automação da criação de entidades, há a possibilidade de criar os arquivos de workflow capazes de gerenciar informações específicas de cada entidade. Estes arquivos possibilitam a manipulação e gerenciamento de chamadas do orquestrador. O orquestrador é um engine de execução de workflows. Neste trabalho foi utilizado o Conductor um engine de execução de workflows implementado pela empresa Netflix para gerenciar as diferentes chamadas para diversos workflows cadastrados em seu sistema (CONDUCTOR, 2019). O engine de workflows neste trabalho funciona como um orquestrador dos micro serviços implementados entregando funcionalidades mais complexas a partir da chamada de micro serviços simples, recebendo uma chamada usando o protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) e selecionando o fluxo correto para que a ação seja executada.

A vantagem de utilizar um orquestrador é agilizar a integração entre diferentes componentes de um sistema, pois ele se responsabiliza pela comunicação entres aqueles. Com o orquestrador disponível, a preocupação de integração entre diferentes pontos se torna obsoleta e os desenvolvedores passam a se preocupar com o desenvolvimento de, apenas, chamadas HTTPs ao orquestrador.

4 | RESULTADOS

O processo de negócio de interesse foi modelado utilizando BPMN como apresentado na figura 4.

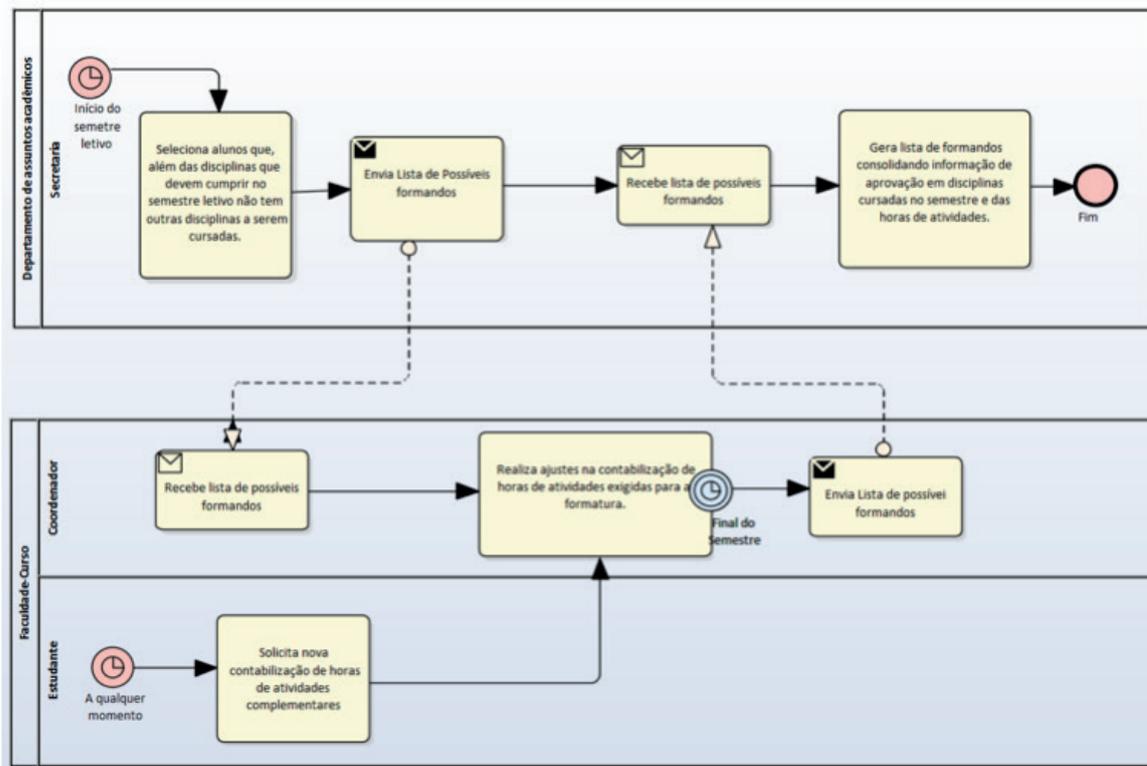


Figura 4. Processo de interesse modelado (Fonte: Autor).

O uso de ontologia facilita a remodelagem do contexto e , juntamente com os componentes genéricos aqui descritos, retira a morosidade da redefinição de um banco de dados assim como a manutenção de DAOs (*Data Access Object*).

Na figura 5 é apresentada a ontologia modelada para este escopo fechado aqui apresentado e que foi usada para montar a base do sistema por meio do processo apresentado anteriormente. Esta ontologia foi modelada utilizando a ferramenta Protégé (PROTÉGÉ, 2019).

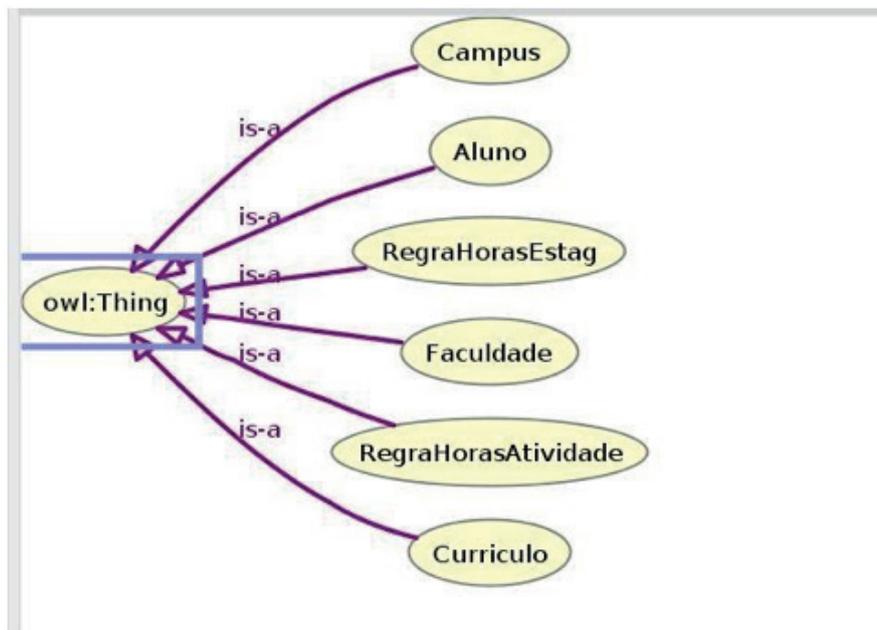


Figura 5. Ontologia definida para o escopo do sistema (Fonte: Autor).

Para o sistema como um todo, foram desenvolvidos três componentes específicos:

- *API-student* que fica responsável por receber informações do server-object sobre a situação curricular de um aluno e mostrar na interface gráfica. Estas variações mudam de acordo com as regras modeladas na ontologia entre disciplinas obrigatórias, horas de atividades extra curriculares ou até mesmo horas de estágio obrigatório;
- *API-coord* fica responsável por manipular informações sensíveis aos coordenadores de curso, como adição de horas de estágio obrigatório para algum aluno;
- *API-department* recebe um arquivo com informações atualizadas sobre os alunos e, quando comandado, gera uma lista de prováveis formandos. Também é capaz de gerar uma lista de formandos a partir das informações de matérias cursadas juntamente com as informações fornecidas pelos coordenadores.

Estes três componentes, juntamente com a arquitetura base descrita no tópico anterior, são suficientes para a execução de forma rápida de uma tarefa que antes era morosa e necessitava muitos recursos, tanto materiais como humanos.

Na Figura 6 é possível visualizar a o diagrama de implantação completa do sistema, juntamente com os componentes específicos do domínio, juntamente com a estrutura para alimentar o sistema com o modelo utilizando ontologia.

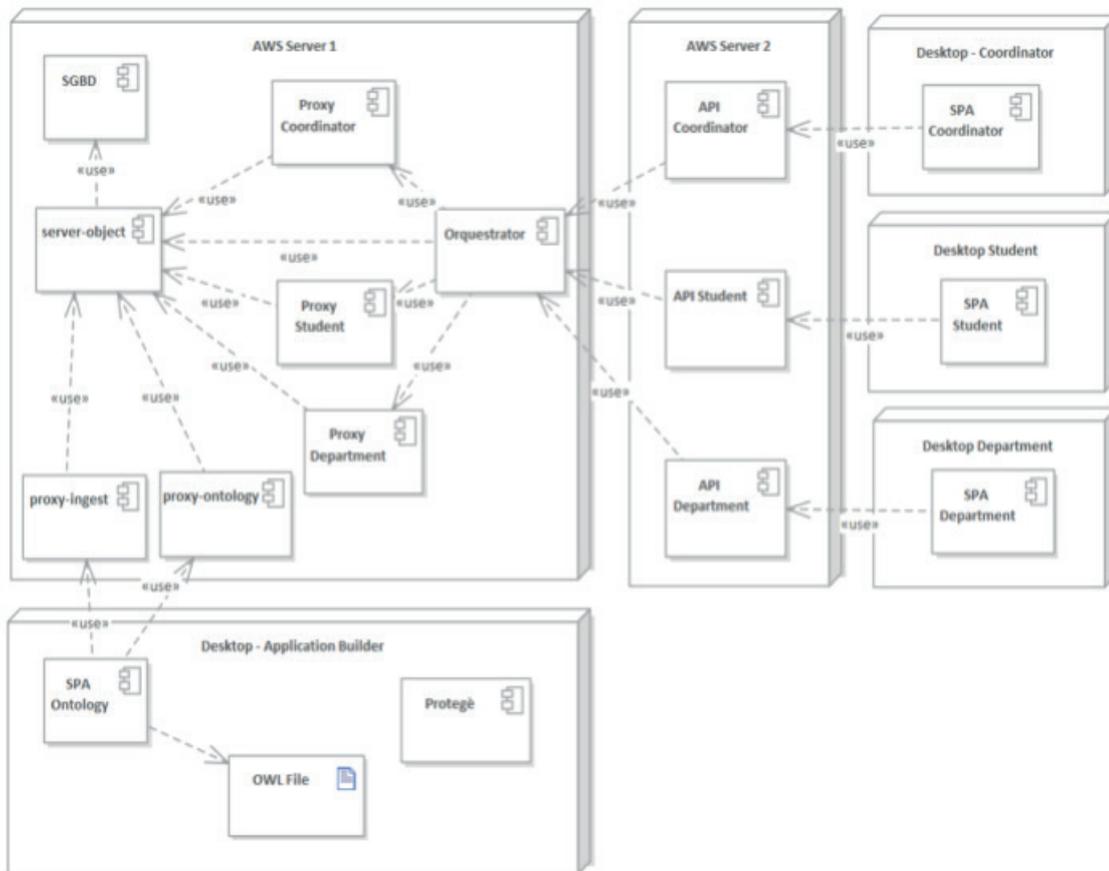


Figura 6 - Implantação com a estrutura para criação da aplicação a partir de uma ontologia definida no Protégé.

O desenvolvimento de componentes específicos para o contexto aqui apresentado serviu para alimentar as interfaces a seguir. Na figura 7 temos a interface do aluno.

Situação Curricular

Beatriz da Mota Bonanno	12345678	É formando? Sim
Carga Horária Cumprindo: 0%		
Carga horária a cumprir: 0%		
Carga horária cumprida: 100%		
Estágio	Horas de Atividade	
800 horas cumpridas	Horas Pesquisa: 270 Horas Extensão: 150 Horas Ensino: 80	
Recontagem	Recontagem	

Figura 7. Tela de apresentação das informações curriculares do aluno (Fonte: Autor).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o sistema funcionando e a lista de formandos podendo ser gerada de forma automática, assim como a atualização de componentes curriculares, como estágio e atividades complementares, há uma redução no uso de papel assim como de longas horas de colaboradores das universidades. A automação deste processo também permite uma gestão mais sustentável dos colaboradores, o que é uma das premissas da TI Verde, assim como a redução no uso de recursos naturais.

Além da automação trazer benefícios de sustentabilidade, o ambiente no qual este sistema foi testado também traz vantagens. Foi utilizado a AWS (*Amazon Web Services*) para “levantar” os servidores assim como a disponibilização da interface web. O escopo desenvolvido neste trabalho exigiu uma máquina t2.micro da AWS, que gera um gasto mensal de, no máximo, cinquenta dólares, trazendo, também, uma sustentabilidade econômica.

A definição deste sistema pode ser aplicada a qualquer universidade, visto a modularidade de seus componentes assim como as regras para formação de listas de formandos, aquelas advém de regras modeladas por meio de ontologia. O sistema foi construído de forma modular e utilizando ontologias para modelagem, componentização para o seu desenvolvimento e workflows para integração entre as diferentes partes que o compõem. Ele pode abranger qualquer universidade visto sua modularização, basta modelar as regras de acordo com o regulamento interno. Também há a possibilidade de incrementar este sistema como, por exemplo, a extensão da submissão de arquivos para possibilitar uma virtualização de contratos de estágio, reduzindo assim uma quantidade imensurável de papel e, em paralelo, agilizar o processo de permissão para estagiar assim como a contagem de horas de estágio para o aluno. A adição deste módulo pode ser feita sem afetar a estrutura modular, podendo expandir o sistema em questão de componentes e, também, em regras de negócio.

REFERÊNCIAS

ASLAM, et al. **Expressing Business Models as OWL-S Ontologies**. 2006.

CAVALCANTE, V. M. R. M.; ARAUJO, B. D. L e MENEZES J. W. M. **TI Verde: Estudo de Caso e Propostas Práticas Sustentáveis no IFCE**. Presidente Prudente: ETIC, 2012.

CHINOSI, M., TROMBETTA, A. **BPMN: an introduction to the standard**. *Computer Standards & Interfaces*, 34 (1) (2012), pp. 124-134.

CONDUCTOR. **Introduction - Conductor**. 2019. Disponível em <<https://netflix.github.io/conductor/>>. Acesso em: 02 de abril de 2019.

DROPWIZARD. **Home | Dropwizard**. 2019. Disponível em: <<https://www.dropwizard.io/1.3.9/docs>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

HATAE, Ricardo Takazu. **A Utilização de BPM e SOA Para o Gerenciamento de Negócios das Empresas**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. 2016.

HESSE, W. **Ontologies in the Software Engineering Process**. 13. 2nd GI-Workshop on Enterprise Application Integration (EAI-05), 2005.

HOFFERER, Peter. **Achieving Business Process Model Interoperability Using Metamodels and Ontologies**. ECIS 2007 Proceedings. 174, 2007.

JABLONSKI, S; BUSSLER, C. **Workflow Management: Modeling Concepts, Architecture and Implementation**: 1 ed. Londres: International Thomson Computer Press, 1996.

LUNARDI, G; Alves, A; Salles, A. **Desenvolvimento de Uma Escala para avaliar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas organizações**. R.Adm., São Paulo, v.49, n.3, p.591-605, jul./ago./set. 2014.

NOY, F.O. and MCGUINNESS, D.L.. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>. Acesso em: 20/03/2018.

NUNES, A.C.P et ALL. **A TI Verde na Sociedade Atual**. Porto Alegre - RS. 2011.

OMG. **Business process model and notation (BPMN 2.0)**, formal/2011-01-03, OMG <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0> (2011).

OWL API. **OWL API by owlcs**. 2019. Disponível em <<http://owlcs.github.io/owlapi/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

PROTÉGÉ. **protégé**. Disponível em <<https://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SILVA, C; BUENO J; NEVES, M. **A indústria de celulose no Brasil**. Fornecedores & Fabricantes. Celulose e papel 2015/2016, pp 20 - 32. 2016.

SOUZA, E.C. ET al. **Toward Systematic Software Reuse: From Concept to Modular Software Implementation**. Em: Transdisciplinary Engineering: Crossing Boundaries. 2016.

VAN HAREN. **TOGAF Version 9.1** (10th. ed.). Van Haren Publishing. 2011.

VAN RUIJVEN, Leo. **Ontology and Model Based Systems Engineering**. Procedia Computer Science. 8. pp 88-101. 2011.

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS EM MODALIDADES USANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Data de aceite: 06/08/2020

Sara Conceição de Sousa Araújo Silva

Universidade de Brasília (UnB), Faculdade do
Gama (FGA)
Brasília, DF

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4190069145498530>

Glauco Vitor Pedrosa

Universidade de Brasília (UnB), Faculdade do
Gama (FGA)
Brasília, DF

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9976045320641172>

RESUMO: A modalidade de uma imagem médica refere-se ao procedimento utilizado para sua geração, por exemplo: raio-X, tomografia computadorizada, angiografia, ressonância magnética etc. Geralmente, a modalidade de uma imagem médica pode ser extraída de legendas associadas às imagens, porém, em muitos casos pode acontecer dessa legenda estar ausente ou não estar anotada corretamente. Isso prejudica o especialista médico na busca por informações. Este trabalho se propõe a investigar a visão computacional para classificar automaticamente a modalidade de uma determinada imagem médica a partir de seu conteúdo visual. Para isso, foi realizada

uma extensa avaliação experimental usando três descritores de características tradicionais da literatura combinados com cinco diferentes classificadores supervisionados da área de aprendizado de máquinas. Os experimentos foram realizados usando a base de dados do ImageCLEF 2013, que é composta por 5042 imagens médicas divididas em nove modalidades. Os resultados encontrados mostram que a combinação do descritor Local Binary Patterns e o classificador Random Forest obtiveram o melhor desempenho com uma acurácia de 85,92%, isso mostra o potencial da visão computacional como uma ferramenta importante para automatização de tarefas na área médica.

PALAVRAS-CHAVE: Visão Computacional; Aprendizado de Máquinas; Imagens Médicas; Classificação de Imagens Médicas.

MODALITY CLASSIFICATION OF MEDICAL IMAGES USING COMPUTER VISION

ABSTRACT: The modality of a medical image refers to the procedure used for its generation, for example: X-ray, computed tomography, angiography, magnetic resonance, etc. Generally, the modality of a medical image can be extracted from captions associated with the

images, however, in many cases it may happen that this caption is missing or not correctly noted. This harms the medical specialist in the search for information. This work aims to investigate the use of automatic methods based on computer vision to automatically classify the modality of a determined medical image from its visual content. For this, an extensive experimental evaluation was carried out using descriptors of classic characteristics of the literature combined with different classifiers from the machine learning area. The experiments were carried out using the ImageCLEF 2013 database, which is composed of 5042 medical images divided into nine modalities. The results found show that the combination of the descriptor Local Binary Patterns and the classifier Random Forest obtained the best performance with an accuracy of 85.92%, this shows the potential of computer vision as an important tool for automation of tasks in the medical field.

KEYWORDS: Computer Vision; Machine Learning; Medical Images; Classification of Medical Images.

1 | INTRODUÇÃO

Hospitais e centros médicos geram milhares de exames por imagem a cada minuto. Na maioria dos casos, os médicos precisam pesquisar uma grande quantidade de dados para encontrar informações relevantes para auxiliá-los no diagnóstico clínico. Essa é uma tarefa que consome muito tempo e, portanto, analisar uma enorme quantidade de dados e extrair as informações necessárias é atualmente um verdadeiro desafio da área médica.

O principal obstáculo na busca por informações na área médica é que a maioria das ferramentas automatizadas de pesquisa é baseada em conteúdo textual. Assim, caso o usuário queira encontrar informações visuais, é necessário que a imagem médica esteja vinculada à uma descrição textual sobre seu conteúdo. Às vezes, essa descrição textual pode não estar disponível juntamente com a imagem ou, em muitos casos, as anotações podem enfrentar discrepância de percepção subjetiva, ou seja, dois especialistas podem ter interpretações diferentes para a mesma imagem. Por isso, existe uma necessidade crescente na área médica de sistemas automáticos para indexar, comparar e analisar repositórios médicos multimodais.

Um dos aspectos na busca por imagens médicas é prever sua modalidade. A modalidade de uma imagem médica se refere ao procedimento utilizado para sua geração, por exemplo: raio-X, tomografia computadorizada, angiografia, ressonância magnética etc. Essa informação pode ser utilizada como um filtro para reduzir o conjunto de busca, aumentando a eficiência da ferramenta na recuperação de informação. Geralmente, a modalidade de uma imagem médica pode ser extraída de legendas acopladas às imagens, no entanto, às vezes, esta legenda está ausente ou não está anotada corretamente. Por isso, desenvolver sistemas capazes de classificar uma imagem médica é um importante recurso para otimizar a busca por informações visuais pelo profissional especialista da

área.

Para desenvolver um sistema capaz de realizar a classificação automática de imagens a partir de seu conteúdo visual, primeiramente é necessário aplicar um extrator de características (descritor) sobre os pixels da imagem a fim de gerar um vetor-de-características. Esse vetor é, então, utilizado pelas técnicas de classificação da área de aprendizado de máquinas para realizar o treinamento e predição de novos casos.

Neste trabalho é apresentada uma avaliação experimental comparando diferentes descritores de características de imagens e diferentes técnicas de classificação supervisionada. A proposta é analisar qual a combinação (extrator+classificador) com a melhor acurácia na tarefa de classificação de modalidade em imagens médicas.

O texto deste trabalho está dividido da seguinte maneira: na seção 2 serão apresentados brevemente as técnicas que foram utilizadas nas avaliações experimentais, bem como a base de dados utilizada; na seção 3 são apresentados os resultados dos experimentos realizados e, por fim, na seção 4 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2 | METODOLOGIA

A Figura 1 ilustra a metodologia que será abordada neste trabalho para desenvolver um sistema classificador de imagens: primeiro passo é necessário extrair as características visuais da imagem médica. Essa extração irá gerar um vetor-de-características que, por sua vez, será utilizado para o treinamento de alguma técnica de classificação supervisionada.



Figura 1. Metodologia para classificação de imagens

A seguir são detalhados os descritores e os classificadores utilizados nos experimentos deste trabalho, bem como a base de imagens usada para treinamento/teste.

2.1 EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE IMAGENS

O conteúdo visual de uma imagem pode ser descrito através de suas propriedades visuais intrínsecas, como: cor, forma e textura. Essas características descrevem uma imagem e são agrupadas em um único vetor de características. Portanto, um descritor de uma imagem é uma representação que a simplifica extraíndo informações úteis para identificação de objetos que estejam nela e/ou para sua classificação.

A seguir, uma breve explicação sobre os 3 descritores de cor, forma e textura, entre os mais utilizados na literatura e que foram selecionados para este trabalho.

2.1.1 HISTOGRAMAS DE COR

Histograma de uma imagem é uma estrutura que a descreve com informações obtidas, geralmente, a partir de valores de intensidade das cores dos pixels que, utilizando um espaço de cores RGB (red, green, blue), podem estar entre 0 e 255 (considerando uma imagem de 8 bits). Uma imagem em escala-de-cinza possui apenas um canal de cor, e por isso é obtido um único histograma. Já para uma colorida, usando o sistema RGB, por possuir 3 canais de cores, são obtidos 3 histogramas.

Para os experimentos deste trabalho foram obtidos histogramas das imagens em escala de cinza, então, para cada imagem foi calculado apenas 1 histograma com 256 posições.

2.1.2 HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS – HOG

As bordas e cantos de um objeto dizem muito sobre a forma e aparência dele e a magnitude dos gradientes em torno dessas regiões são importantes características para descrever formas. O Histograma de Gradientes Orientados (Histogram of Oriented Gradients, em inglês) é um descritor que usa a distribuição das orientações de gradientes para detectar e descrever características de formas do conteúdo visual de uma imagem.

Para computar o descritor HOG, primeiramente a imagem é dividida em regiões pequenas chamadas de células que ficam dentro de regiões maiores chamadas de blocos. Em cada bloco é feito um acúmulo de histogramas de orientações de suas células, esse acúmulo é utilizado para normalizar as células naquele bloco. Então, sobre os histogramas gerados é recolhida uma janela de detecção que é o histograma de gradientes orientados (DALAL; TRIGGS, 2005).

Neste trabalho, os HOGs foram obtidos com células de tamanho 8x8, blocos de tamanho 16x16 e janela de detecção de tamanho 64x64, resultando em um vetor de 1764 posições para cada imagem.

2.1.3 LOCAL BINARY PATTERNS – LBP

As texturas de uma imagem também são características muito úteis para descrevê-la e essas informações podem ser extraídas através dos Padrões Binários Locais (Local Binary Patterns, em inglês), que é um método popular na literatura para descrição de texturas.

O descritor LBP é obtido da imagem em escala de cinza de forma que o valor de

cada pixel é usado como limiar para uma vizinhança definida. Se o vizinho tiver valor maior ou igual ao pixel central, então o bit correspondente será 1 mas se for menor, será 0 e assim é formado o padrão binário local daquele pixel. Posteriormente, esse padrão binário é convertido para um número decimal e, então, um histograma é computado a partir desses valores decimais obtidos para cada pixel na imagem.

Neste trabalho o LBP foi extraído considerando, para cada pixel, 24 vizinhos em uma vizinhança circular de raio 8. Depois de normalizadas as máscaras LBP, cada imagem resultou em um vetor de tamanho 26.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE DADOS

A fim de determinar qual o melhor descritor entre os usados é preciso comparar a eficiência deles na classificação das imagens em diferentes modalidades médicas. Para isso os 3 descritores das imagens foram submetidos a 5 algoritmos de classificação, que estão brevemente explicados com os métodos e parâmetros utilizados abaixo.

2.2.1 SUPPORT VECTOR MACHINE – SVM

Uma Máquina de Vetores de Suporte (Support Vector Machine, em inglês) tem o objetivo de determinar limiares que resultem em uma separação ótima entre classes com minimização de erros. A partir de um conjunto de exemplos de treinamento, cada exemplo pertencendo a uma classe, a SVM constrói um modelo que encontra uma linha de separação entre as classes e atribui novos exemplos a uma das classes (HSU et al., 2016).

Para a classificação das imagens médicas foi utilizada a implementação do algoritmo de otimização mínima de John Platt (PLATT, 1998), que é uma solução para um problema de programação quadrática da SVM tradicional.

2.2.2 K-NEAREST NEIGHBOR – KNN

A classificação por meio de K Vizinhos Mais Próximos (Nearest Neighbor, em inglês) consiste em atribuir uma classe a um novo exemplo baseada nos seus K vizinhos mais próximos de um conjunto de treinamento. A classe que mais tiver representante entre os K vizinhos mais próximos será “eleita” a classe do novo exemplo (GOLDBERGER et al., 2005). Neste trabalho, para classificar as imagens médicas, a quantidade máxima de vizinhos K foi definida como 7, sem distinção de peso entre eles.

2.2.3 RANDOM FOREST

Na classificação por Floresta Aleatória (Random Forest, em inglês), são criadas várias árvores de decisão, a partir de amostras do conjunto de treinamento e buscando a melhor característica em um conjunto aleatório das características, e a classe que mais aparecer entre os resultados das árvores será a final (LOUPPE, 2014).

2.2.4 ÁRVORE DE DECISÃO - C4.5

O algoritmo C4.5 é um classificador que cria uma árvore de decisão baseada no conjunto de treinamento. Para cada nó da árvore, o C4.5 escolhe a característica que mais divide o conjunto em subconjuntos que tendem a alguma classe usando a informação de entropia. O processo de repartição é repetido nos subconjuntos menores até que cada folha contenha casos de uma única classe ou até não ser possível mais dividir (QUINLAN, 1993).

2.2.5 NAIVE-BAYES

O algoritmo de classificação Naive Bayes supõe de forma ingênua (naive, em inglês) a independência entre as características do vetor (ZHANG, 2004). Este é um classificador probabilístico que utiliza do Teorema de Bayes para determinar a classe de um novo dado. É um classificador computacionalmente rápido comparado aos outros, já que não exige cálculos matemáticos complexos.

2.3 BANCO DE DADOS

O banco de imagens utilizado para as avaliações foi o ImageCLEF2013, que contém um total de 5042 imagens biomédicas. Originalmente o banco de imagens é categorizado em dois níveis, por modalidades (Raio-X, tomografia, ressonância magnética etc.) e depois cada modalidade é dividida de acordo com as partes do corpo examinadas (cabeça, tórax etc.) e pela sua orientação (frontal, sagital etc.). Porém, para este trabalho só serão necessárias as classificações referentes à modalidade, resultando num total de 9 modalidades, que estão descritas pelo Quadro 1 e alguns exemplos de cada modalidade estão ilustrados na Figura 2.

ID	Modalidade	Qtde de Imagens	Descrição
1	Tomografia Computadorizada	544	é um exame que gera imagens transversais (Figura 2-a), através de radiação, que são processadas por computador, possibilitando uma visão mais precisa da área examinada (HAAGA; BOLL, 2016).
2	Endoscopia Gastrointestinal	263	é um exame que obtêm imagens (Figura 2-b) em tempo real através de um tubo flexível, com uma câmera em sua extremidade, que é introduzido no aparelho digestivo do paciente (BAILLIE, 1992).
3	Ilustração	234	são desenhos que ajudam a demonstrar conhecimento médico (Figura 2-c). Elas podem estar presentes em livros didáticos ou médicos, revistas científicas, animações etc. (HODGES et al., 2003).
4	Microscópica	1076	a medicina utiliza imagens microscópicas (Figura 2-d) para descobertas e observações de organismos relacionados a doenças.
5	Ressonância Magnética	686	a imagem por ressonância magnética (Figura 2-e) é um método de diagnóstico que utiliza o campo magnético e possui alta capacidade de diferenciar tecidos (HAAGA; BOLL, 2016).
6	Fotografia	561	as imagens obtidas por meio de câmeras fotográficas são utilizadas na medicina para registrar partes do corpo humano de forma mais fiel (Figura 2-f).
7	Cintilografia	121	é um método de diagnóstico da medicina nuclear em que as imagens são obtidas pela radiação emitida pelo paciente (Figura 2-g).
8	Ultrassonografia	278	este exame fornece imagens do corpo humano (Figura 2-h) formadas através de ondas sonoras em altas frequências que são inaudíveis ao ser humano (PEIXOTO et al., 2010).
9	Radiografia	1279	este exame produz imagens formadas por raios-X que atravessam a parte do corpo examinada (Figura 2-i).

Quadro 1. Composição da base de imagens utilizada nos experimentos deste trabalho

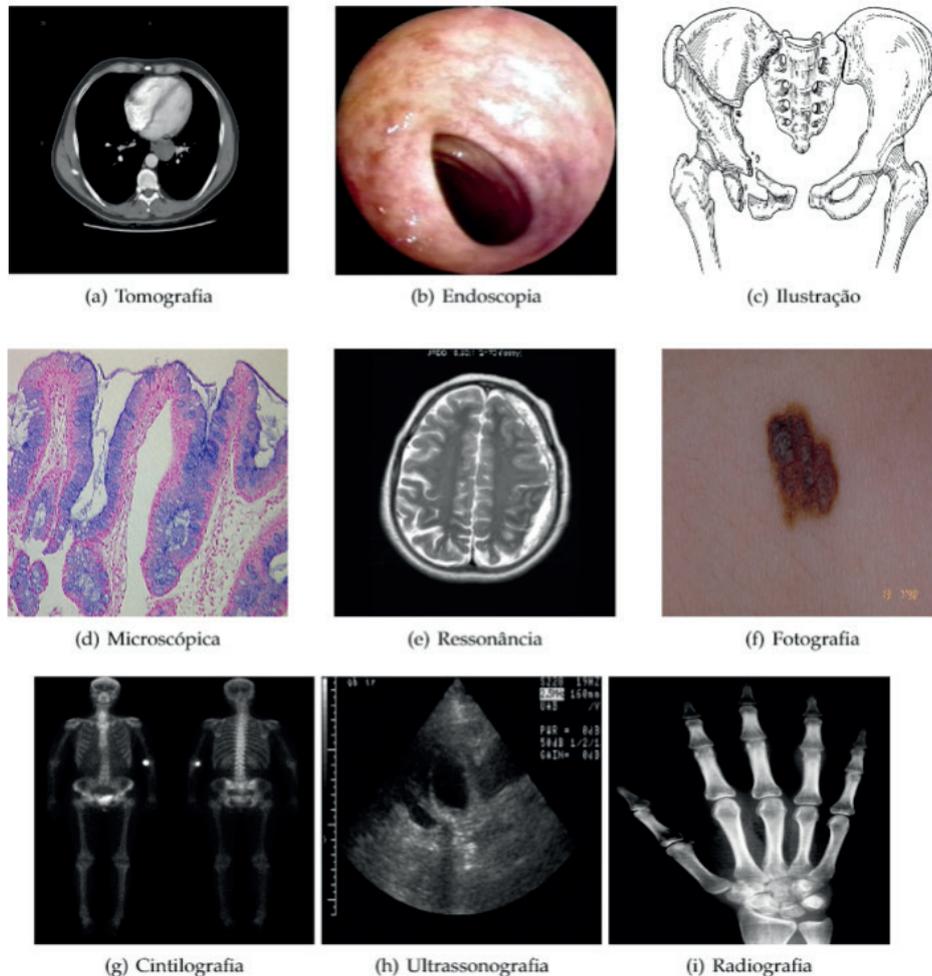


Figura 2. Amostra de algumas imagens de cada classe da base de dados utilizada nos experimentos

3 | RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Para avaliar os resultados dos experimentos foram usadas as seguintes métricas para medir o desempenho dos classificadores: acurácia, precisão, recall e medida F.

A acurácia é uma métrica que diz a porcentagem de acerto do classificador, ou seja, ela mede a frequência em que o classificador está correto, por isso, esta é a métrica que tem mais relevância ao analisar os resultados, pois quanto maior mais próximo de 100%, melhor o desempenho do classificador. A Tabela 1 mostra, através da porcentagem de acurácia, o desempenho de cada classificador combinado com cada descritor. Nota-se que o Random Forest foi o classificador que obteve o melhor resultado nos 3 descritores e entre os descritores, o LBP foi o que resultou na melhor acurácia.

	Histograma de Cor	HOG	LBP
SVM	65.76%	49.64%	64.71%
KNN	72.31%	45.34%	81.23%
Random Forest	82.42%	55.06%	85.92%
C4.5	73.03%	44.48%	77.00%
Naive Bayes	47.19%	33.05%	40.45%

Tabela 1. Acurácia de cada classificador para cada descritor

A precisão é o indicador de quantos exemplos de uma classe classificados como positivos são de fato positivos. A revocação (recall, em inglês) indica a frequência em que exemplos de uma classe foram classificados como sendo daquela classe, quanto mais alta essa frequência, maior é o desempenho do classificador. Outra métrica observada é a medida F que faz uma média harmônica da precisão e da revocação de forma a sintonizar as duas métricas em um único valor, um valor alto da medida F indica um bom equilíbrio entre a revocação e a precisão (POWERS, 2008).

Essas 3 últimas métricas foram analisadas apenas no classificador Random Forest pois ele foi o que obteve maior acurácia, como mostra a Tabela 1. Na Tabela 2 é possível ver os valores dessas métricas em todas as classes, numeradas de acordo com o Quadro 1, para cada descritor.

A técnica LBP apresentou o melhor desempenho dentre os três descritores analisados, apresentando a maior média de precisão, revocação e medida F. O descritor HOG, por outro lado, obteve o pior desempenho. Contudo, ao se analisar separadamente as modalidades, nota-se que o Histograma de Cor apresentou medida F superior a da técnica LBP para as classes 2-Endoscopia Gastrointestinal, 3-Ilustração e 8-Ultrassonografia. Essas três classes são bem diferentes entre si (Figura 1), mas uma semelhança entre elas é a presença de praticamente apenas 2 tipos de texturas e tons, ao contrário das outras classes.

Classes	Histograma de Cor			HOG			LBP		
	Precisão	Recall	F	Precisão	Recall	F	Precisão	Recall	F
1	85,9%	82,4%	84,1%	54,0%	59,4%	56,6%	81,8%	87,1%	84,3%
2	92,3%	94,7%	93,5%	76,3%	93,4%	0,0.84	82,9%	82,9%	82,9%
3	97,4%	91,4%	94,3%	93,8%	18,5%	30,9%	100,0%	86,4%	92,7%
4	83,9%	90,9%	87,3%	45,9%	86,6%	60,0%	85,6%	91,6%	88,5%
5	79,7%	67,4%	73,0%	69,4%	33,9%	45,6%	85,0%	86,9%	85,9%
6	79,0%	59,9%	68,1%	89,7%	16,6%	0,0.28	77,4%	72,0%	74,6%
7	96,3%	60,5%	74,3%	71,4%	11,6%	20,0%	96,3%	60,5%	74,3%
8	89,3%	92,6%	90,9%	83,1%	79,0%	81,0%	91,3%	90,1%	90,7%
9	75,9%	89,6%	82,2%	50,2%	56,5%	53,2%	88,1%	88,6%	88,4%
Média Ponderada	82,7%	82,4%	82,1%	62,7%	55,1%	52,1%	86,1%	85,9%	85,8%

Tabela 2. Precisão, Recall e Medida F para o classificador Random Forest

A classificação utilizando a técnica Random Forest com o descritor LBP foi o que obteve os melhores resultados em todas as métricas consideradas. Para avaliar o desempenho para cada modalidade, foi analisada a matriz de confusão (Tabela 3). Nela é possível ver quantas instâncias de cada classe foram preditas corretamente pelo classificador. O ideal seria que todas as instâncias estivessem concentradas na diagonal principal, as instâncias que estão fora da diagonal foram confundidas e classificadas incorretamente. As classes na matriz estão numeradas conforme Quadro 1.

		Classes Preditas									Erros
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Classes Verdadeiras	1	148	2	0	0	5	4	1	3	7	22
	2	0	63	0	1	3	2	0	0	7	13
	3	1	0	70	5	0	3	0	1	1	11
	4	1	3	0	273	10	5	0	1	5	25
	5	9	5	0	4	192	2	0	0	9	29
	6	3	3	0	20	8	113	0	0	10	44
	7	1	0	0	5	0	4	26	1	6	17
	8	2	0	0	3	1	1	0	73	1	8
	9	16	0	0	8	7	12	0	1	342	44

Tabela 3. Matriz de confusão

A matriz da Tabela 3 mostra que as classes 6-Fotografia e 9-Radiografia foram as modalidades que mais tiveram imagens classificadas erroneamente e a modalidade 8-Ultrassonografia obteve maior precisão na classificação. As imagens de Fotografia foram bastante confundidas como sendo da classe 4-Microscópica, uma semelhança entre essas duas classes é que as imagens são obtidas através de lentes. Já as de Radiografia foram bastante confundidas como sendo da classe 1-Tomografia Computadorizada, as duas classes possuem as imagens com tons bastante claros de preto e branco.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma aplicação prática da visão computacional para automatização de tarefas da área médica. Essa aplicação visa a classificador automaticamente uma imagem médica em sua modalidade. Esse tipo de tarefa permite aumentar a eficiência e eficácia de um sistema de busca por informação, já que sabendo a priori qual é a modalidade da imagem médica, permite-se reduzir o conjunto de busca.

Foram analisados a combinação de três descritores de imagens e cinco classificadores supervisionados. O descritor LBP junto com o classificador Random Forest foi a combinação que obteve melhor desempenho nos experimentos, mostrando que a melhor

características a ser extraída de imagens médicas, entre as usadas neste trabalho, é usando informação sobre texturas.

Para os experimentos foi utilizada uma base extensa composta por 5042 imagens divididas em nove modalidades médicas. Como resultado, nota-se que as imagens mais difíceis de serem classificadas corretamente foram as imagens de Radiografia e Fotografia e, por outro lado, as imagens médicas com melhor precisão na classificação foram as imagens de Ultrassonografia.

REFERÊNCIAS

BAILLIE, J. **Gastrointestinal Endoscopy: Basic Principles and Practice**. Butterworth-Heinemann, 1992.

DALAL, N.; TRIGGS, B. **Histograms of oriented gradients for human detection**. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. p. 886–893.

GOLDBERGER, J. et al. **Neighbourhood components analysis**. Advances in Neural Information Processing Systems 17. MIT Press, 2005. p. 513–520.

HAAGA, J. R.; BOLL, D. T. **CT and MRI of the Whole Body**. Elsevier, ed. 4, v. 1, 2016.

HODGES, E. R. S. et al. **The Guild Handbook of Scientific Illustration**. 2. ed. John Wiley Sons, 2003.

HSU, C.-W.; CHANG, C.-C.; LIN, C.-J. **A practical guide to support vector classification**. National Taiwan University, 2016. p. 1-16.

LOUPPE, G. **Understanding Random Forests: From Theory to Practice**. Tese (Doutorado) — University of Liège, 2014.

PEIXOTO, G. C. X.; LIRA, N. D. A. R. A.; SILVA, A. R. **Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica**. Acta Veterinaria Brasilica, v. 4, n. 1, 2010. p. 15-24.

PLATT, J. **Fast training of support vector machines using sequential minimal optimization**. Advances in Kernel Methods - Support Vector Learning. MIT Press, 1998.

POWERS, D. **Evaluation: From Precision, Recall and F-Factor to ROC, Informedness, Markedness & Correlation**. Mach. Learn. Technol., v. 2, 2008.

QUINLAN, J. R. **C4.5: Programs for machine learning**. Mach Learn, Morgan Kaufmann Publishers, n. 16, 1993. p. 235–240.

ZHANG, H. **The optimality of naive bayes**. University of New Brunswick, 2004. p. 1-6.

CLUBE DE PROGRAMAÇÃO E ROBÓTICA: EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL NO INTERIOR DA AMAZÔNIA

Data de aceite: 06/08/2020

Data da Submissão: 06/05/2020

Ruan Carlos Tavares Reis

Instituto Esperança de Ensino Superior
Santarém - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1382163564410543>

Andrew Pedreiro Amorim

Instituto Esperança de Ensino Superior
Santarém - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0892403060216146>

Angel Pena Galvão

Instituto Federal do Pará - IFPA - Campus Óbidos
Óbidos - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6618445139583904>

Andrik Guimarães Ferreira

Instituto Esperança de Ensino Superior
Santarém - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4314511436218108>

Juarez Benedito da Silva

Instituto Esperança de Ensino Superior
Santarém - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5788128177201061>

Clayton André Maia dos Santos

Instituto Esperança de Ensino Superior
Santarém - Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7297985315800725>

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo relatar os resultados do projeto extensionista intitulado “Clube de programação e robótica” expondo a programação de computadores para os infantes e estimulando às mesmas para a invenção de circuitos elétricos com o uso da plataforma arduíno para automações residenciais e sustentáveis. O projeto teve como público alvo a participação de crianças com idade entre 8 a 11 anos, com alunos do Ensino Fundamental da Escola Municipal Professora Sofia Imbiriba de Santarém, Pará. Para alcançar o objetivo traçado, foi instruído aos infantes a lógica de programação com o uso da plataforma scratch e a prototipagem para a automação dos circuitos elétricos com conceitos de Robótica Educacional. Ao construir os protótipos as crianças desenvolveram espaços de aprendizagem que quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais de cada um e do grupo. Com o desenvolvimento das oficinas foi possível analisar a utilização dos circuitos elétricos como elemento mediador do processo de ensino-aprendizagem e as contribuições que o uso da robótica pode trazer para o ensino desde o nível fundamental. Com a implantação

deste projeto, observou-se que, as crianças não só aprendem como se divertem.

PALAVRAS-CHAVE: Programação, Educação, Robótica.

1 | INTRODUÇÃO

O ambiente escolar estreita cada vez mais sua relação com a tecnologia. Com isso, o emprego das Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC vem demonstrando relevância para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem em diferentes contextos educacionais. A tecnologia acaba propiciando para que os alunos, auxiliados por um profissional da educação, possam conceber a solução de problemas segundo uma linguagem de programação e, a partir disso, construírem e aprimorarem seus conhecimentos (Papert, 1986). O objetivo é que o espaço da sala de aula também seja interessante para os alunos, possibilitando muitas interações com o espaço midiático e apresentando a tecnologia como um instrumento que auxilia no processo de aprendizagem (Moran, 2010).

As TIC proporcionam o ensino de programação, que deve possibilitar ao aluno o desenvolvimento de competências fundamentais para produzir sistemas computacionais com capacidade de resolução de problemas reais, mas há conceitos abstratos de programação difíceis de compreender e aplicar, gerando dificuldades aos alunos e promovendo a desmotivação dos mesmos (ZANETTI e OLIVEIRA, 2015). Esse pensamento lógico e abstrato é uma das dificuldades abordadas por alunos nos primeiros contatos com a programação (CAMBRUZZI e DE SOUZA, 2015). Porém, Valente (2018) aborda que os resultados da resolução de problemas quando confrontado com a ideia que deu origem ao programa possibilita ao aluno reconsiderar seus conceitos e com isto tenta aprimorar ou construir novos conhecimentos.

Destaca-se também a tecnologia em que o ambiente que é caracterizado por aprendizagem onde o aluno pode montar e programar um robô ou sistema robotizado chamado de Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica (MALIUK, 2009). Além disso, também possui como particularidade sua diversidade de possibilidades como recurso ou ferramenta, como componente interdisciplinar do currículo e também como prática pedagógica para a construção de uma escola inclusiva e de qualidade para todos. Trabalhos como o de (ARAUJO e MAFRA, 2014), (D'ABREU; BASTOS, 2015), (BRITO ET AL., 2015), (SILVA, 2009), (GALVÃO e MAFRA, 2017) e (REIS, AMORIM e GALVÃO, 2019) destacam-se por publicações que abordaram a robótica para fins educativos, com o objetivo de melhoria do ensino e aprendizagem do professor e aluno, respectivamente.

Baseado no contexto, o presente artigo relata os resultados do projeto intitulado “Clube de programação e robótica” que foi desenvolvido pelo curso superior de tecnologia em Redes de computadores do Instituto Esperança de Ensino Superior da cidade de

Santarém/PA. O projeto foi desenvolvido na escola municipal de ensino fundamental Professora Sofia Imbiriba com o propósito de atrair interesse dos alunos a aprender programação de computadores e a criação de circuitos elétricos sustentáveis por meio da Robótica Educacional. Foram abordadas as linguagens de programação Scratch, C++, Arduino e fundamentos de circuitos elétricos, obtendo resultados demonstrando que os alunos aprenderam a usar os principais conceitos de programação, como comandos de decisões, repetições e fundamentos de eletrônica. Para isso, o presente artigo possui as seguintes seções: Introdução, trabalhos relacionados, métodos, resultados e considerações finais.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

A robótica educacional pode propiciar a interação professor/aluno e aluno/aluno por meio de atividades concebidas e construídas em grupos que exploram diferentes competências intelectuais. Além disso, pode ser um espaço rico de possibilidades do desenvolvimento da criatividade e apoio no desenvolvimento não somente dos alunos, mais sim também a instituição em geral. Essa tecnologia vem ao encontro dos anseios de educadores que buscam estimular seus educandos a desenvolverem a criatividade, motivados pelo uso da tecnologia (MORAES, 2010). No trabalho de Araujo e Mafra (2014) aborda que a robótica industrial, cuja finalidade de um sistema robótico é permitir que o trabalho feito pelo robô seja de melhor qualidade, realizado em menor espaço de tempo e com menos gastos que aquele desenvolvido pelo homem, a robótica educacional visa o processo de construção e elaboração do pensamento do aluno. Aqui, o objetivo não é apenas atingir o produto final, mas destacar o caminho percorrido até que se chegue a um determinado fim.

Maliuk (2009) trata a Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática. Do ponto de vista de Transposição Didática evidenciou-se com este trabalho tem a importância de sua utilização no desenvolvimento de atividades de Robótica Pedagógica, possibilitando a produção de saber escolar a partir do saber sábio dos cientistas. Isso potencializou a escola no seu papel de ambiente educativo. Neste sentido, a Robótica Pedagógica contribuiu com a escola ao propiciar condições para realização de atividades interdisciplinar integrada ao currículo do 5º ano a partir da concepção, construção, automação e controle de dispositivos robóticos. Além disso, possibilitou um tratamento contextualizado do conhecimento, aprendizagens significativas a partir de ações que possibilitaram transformar o objeto de saber em objeto de ensino.

Galvão e Mafra (2017) propõem um experimento de ensino, a partir do uso da robótica para o ensino da matemática, discutindo a importância da tecnologia e sua contribuição para educação. Os resultados demonstraram que com essa experiência dentro das escolas, pode-se perceber que discutir o conhecimento das áreas tecnológicas,

articulado à procedimentos pedagógicos para o ensino de conceitos matemáticos incentiva seu uso, o que pode trazer resultados esperados por qualquer docente: a participação, desenvolvimento do pensamento crítico e o aprendizado de seu aluno.

3 | MÉTODO

3.1 Participantes

Participaram alunos da Escola Municipal Sofia Imbiriba da cidade de Santarém - Pará. A partir de reuniões com diretor, professores da turma e professor responsável pelo laboratório de informática foram selecionados 20 alunos para a participação das oficinas do projeto com duração de 75 horas de carga horária. Este artigo é fruto dos resultados do projeto extensionista “Clube de programação e robótica” do curso de Tecnologia em Redes de Computadores do Instituto Esperança de Ensino Superior. Ressaltamos que para a participação dos alunos, foi necessário a assinatura do termo de autorização por parte dos pais/responsáveis para como autorização para participação dos alunos e autorização para o uso de imagens e vídeos.

3.2 Procedimentos

Para a construção e análise das informações, a coleta de dados aconteceram por meio de processo assistemático (protocolo de anotação dos autores), que são que são reconhecidos e descritos cinco componentes: “o objeto de observação, o sujeito de observação, as condições de observação, os meios de observação, e o sistema de conhecimentos a partir do qual formula-se o objetivo da observação” (REYNA, 1997). Também foram usados questionários com perguntas fechadas com o intuito do levantamento do nível de aprendizado do aluno e de como o projeto poderia ajudá-los na resolução de exercícios.

3.3 Oficinas do Projeto

As oficinas foram ministradas no laboratório de informática da escola e foi usada “Arduino Guia para colocar suas ideias em prática” de Bryan (2016) como material didático. Inicialmente os alunos manusearam uma plataforma chamada Scratch (Figura 1) que é uma linguagem de programação de sintaxe simples orientadas a blocos de montar, criando jogos e resolvendo pequenos problemas envolvendo matemática. Devido ao fácil entendimento dessa plataforma, decidimos usar a mesma como um contato inicial com a linguagem de programação para estimular as crianças a pensar de forma lógica, já preparando para quando haver o contato com a linguagem C++ do arduíno e terem uma

base de entendimento em questão do raciocínio lógico.

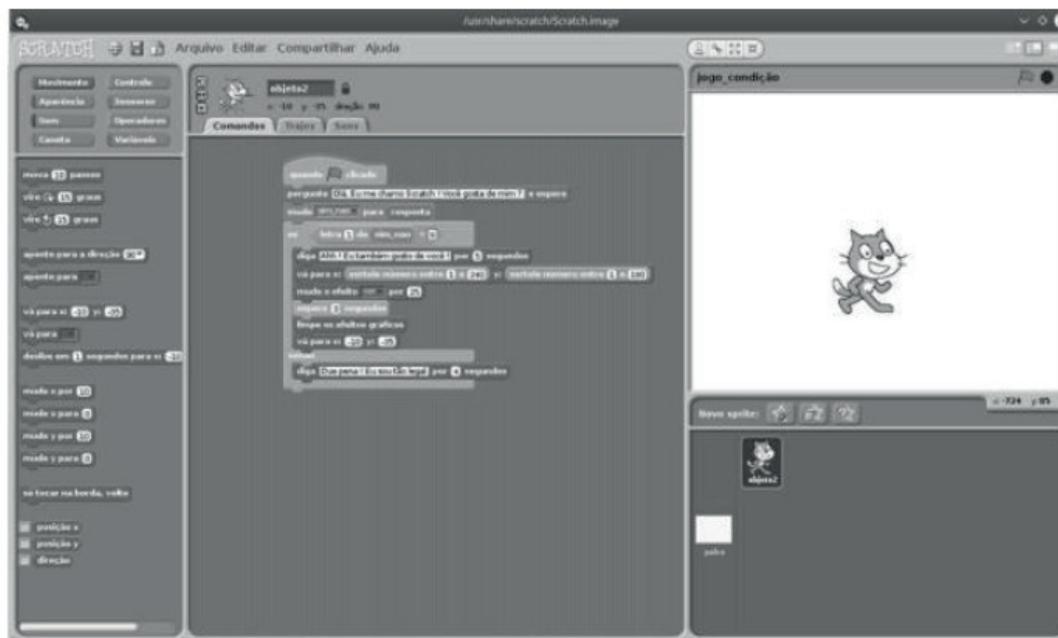


Figura 1. Plataforma Scratch

Logo após demonstrarmos o uso da plataforma scratch, começamos a expor o uso do Arduino Uno (Figura 2) e da linguagem de alto nível C++ para a construção e automação dos circuitos elétricos. Foi utilizado como IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) para ambiente de programação o software e/ou ambiente de programação chamado “Arduino IDE”, entretanto podemos usar também outros softwares que são relacionados à parte lógica da robótica como por exemplo o “EV3 Software” e o “DuinoBlocks”.

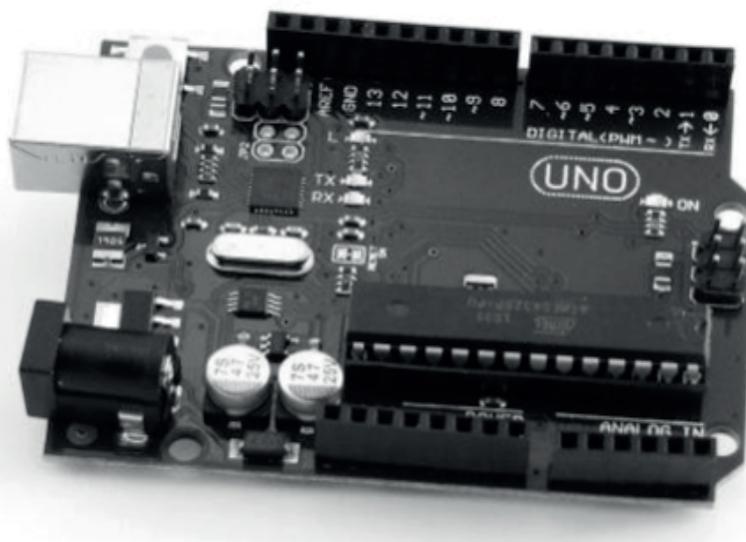


Figura 2 - Placa Arduino UNO

Durante a aplicação do projeto foi possível observar que o trabalho em equipe teve um aumento, principalmente no projeto com séries iniciais, em que a turma não era habituada a fazer atividades em grupo, que fez com que a professora regente refletisse sobre a prática da programação nas salas de aula.

4 | RESULTADOS

Foram realizadas 25 oficinas no ano de 2019 com um total de 20 alunos. Foi necessário dividir os alunos em grupos de 4 participantes cada. Essa divisão ocorreu pois alguns computadores do laboratório estavam com defeitos. Decidimos trabalhar com esse total de participantes em cada grupo, por acreditarmos que com esse número era possível que cada aluno aproveitasse integralmente das atividades. Bem como, as interações em grupos reduzidos são ampliadas, favorecendo o processo de aprendizagem.

As oficinas tinham uma carga horária de três horas cada. As atividades foram desenvolvidas no laboratório de informática da escola Sofia Imbiriba . Cada monitor ficava responsável por 2 grupos, cuja função é auxiliar na execução das atividades propostas.

Com o uso da plataforma scratch os alunos foram desafiados a resolverem problemas relacionados à outras matérias como tais como Português, Matemática, Geografia, Física, colaborando com o estudo da lógica de programação. Quando o aluno é colocado diante de um problema, de um desafio, ele precisa articular diferentes saberes, precisa desenvolver habilidades e conhecimentos, o que oportuniza um aprendizado diferente para os alunos (BERNARDO, 2016). Nesses momentos, os monitores eram incentivados a mostrar às crianças a importância da colaboração, construção e reconstrução em parceria com os colegas. Observamos que o comportamento, a criatividade e a assimilação dos conteúdos melhorou gradativamente.

As crianças desenvolveram os jogos e os desafios matemáticos de forma satisfatória e de forma dinâmica (Figura 3) algumas com dificuldade e necessitando da nossa atenção para explicar os assuntos com mais detalhes, o que afirma Pozo (1998) que pode haver desníveis de conhecimento entre as crianças. É importante lembrar que esse desnível é contextual. Observamos também, um pouco de desinteresse por parte dos alunos nas atividade em grupo, então decidimos demonstrar a criação de jogos com o uso também da plataforma scratch.



Figura 3. Crianças criando suas próprias aplicações com a plataforma Scratch

Para A dinâmica da criação dos jogos deixou todos eufóricos e animados. Coletamos dados de alunos do projeto para fazer uma estatística no Gráfico 1 de como a robótica, programação de computadores e outros jogos digitais ajudam com o aprendizado e da maneira que os mesmos preferem encarar os exercícios matemáticos com uma forma de se divertir.

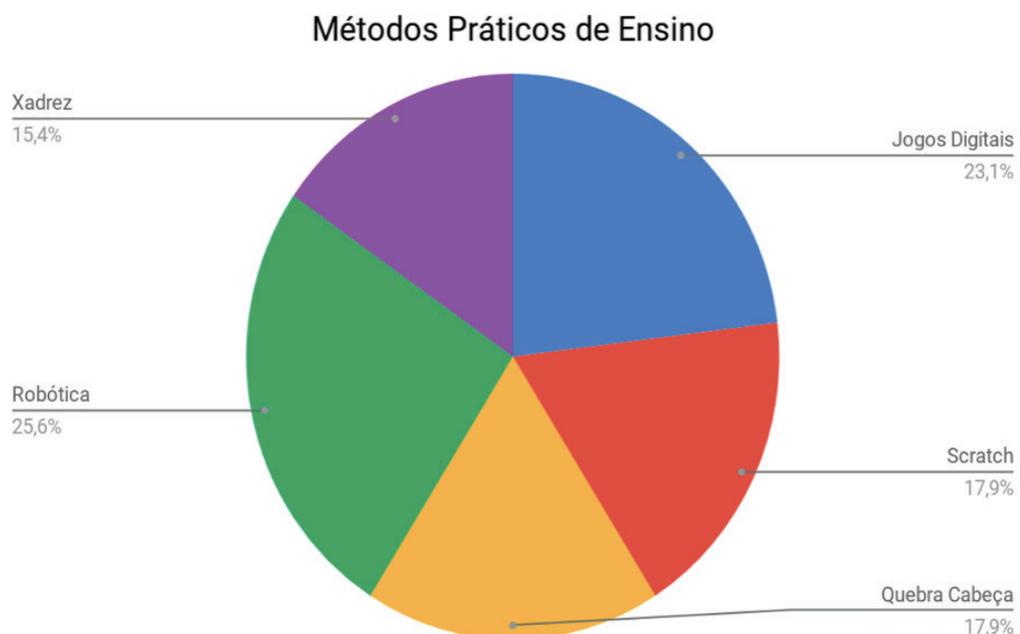


Gráfico 1. Métodos que as crianças preferem aprender atividades maciças

Os resultados demonstram que os jogos computadorizados, quando usados no ambiente educacional, proporciona motivação, desenvolvendo hábitos de persistência diante de desafios e melhoram a flexibilidade cognitiva dos alunos. Também, realizamos

estudos com a criação dos circuitos elétricos, que diante disto Pelizzari et. al (2002) afirma que podemos aprender atividades complexa de forma mais prazerosa, sendo assim não há idade para aprender programação e automação de circuitos elétricos com a plataforma arduíno.

Moran (2016) define as aprendizagens ativas também por experimentação, por design ou aprendizagem maker para essa metodologia onde a aprendizagem é compartilhada. No âmbito geral, além de ensinar instruções básicas de programação, favoreceu também o raciocínio lógico e estruturados, habilidades em resolver problemas, visto que nas atividades iniciais podia-se observar maior dificuldade, o que também foi superado, e observarmos também o desempenho em atividades finais mais complexa. O trabalho colaborativo exercita o desenvolvimento de habilidades que só a interação em grupo é possível, o respeito, a partilha de conhecimentos, a criatividade, formas de se comunicar e interagir, dividir materiais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao aplicar as oficinas, foi possível constatar a importância de mais um recurso para a educação, o robô. Com o uso da Robótica, muitos conteúdos podem ser analisados pelas crianças e professores de melhor forma, uma vez que essa tecnologia pode ser usada de diversas maneiras e em diferentes níveis de aprendizagem. Vale também ressaltar que a tecnologia necessita de um investimento expressivo, entretanto, vem sendo visto como um grande ativo pela sociedade acadêmica e científica.

A utilização desses recursos como linguagens de programação e a robótica, pode potencializar o aprendizado de forma positiva, além de trabalhar com algumas habilidades, como, por exemplo, destreza, associação de ideias e raciocínio lógico e indutivo, entre outros. Ressaltamos que cada indivíduo não é dotado de um mesmo conjunto de competências, conseqüentemente, nem todos aprendem da mesma forma, com base nisso resta ao educador descobrir alternativas que contribuem para o desenvolvimento das diversas competências do aprendiz.

No decorrer do projeto tivemos contratempo que levou o seu atraso tendo como exemplar à estrutura do laboratório quando não era possível salvar os jogos feitos nos computadores e o ambiente da passou por uma reforma nos computadores e na rede de internet onde os técnicos removeram a plataforma de criação de jogos do scratch e tivemos que fazer a instalação novamente. Porém, até o encerramento do projeto os infantes concluíram a criação de jogos e programas envolvendo matemática, logo em seguida entenderam a criação de circuitos elétricos, o fruto desse trabalho é que até o fim do projeto os alunos obtivessem um aprendizado sobre lógica de programação e invenção de circuitos elétricos, sendo que também foi alcançado.

No geral, além de ensinar instruções básicas de programação e criação de circuitos,

favoreceu também o raciocínio lógico e estruturados, habilidades em resolver problemas, visto que nas atividades iniciais pode-se observar maior dificuldade, o que também foi superado. Por fim, reforçamos a proposta de que o trabalho com robótica educacional não deve ser pautado e avaliado apenas referenciando-se na robótica já consolidada nas universidades e nas indústrias e sim trazendo para as salas de aula. Dessa maneira, os resultados obtidos levam a concluir que o trabalho em equipe teve um aumento, principalmente no projeto com séries iniciais, em que a turma não era habituada a fazer atividades em grupo, que fez com que a professora regente refletisse sobre a prática da programação nas salas de aula. Assim, cabe a escola incorporar esta ferramenta no seu cotidiano, transformando a robótica e deixando que a robótica também transforme a escola.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, C. A. P.; MAFRA, J.R.S. **A Robótica Educacional na Matemática básica: Uma proposta de aprendizagem colaborativa**. In XXII Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste – EPENN, 2014
- BERNARDO, Nairim. **O desafio do tudo junto e misturado**. Revista Nova Escola. 2016
- BRITO, M.C; PERALTA, D.A; MORCELI, G. PRADO, J.P.A. **Aplicação da Robótica Educacional em escolas públicas: relato de experiência**. Anais do 6o Workshop de Robótica Educacional – WRE, 2015
- BRYAN, F.F. **Arduino Guia para colocar suas ideias em prática**. 2016. Disponível em <<https://www.casadocodigo.com.br/pages/sumario-arduino>>. Acesso em 14 de Abril de 2020.
- CAMBRUZZI, E.; SOUZA, R. M.; **Robótica Educativa na aprendizagem de Lógica de Programação: Aplicação e análise**. In: IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015). Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE). Maceio, AL, 2015.
- D'ABREU, J. V. Viegas; BASTOS, B.Leal. **Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA**, em Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 23, Número 3. 2015
- GALVÃO, A. P.; MAFRA, J. R. S. **Robótica Educacional e o Ensino de Matemática: Experimentos Educacionais em desenvolvimento no Ensino Fundamental**. 2º Simpósio da Formação de Matemática da Região Norte, 2017
- MALIUK, K. D. **Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009
- MORAES, M. C. **Robótica Educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química de Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2010.
- MORAN, José. **O que aprender com as novas metodologias de aprendizagem**. Revista Sala de Aula. 2016

MORAN, José **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Ed). Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas, SP: Papirus, 2010.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986

POZO, Juan Ignacio. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**, 3ª edição, Artes Médica, Porto Alegre-RG, 1998

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L.; DOROCINSKI, S.I. **Teoria Da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1,p.37-42, jul. 2001-jul., 2002.

REIS, R. C.; AMORIM, E. P.; GALVÃO, A.P. **Educação Infantil: O uso da programação e robótica para crianças e adolescente para um futuro mais tecnológico e sustentável**. In. III SCOOP - Simpósio da Computação do Oeste do Pará. Santarém, 2019.

REYNA, C. P. **Vídeo e pesquisa antropológica: encontros e desencontros**. Biblioteca on-line de Ciências da Comunicação. 1997. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/reyna-carlos-video-pesquisa.pdf>>. Acesso em 05 maio de 2020.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 127 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009.

VALENTE, J. A. **Aspectos críticos das tecnologias nos ambientes educacionais e nas escolas**. Revista Educação e Cultura Contemporânea, v.2, n.3, p.11-28, 2018.

ZANETTI, H. A. P.; OLIVEIRA, C. L. V. **Prática de ensino de Programação de Computadores com Robótica Pedagógica e aplicação de Pensamento Computacional**. In: IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015). Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015), Maceió, AL, 2015.

ESTRATÉGIAS PARA SINCRONIZAÇÃO E PROTEÇÃO DE DADOS EM APLICAÇÕES WEB REAL-TIME UTILIZANDO METEORJS

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 14/05/2020

Renan Gomes Barreto

Universidade Federal da Paraíba
Programa de Pós-Graduação em Informática
João Pessoa – Paraíba

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0919-6957>

Lucas Oliveira Costa Aversari

Universidade Federal de Campina Grande
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação

Campina Grande – Paraíba

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4152-5842>

RESUMO: O MeteorJS é um *framework* web do tipo *full-stack* com algumas características importantes relacionadas à forma de sincronização de dados que vêm cada vez mais sendo adaptadas para uso em outros *frameworks* web. Por consequência, o estudo sobre como essas funcionalidades foram projetadas e implementadas pode ajudar na elaboração e no refinamento de outras estratégias para a sincronização de dados em aplicações web real-time. Desta maneira, o presente trabalho descreve as estratégias utilizadas pelo framework MeteorJS para a sincronização de dados entre os clientes e os servidores, apresentando os principais componentes de sua arquitetura e detalhando as

tecnologias empregadas para a sincronização de dados entre as aplicações dos lados do cliente e do servidor.

PALAVRAS-CHAVE: MeteorJS; Sincronização de Dados; Full-stack Framework; Banco de Dados.

STRATEGIES FOR SYNCHRONIZATION AND DATA PROTECTION IN REAL-TIME WEB APPLICATIONS USING METEORJS

ABSTRACT: MeteorJS is a full-stack web framework that has some important features related to data synchronization, which is increasingly being adapted to be used by other web frameworks. Consequently, the study of how these functionalities were designed and implemented can help in the elaboration and refinement of other strategies for data synchronization in real-time web applications. Thus, the present work describes the data synchronization strategies between clients and servers used by the MeteorJS framework, presenting the main components of its architecture and detailing the technologies used for data synchronization between client and server applications.

KEYWORDS: MeteorJS; Data Synchronization; Full-stack Framework; Databases.

1 | INTRODUÇÃO

O Meteor, também conhecido como MeteorJS, é um *framework* web gratuito, livre e de código aberto. Esse *framework* foi escrito usando o Node.js, um runtime web para aplicações do lado do servidor, em que os desenvolvedores podem escrever novos módulos, estendendo funcionalidades (STRACK, 2015a).

O conceito do Meteor vai além da definição de *framework* convencional. Ele funciona como uma plataforma completa que envolve tecnologias como linguagem de programação, banco de dados e serviços web, sendo classificado como um *framework* do tipo *full-stack*. Em comparação com o AngularJS (GOOGLE, 2019), outro *framework* amplamente usado para integrar serviços e regras de negócio no lado *front-end* da aplicação, o Meteor se diferencia por conseguir lidar com a mesma lógica tanto no lado do cliente quanto no lado do servidor da aplicação.

Como herança do Node.js (OPENJS FOUNDATION, 2020), o Meteor possui ferramentas para rápida prototipagem e produção eficiente de código multiplataforma, fazendo com que as aplicações desenvolvidas com ele sejam executáveis nos mais diversos tipos de sistemas, desde Web até Android ou iOS.

A principal linguagem de programação usada para desenvolver com o Meteor é o JavaScript. Uma das grandes vantagens oferecidas pelo Meteor é a sua integração com o MongoDB, que é um banco de dados com abordagem baseada em documentos gratuitos e de código aberto. Essa estrutura do banco de dados torna desnecessária sua definição nos termos das tradicionais tabelas relacionais, bem como sua consulta por comandos SQL (STRACK, 2015a).

Essas características fazem com que o Meteor consiga integrar dados às aplicações de maneira mais simples e rápida, usando o Distributed Data Protocol (DDP), que propaga automaticamente mudanças nos dados para o lado dos clientes sem que sejam necessários stubs de sincronização projetados de forma externa (DEBERGALIS, 2012). O estudo de como essas funcionalidades foram implementadas pode ajudar na elaboração e no refinamento de outras estratégias para sincronização de dados em aplicações *web real-time*.

Sendo assim, o presente trabalho visa a descrever as estratégias de sincronização de dados entre as aplicações nos lados do cliente e do servidor utilizadas pelo *framework* MeteorJS. Desta forma, foram definidos como objetivos específicos, em sequência:

- Apresentar a arquitetura de um aplicativo Meteor e seus principais componentes;
- Descrever as estratégias utilizadas pelo *framework* para transferência de dados entre os diferentes componentes do sistema.

Nas próximas seções serão apresentadas a fundamentação teórica, a metodologia e, por fim, as considerações finais desta pesquisa.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aplicações web baseadas em JavaScript

O JavaScript é uma linguagem de programação interpretada. Foi desenvolvida para que scripts fossem executados no lado do cliente e interagissem com o usuário sem que fossem manipulados pelo servidor. É orientada a objetos, baseada em protótipos, e de tipagem dinâmica e fraca. Possui recursos avançados como o suporte à programação funcional, recursos de fechamento e funções de alta ordem, que normalmente não estão disponíveis em linguagens como Java e C++ (TILKOV; VINOSKI, 2010).

A linguagem JavaScript foi desenvolvida por Brendan Eich na Netscape. Inicialmente, a linguagem chamava-se Mocha e posteriormente teve seu nome mudado para LiveScript, que, eventualmente, tornou-se a linguagem de programação JavaScript. Apesar de ter sido lançada com o nome de LiveScript numa versão beta do navegador Netscape, teve seu nome definitivamente alterado num anúncio conjunto com a Sun Microsystems para JavaScript (FLANAGAN; MATILAINEN, 2007). O fato de o nome ter sido mudado para JavaScript coincidiu com o período em que o Netscape começou a aceitar scripts Java (*applets*), fazendo com que o nome escolhido gerasse certa confusão, pois as pessoas pensavam que a linguagem tinha sido baseada em Java. Alguns dizem que tal escolha foi por motivos de marketing, para se aproveitar da linguagem recém-lançada Java.

JavaScript é considerada a linguagem mais popular para programação web. O potencial da linguagem demorou a ser descoberto, já que sua sintaxe era voltada para o público leigo. Isto superado, ocorreu a proliferação de *frameworks* e bibliotecas, práticas de programação melhoradas e aumento no uso do JavaScript fora do ambiente de navegadores, bem como o uso de plataformas de JavaScript *server-side*. No ano de 2009, a linguagem foi finalmente padronizada por meio da biblioteca CommonJS (FLANAGAN; MATILAINEN, 2007).

2.2 AngularJS

O AngularJS é um dos frameworks JavaScript mais utilizados atualmente. Ele é mantido pelo Google e faz parte de uma iniciativa open-source para desenvolver aplicações *single-page*. O objetivo do Angular é facilitar o acesso a aplicativos por meio do navegador web, além de facilitar os testes, já que foi desenvolvido em cima do padrão *model-view-viewmodel* (MVVM) (GOOGLE, 2019).

O padrão MVVM facilita a separação do desenvolvimento da interface gráfica do desenvolvimento da lógica de controle que está por trás dela (Figura 1). O *view model* atua como um conversor de valores, ou seja, ele é responsável por converter os dados das classes de modelagem de forma que eles fiquem facilmente apresentáveis pelas classes do *front-end* (*view*). Ou seja, além de lidar com os dados, o *view model* também controla sua exibição e coordena o *front-end* (TIMMS, 2014).

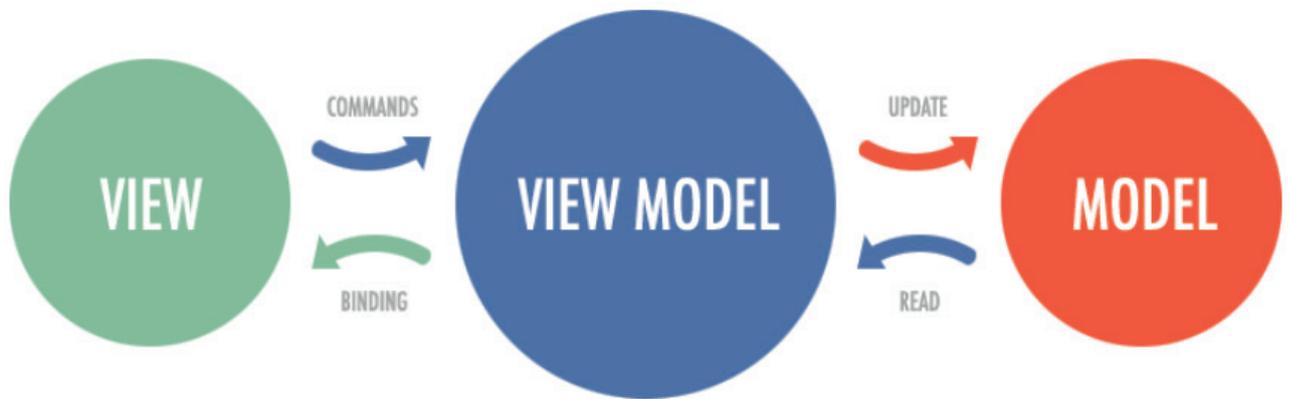


Figura 1: Arquitetura do padrão MVVM. Fonte: Adaptado de Bastos (2017).

O AngularJS foi desenvolvido com base no fato de que a programação declarativa é melhor que a programação imperativa para se construir interfaces com o usuário e conectar módulos de software. Enquanto isso, a programação imperativa se mantém como via de regra para a escrita de modelos de negócio (*back-end*). Baseado nesse princípio, o Angular se adapta e estende o HTML de forma que conteúdos dinâmicos sejam melhor gerenciados, com uma ligação direta e bidimensional entre *model* e *view*, sincronizando automaticamente mudanças provocadas por uma das camadas na outra, por meio de uma abstração do DOM (*data-object-model*), ou seja, da camada de dados (GOOGLE, 2019). Tal ligação bidimensional é sua principal característica e reduz drasticamente a quantidade de código necessária para exibir dados processados pelo servidor no lado do cliente. *Templates* em HTML são renderizados em tempo real sobre dados contidos num escopo delimitado pela tag “*\$scope*”, que detecta mudanças no modelo dos dados e atualiza o HTML do *view* por meio de um script predefinido.

A abstração dos dados da lógica do aplicativo melhora os testes do código. Além disso, os testes se tornam tão importantes quanto o desenvolvimento, sendo facilitados pelo baixo acoplamento entre o lado do cliente e o lado do servidor, permitindo que o desenvolvimento cresça paralelamente de ambos os lados e que o código seja reutilizado (FLANAGAN; MATILAINEN, 2007).

2.3 MeteorJS

O Meteor é uma plataforma JavaScript *full-stack*, com tecnologias padrão para cada uma das camadas da pilha, começando com o banco de dados e terminando na interface do usuário e renderização. O usuário pode optar por trocar as tecnologias padrão por outras à sua escolha – por exemplo, pode mudar o *front-end* padrão de Blaze para React ou Angular (COLEMAN; GREIF, 2015).

A história do Meteor é relativamente pequena, tendo surgido em dezembro de 2011 inicialmente com o nome de Project Skybreak, desenvolvido pela *startup* Meteor Development. Seu nome só se tornou Meteor em 2012, por razões de simplicidade, e, desde então, ele vem se popularizando e ganhando cada vez mais espaço entre os desenvolvedores web (COLEMAN; GREIF, 2015).

Em outubro de 2014, a Meteor Development adquiriu a *startup* FanthomDB com o objetivo de expandir o suporte ao banco de dados do Meteor, o que a princípio não funcionou como o esperado, mas abriu novos horizontes para que a parceria entre a MongoDB Inc. e a Meteor fosse fechada mais tarde no mesmo ano. Desde então, o Meteor assumiu uma arquitetura similar à utilizada atualmente e vem sendo constantemente atualizado, tendo passado por mais de 10 versões estáveis (COLEMAN; GREIF, 2015).

3 | ESTRATÉGIAS PARA SINCRONIZAÇÃO E PROTEÇÃO DE DADOS EM APLICAÇÕES WEB REAL-TIME UTILIZANDO METEORJS

O MeteorJS é um framework web do tipo *full-stack*. Algumas de suas características mais importantes vêm sendo cada vez mais adaptadas para outros frameworks.

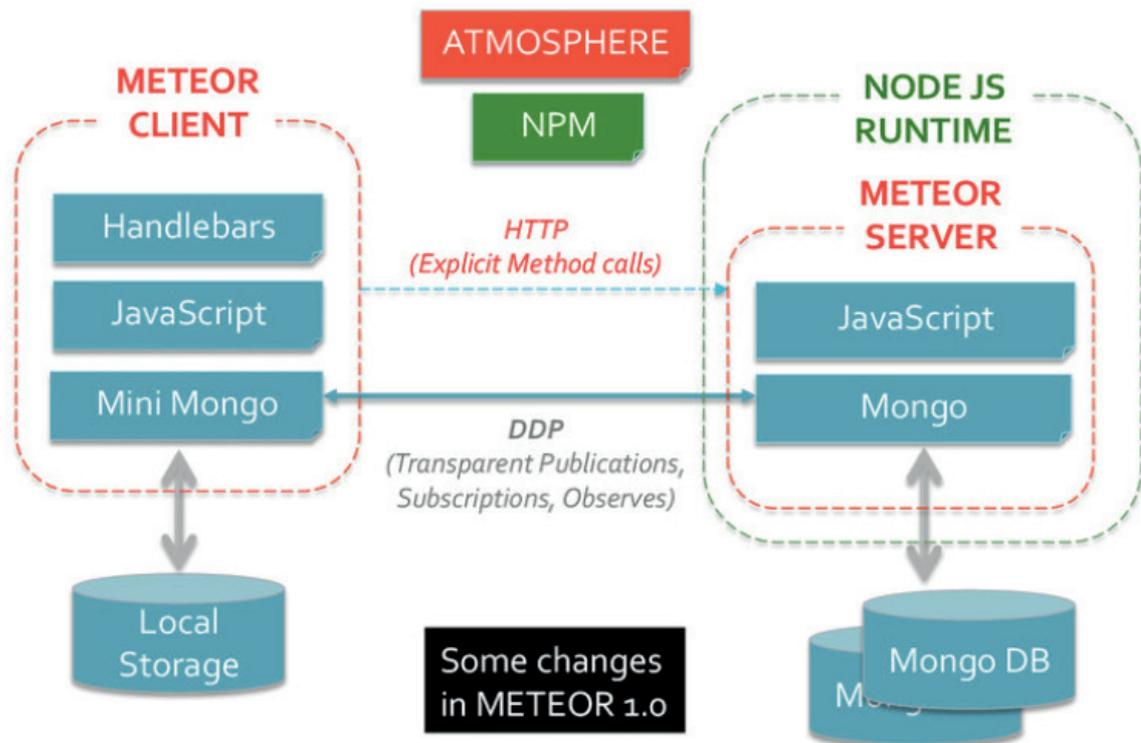


Figura 2: A figura mostra os principais componentes do Meteor nos lados cliente e servidor. Fonte: MongoDB Inc., 2015.

A Figura 2 mostra os principais componentes da arquitetura do Meteor e como as partes se comunicam. Do lado esquerdo é apresentado o aplicativo JavaScript executado no navegador do usuário. No lado direito da imagem, podemos ver a implementação do servidor da aplicação. Desta forma, nota-se que os componentes estão bem acoplados e ligados por subcomponentes como o MiniMongo e tecnologias de transferência de dados como o DDP e LiveQuery.

Durante o desenvolvimento do framework Meteor, conforme apresentado por Strack (2015a), foram seguidos alguns princípios básicos:

- **Dados sempre na rede:** O Meteor não envia qualquer dado pronto em HTML pela rede, em vez disso ele trabalha como um serviço baseado em restful, enviando os dados para o cliente e deixando com que este os renderize.
- **Uma única linguagem:** O Meteor possibilita que o usuário escreva, de maneira única em ambos os lados (cliente e servidor) da sua aplicação, na linguagem JavaScript. No lado do cliente, isso já seria um padrão, mas no servidor é uma novidade, graças ao Node.js.
- **Banco de dados onipotente:** O usuário pode acessar o banco de dados tanto no lado do servidor quanto no lado do cliente, evitando o clássico transtorno de se conectar ao banco por meio de requisições HTTP desnecessárias.
- **Compensação de latência:** O Meteor costuma pré-carregar alguns dados e modelos no lado do cliente, fazendo com que a latência seja compensada e que chamadas e consultas ao banco pareçam instantâneas ao cliente. É uma forma de cachê inteligente.

- **Atualização automática de camadas:** Como o Meteor é voltado para aplicações em tempo real, todas as camadas, desde a gráfica até o banco de dados, são atualizadas automaticamente quando necessário.
- **Simplicidade e produtividade:** O Meteor possui uma API muito limpa, com métodos de chamada simples e usando vários padrões de projeto. Consequentemente, a produtividade sofre um aumento intenso. Para conectar novos serviços e APIs, basta utilizar o protocolo DDP, fazendo com que sempre que uma mudança aconteça no servidor, as aplicações do lado cliente sejam notificadas e atualizadas.

3.1 Principais componentes da arquitetura

Uma aplicação Meteor segue uma arquitetura cliente-servidor típica, porém, a integração e a transferência de dados entre as diferentes camadas do sistema são feitas de forma transparente ao desenvolvedor, permitindo a implementação facilitada de técnicas de redução de latência, segurança e cachê.

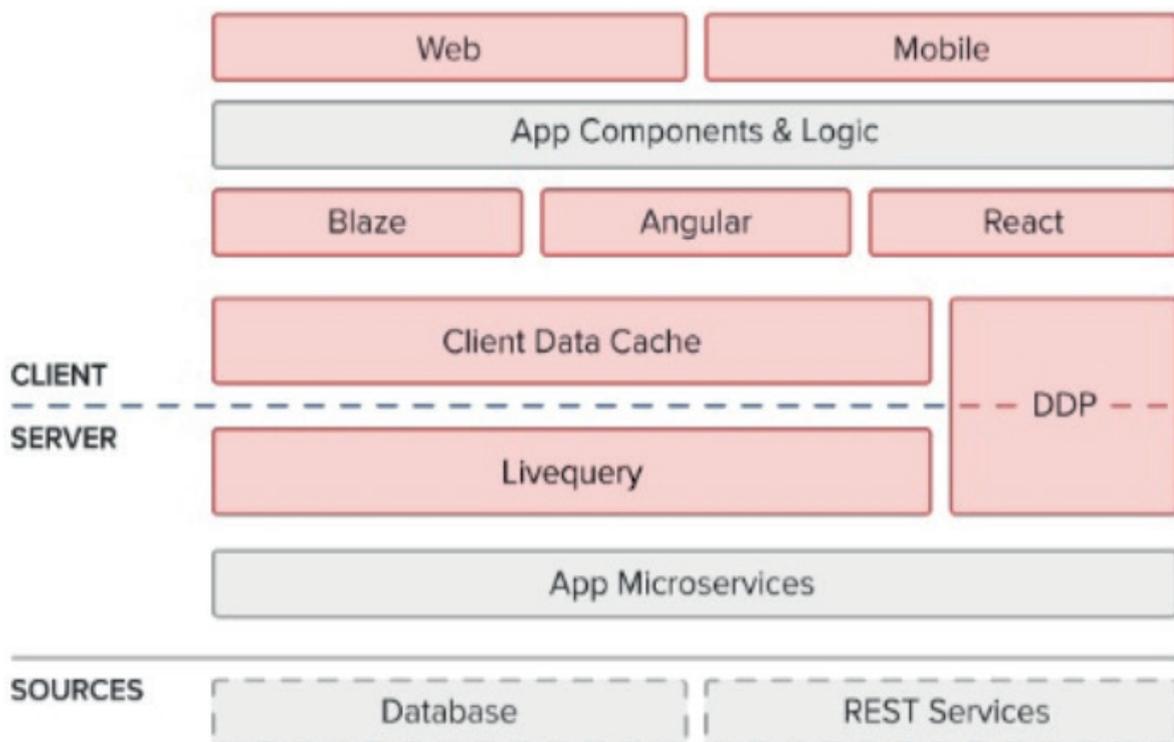


Figura 3: Principais componentes da arquitetura do Meteor. Fonte: Designveloper, 2016.

A Figura 3 mostra as diferentes camadas de uma aplicação Meteor e seus subcomponentes. Cada subcomponente tem um papel importante na transmissão, armazenamento e segurança dos dados e, de maneira geral, podem ser descritos como:

- **Web/Mobile:** Ao criar uma aplicação por meio do Meteor, o desenvolvedor poderá usar o mesmo código para gerar versões para navegadores e dispositivos móveis como Android e iOS.

- **Lógica da aplicação:** Aqui ficam os componentes e a lógica da aplicação visíveis do lado do cliente.
- **Caché de dados no lado do cliente:** O Meteor possui uma versão simplificada do banco de dados MongoDB que é chamada de MiniMongo. Esse componente é responsável por armazenar um subconjunto dos documentos da coleção principal presente no lado do servidor.
- **UI Framework:** Para prover a reatividade, o Meteor possui nativamente o *framework* Blaze. Caso necessário, o desenvolvedor poderá escolher utilizar outros *frameworks* similares como o AngularJS e o React. Todos são suportados pelo Meteor, e eles também se beneficiam do acesso facilitado aos dados que o Meteor provê.
- **Distributed Data Protocol (DDP):** Principal componente da arquitetura do Meteor. É o protocolo que o Meteor usa para a comunicação entre o cliente e o servidor. É um protocolo minimalista que tem dois objetivos: gerenciar as chamadas de procedimento remoto e atualizar os dados de forma bidirecional.
- **Live query:** O suporte a *live queries* também é um aspecto importante no Meteor. Normalmente, uma *live query* é criada quando se retorna um cursor para uma publicação. Isso permite que o desenvolvedor acesse os dados no lado do cliente como se estivesse acessando os dados no lado do servidor.
- **App microservices:** Embora seja opcional, a utilização de uma arquitetura baseada em microservices é recomendável. Usando essa estrutura, o aplicativo é separado em serviços independentes, o que torna a aplicação escalável e mais fácil de ser mantida.
- **Sources (database/rest services):** Os dados podem ser lidos de várias fontes distintas. Normalmente, as coleções do MongoDB são suficientes para desenvolver a aplicação, porém, em alguns casos, é necessária a utilização de fontes de dados externas como APIs.

3.2 Persistência de dados no Meteor

Uma das principais características do Meteor é a sincronização automática de informações entre o cliente e o servidor. Esse diferencial permite ao desenvolvedor ter um código mais limpo e organizado, diminuindo os custos com a manutenção do aplicativo (DESIGNVELOPER, 2016).

Por ser um *full-stack framework* desenvolvido em JavaScript, o Meteor permite o acesso ao banco diretamente do *front-end* de forma transparente. Outra característica relevante é que o Meteor possui mecanismos para fazer caché de dados e para bloquear seu acesso do lado do cliente. Isso possibilita uma interface gráfica mais fluida, transmitindo ao usuário a impressão de que os dados estão armazenados localmente.

Coleções do banco de dados podem ser acessadas diretamente como uma variável local e esse acesso simplificado aos dados permite que o desenvolvedor foque seus esforços em partes mais importantes do código, como a lógica da aplicação (STUBAILO, 2015).

A maioria dos desenvolvedores web já está familiarizada com JavaScript e, assim, não será necessário aprender nenhuma linguagem nova. Além disso, os métodos são compartilhados tanto no lado do cliente quanto no lado do servidor.

Outro ponto interessante é que a abstração do acesso aos dados no Meteor reduz consideravelmente muitos possíveis aborrecimentos e armadilhas que são comuns no desenvolvimento web.

A peça-chave para que a sincronização dos dados aconteça chama-se coleção, que será melhor detalhada na próxima subseção.

3.2.1 Coleções

Uma coleção é uma estrutura de dados especial que é responsável por sincronizar, em tempo real, as informações do navegador com o banco de dados MongoDB. Caso o código esteja sendo executado no lado do servidor, o Meteor se comunicará com a coleção do MongoDB e, assim, poderá ler e escrever os dados diretamente. Por outro lado, se o contexto for o lado do navegador (cliente), o MiniMongo será o responsável por abstrair e processar as funções de acesso, transmissão e modificação dos dados.

No lado do navegador, temos o que chamamos de MiniMongo, uma implementação leve do banco de dados Mongo em JavaScript. Essa implementação é executada diretamente no navegador do cliente e serve como a principal interface de comunicação com o banco de dados persistentes (PLATTS, 2015). O MiniMongo também pode servir como cachê, aumentando, na maioria das vezes, o desempenho geral da aplicação.

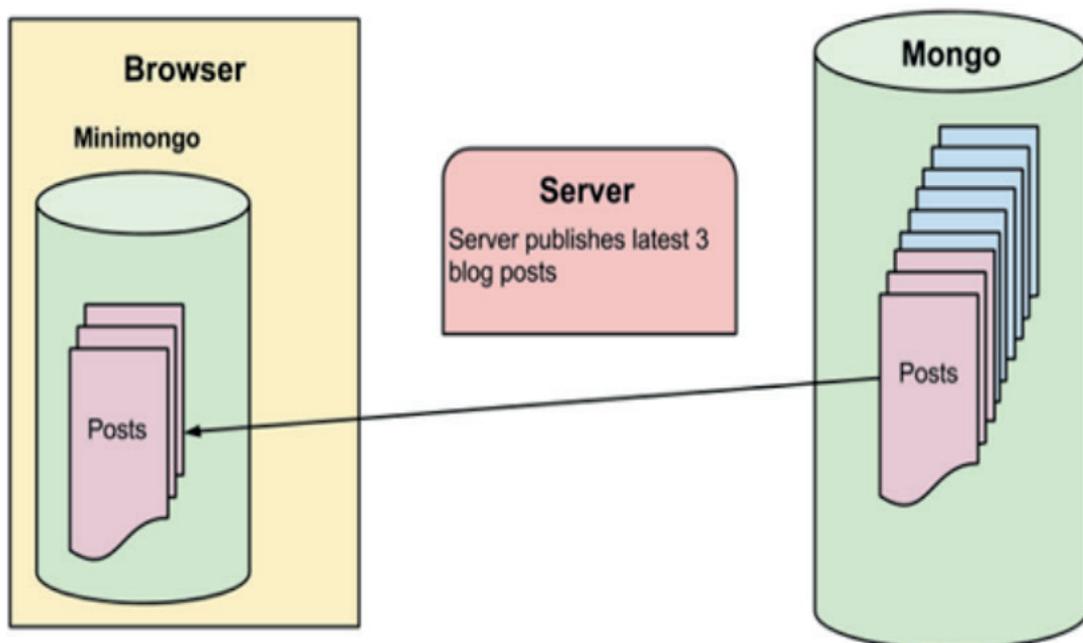


Figura 4: Sincronização de dados feita entre o MongoDB (lado do servidor) e o MiniMongo (lado do cliente). Fonte: Platts, 2015.

Na Figura 4, pode ser visto um exemplo em que o servidor atualiza todos os clientes conectados sobre a publicação de três novos posts. Essa sincronização é automática e pode ser configurada pelo desenvolvedor.

Um ponto importante a se notar é que a coleção do lado do cliente consiste em um subconjunto dos documentos armazenados na coleção Mongo original. Sendo assim, no lado do cliente estão apenas os dados necessários e que sejam visíveis ao usuário atual.

Como os dados do lado do cliente estão na memória do navegador, o acesso é praticamente instantâneo e não são feitas, na maioria dos casos, requisições síncronas adicionais para ler os dados do servidor, visto que a informação já está pré-carregada.

3.2.2 Ciclo de vida

Quanto ao ciclo de vida de uma alteração de dados feita pelo usuário na interface gráfica da aplicação, e com o objetivo de melhorar sua experiência, as ações devem ser realizadas o mais rápido possível, com resposta imediata.

Nesse contexto, caso fosse utilizado um modelo tradicional de requisição, o usuário teria que esperar a resposta do servidor para que a interface da aplicação fosse atualizada, e isso tornaria a operação menos fluida. Pensando nisso, foi definida no Meteor uma funcionalidade que é chamada de compensação de latência (STUBAILO, 2015). A Figura 5 detalha essa estratégia.

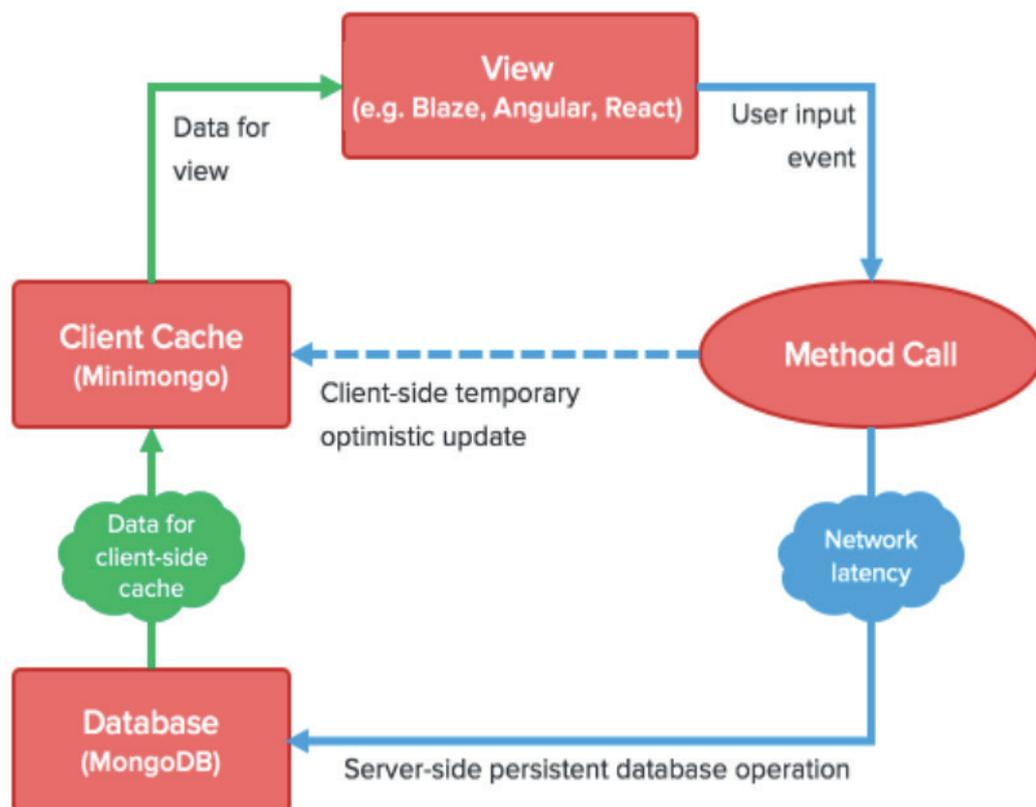


Figura 5: Ciclo de vida de uma requisição no Meteor. Fonte: Stubailo, 2015.

Como o código de verificação dos dados também está disponível no lado do cliente, a chamada ao método atualiza a interface gráfica assumindo que a operação foi realizada com sucesso e, em paralelo, envia uma requisição para executar a ação no lado do servidor de maneira assíncrona.

Na grande maioria das vezes, a requisição do lado do servidor ocorre sem grandes problemas e, como a interface já foi atualizada, não é preciso renderizar a página novamente. Em caso de falha no lado do servidor, a interface gráfica é atualizada e o usuário será informado sobre a falha. Esta técnica também é chamada de interface de usuário otimista, pois se baseia na ideia de que as requisições enviadas pela rede serão executadas com sucesso.

4 | CONCLUSÃO

A presente pesquisa apresentou as estratégias utilizadas pelo framework Meteor para a redução de latência e entrega transparente de dados entre o banco de dados e as views renderizadas no navegador da aplicação (lado do cliente). Foram detalhados os componentes da arquitetura e os principais algoritmos utilizados para a sincronização de dados e requisições.

Nesse contexto, a renderização dinâmica de views HTML, aliada à atualização transparente dos dados utilizando coleções, permite uma melhor experiência do usuário, visto que o ciclo de vida da requisição HTTP é drasticamente reduzido.

Como trabalho futuro, pretende-se propor uma estratégia baseada em DDP utilizando o protocolo UDP para possivelmente diminuir a latência entre as requisições.

Em conclusão, a implementação de estratégias de redução de latência em *frameworks* web é cada vez mais comum. O Meteor, por sua vez, utiliza-se de técnicas como o DDP, o MiniMongo e o live query para diminuir a latência percebida pelo usuário ao navegar pela interface gráfica do aplicativo.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Geraldo. **Qual a melhor arquitetura para aplicações iOS? MVVM?** 2017. Disponível em: <<https://medium.com/@GeraldoBastos/parte-2-qual-a-melhor-arquitetura-para-aplica%C3%A7%C3%B5es-ios-mvvm-803f09cbd989>>. Acesso em: 8 maio 2020.

COLEMAN, Tom; GREIF, Sacha. **Discover Meteor: Building real-time Javascript web apps.** [S.l.: s.n.], 2015.

DEBERGALIS, Matt. **Introducing DDP.** 2012. Disponível em: <<https://blog.meteor.com/introducing-ddp-6b40c6aff27d>>. Acesso em: 2 abr. 2020.

DESIGNVELOPER. **Why choose Meteor for your future web and mobile apps?** 2016. Disponível em: <<https://www.designveloper.com/blog/why-choose-meteor-for-your-future-web-and-mobile-apps/>>. Acesso em: 5 maio 2020.

FLANAGAN, David; MATILAINEN, Pasi. **JavaScript**. [S.l.]: Anaya Multimedia, 2007.

GOOGLE. **AngularJS: Superheroic JavaScript MVW framework**. 2019. Disponível em: <<https://angularjs.org/>>. Acesso em: 2 maio 2020.

MONGODB INC. **Meteor: Build iOS and Android apps that are a delight to use**. 2015. Disponível em: <<https://www.mongodb.com/blog/post/meteor-build-ios-and-android-apps-are-delight-use>>. Acesso em: 1 maio 2020.

OPENJS FOUNDATION. **Node.js**. 2020. Disponível em: <<https://nodejs.org/en/>>. Acesso em: 1 maio 2020.

PLATTS, Matthew. **Meteor tutorial: bring your ideas to life with Meteor**. Melbourne, Sydney: Web Tesmpest, 2015.

STRACK, Isaac. **Getting started with Meteor.js JavaScript framework**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2015a.

_____. **Why Meteor rocks!** 2015b. Disponível em: <<https://hub.packtpub.com/why-meteor-rocks/>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

STUBAILO, Sashko. **Optimistic UI with Meteor**. 2015. Disponível em: <<https://blog.meteor.com/optimistic-ui-with-meteor-67b5a78c3fcf>>. Acesso em: 9 maio 2020.

TILKOV, Stefan; VINOSKI, Steve. Node.js: Using JavaScript to build high-performance network programs. **IEEE Internet Computing**, v. 14, n. 6, p. 80-83, 2010.

TIMMS, Simon. **Mastering JavaScript design patterns**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2014.

IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PERFIS DE MOTORISTAS USANDO APRENDIZADO DE MÁQUINA

Data de aceite: 06/08/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Ricardo Roberto Carlos da Silva Júnior

Centro Universitário de João Pessoa – Unipê

João Pessoa – Paraíba

Hilário Tomaz Alves de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus

Serra

Serra - Espírito Santo

<http://lattes.cnpq.br/8980213630090119>

RESUMO: Sistemas de gerenciamento de frotas tem por objetivo gerenciar a produtividade, custos, segurança e eficiência da frota de veículos de uma organização. Esse tipo de sistema apresenta diversos desafios, como: monitorar e gerenciar a frota de veículos, controlar despesas com combustível, manutenções, entre outras. O uso de técnicas de Inteligência Artificial vem sendo cada vez mais utilizado em sistemas de informação para solucionar problemas que exigem a capacidade de decidir baseado em experiências prévias do problema. Este trabalho propõe um modelo de predição capaz de identificar perfis de condução de motoristas utilizando Aprendizado de Máquina. Para isso, utilizamos dados de motoristas gerados a partir de um sistema de gerenciamento de frotas de veículos. A

investigação realizada abordou o problema de identificação dos perfis dos motoristas, como um problema de classificação binária e de uma única classe. Experimentos foram realizados para avaliar o modelo proposto nessas duas vertentes utilizando uma base de dados real coletada de um sistema de gestão de frota. Os resultados experimentais demonstram que a solução desenvolvida é viável, e o melhor modelo obteve uma acurácia global de 80,96% na identificação dos perfis de condução dos motoristas usando o algoritmo de máquina de vetores de suporte.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Sistemas de Informação; Aprendizado de Máquina; Gestão de Frotas.

AUTOMATIC IDENTIFICATION OF DRIVERS PROFILES USING MACHINE LEARNING

ABSTRACT: Fleet management systems aim to manage the productivity, costs, safety, and efficiency of an organization's vehicle fleet. This kind of system presents several challenges, such as monitoring and managing the vehicle fleet, controlling fuel expenses, maintenance, among others. The use of Artificial Intelligence techniques has been increasingly used in information systems to solve problems that

require the ability to decide based on previous experiences of the problem. This work proposes a prediction model capable of identifying driving profiles using Machine Learning. We use driving data generated from a vehicle fleet management system. The investigation carried out addressed the problem of identifying driving profiles as a binary and a one-class classification problem. Experiments were carried out to evaluate the model proposed in these two aspects using a real database collected from a fleet management system. The experimental results demonstrate that the developed solution is viable, and the best model obtained an overall accuracy of 80.96% in the identification of driving profiles using the support vector machine algorithm.

KEYWORDS: Artificial Intelligence; Information systems; Machine Learning. Fleet management.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de sistemas de informação tornou-se indispensável para as empresas poderem gerenciar os seus processos de forma rápida e eficiente. Um Sistema de Informação (SI) pode ser definido como uma coleção de módulos interligados com funções de coletar, manipular, armazenar e disseminar dados, fornecendo um instrumento de realimentação para alcançar um determinado objetivo (STAIRS e REYNOLDS, 2015).

Qualquer empresa, independente da sua área de atuação, necessita de algum modelo de software de SI que permita mais precisão e agilidade nos seus processos. Atualmente, é praticamente impossível garantir a eficácia em uma empresa ou organização sem a utilização de um, ou mais, sistemas computacionais em seus processos. São vários os benefícios da utilização de sistemas, entre eles, podem-se observar o aumento da produtividade, redução de custos, melhoria na comunicação, maior facilidade na tomada de decisões e como consequência, o aumento da receita (STAIRS e REYNOLDS, 2015).

Com o avanço da tecnologia, têm-se observado um crescente interesse na implantação de Inteligência Artificial (IA) nos SI existentes. Sistemas computacionais que usam técnicas de IA estão cada dia mais presentes no cotidiano das pessoas, por exemplo, nos sistemas de e-mail que adotam algoritmos de IA para filtragem de SPAM, assistentes virtuais de conversação, entre outros. Além disso, existem ainda diversas outras possíveis áreas de aplicação que podem se beneficiar do uso de técnicas de IA. Em particular, uma dessas áreas é a de gestão de frotas, que envolve o gerenciamento de um grande conjunto de atividades referentes aos veículos de uma empresa ou organização. Essas atividades são auxiliadas pela utilização de técnicas, ferramentas e métodos que permitem eliminar possíveis riscos inerentes ao investimento dos veículos, além de aumentar a qualidade do serviço, a produtividade e a efetividade das operações (SILVA e OLIVEIRA, 2018).

Uma das principais funcionalidades de um sistema de gestão de frotas é a identificação do motorista que está conduzindo um certo veículo. Em geral, para obter esse

reconhecimento é necessário o uso de equipamentos de elevado custo para leitura explícita de um cartão de identificação do motorista. Além do problema do alto investimento, esse tipo de identificação está propício à fraude. Nesse contexto, o uso de técnicas de IA para auxiliar no reconhecimento automático do motorista ou de características relacionadas ao perfil de condução de um motorista, pode ser uma solução de grande potencial.

O objetivo deste trabalho é propor uma solução usando Aprendizado de Máquina para identificar perfis de condução de motoristas automaticamente em um sistema de gestão de frotas. A solução proposta utiliza dados da forma como o motorista conduz um veículo, coletadas a partir de um sistema de gerenciamento de frotas. Os dados utilizados neste trabalho são: excessos de velocidade dos veículos, realização de ações como freadas bruscas, distâncias percorridas, tempo ocioso do motor, entre outras.

O objetivo da solução proposta é mitigar o problema do alto custo com equipamentos e agregar mais praticidade ao processo de identificação de motoristas. Nossa ideia é que usando um modelo de classificação é possível aprender com dados históricos, o modo como um motorista conduz um certo veículo. Dessa forma, no futuro, caso ocorra em um determinado dia um comportamento muito diferente do normal, isso demonstra um desvio atípico daquele perfil de condução, o que deve ser identificado pelo modelo e, posteriormente, emitido um alerta para esse fato seja analisado pelo gestor responsável.

Para avaliar a viabilidade da solução proposta, dois experimentos foram realizados utilizando uma base de dados real contendo dados de dez motoristas, coletados a partir de 1.513 dias de monitoramento. Os resultados experimentais demonstram que o modelo de classificação criado obteve uma acurácia de 80,96% na identificação dos perfis de condução dos motoristas utilizando o algoritmo de máquina de vetores de suporte.

2 | SOLUÇÃO PROPOSTA

Inicialmente, como o módulo de identificação de motorista proposto neste trabalho funcionará de forma integrada a um sistema de gestão de frota, é necessário entender como a arquitetura atual desse sistema funciona. Esse entendimento é essencial para compreender como os dados que serão utilizados pelo modelo de classificação proposto são capturados. A Figura 1 apresenta a arquitetura do sistema de gerenciamento de frotas utilizado neste trabalho.

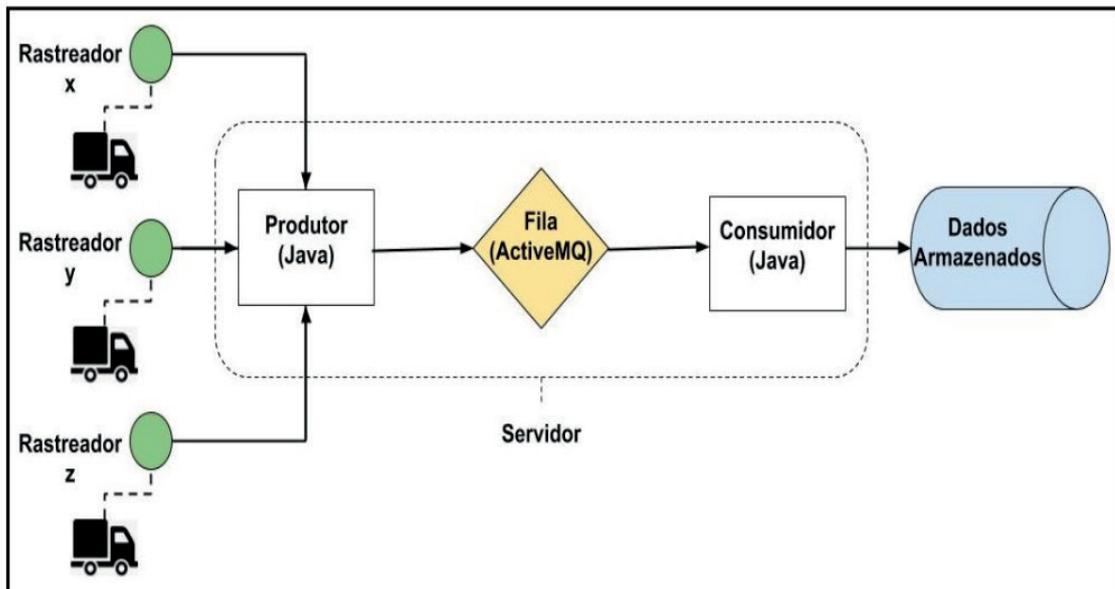


Figura 1. Arquitetura do Sistema de gestão de frotas.

A arquitetura do sistema pode ser descrita iniciando pelos equipamentos de rastreamento adotados. Cada veículo monitorado pelo sistema tem um rastreador conectado. Esses equipamentos além de recuperar a localização geométrica, capturam em um intervalo de no máximo 30 segundos diversos dados relevantes para o gerenciamento dos veículos, como: velocidade, distância percorrida, status da ignição, aceleração brusca, freada brusca, curva acentuada, entre outras. Esses dados são obtidos e enviados para um servidor via internet, pois, cada rastreador contém modem com tecnologia 2G, 3G ou 4G.

A comunicação entre o rastreador e o servidor foi desenvolvida seguindo uma arquitetura clássica do tipo Produtor-Consumidor e foi completamente desenvolvida usando a linguagem de programação Java. O módulo Produtor possui três funções principais: **(i)** receber pacotes de dados dos equipamentos conectados nos veículos; **(ii)** enviar alguma instrução para os mesmos; e **(iii)** armazenar em uma estrutura de dados do tipo fila todos os dados coletados no ActiveMQ.

O ActiveMQ é um intermediário de mensagem de código-fonte aberto escrito na linguagem Java, com um cliente do tipo Java Message Service (JMS). O ActiveMQ promove a comunicação entre mais de um cliente ou servidor. Neste caso, o ActiveMQ armazena temporariamente os pacotes de dados que recebeu do Produtor até que outro *software* denominado Consumidor capture cada pacote.

O módulo Consumidor tem como função principal receber e tratar os dados armazenados no ActiveMQ. Esse tratamento significa interpretar os pacotes, separando os dados e atribuindo o devido valor a cada atributo. Após esse processo, o sistema Consumidor armazena de forma definitiva todos os eventos e dados recebidos e tratados em um banco de dados MySQL.

O objetivo do módulo de predição proposto neste trabalho é a identificação do perfil de condução dos motoristas através dos dados gerados pelo equipamento rastreador, excluindo a obrigatoriedade do uso agregado de outros equipamentos. Dessa forma, espera-se reduzir o custo da implantação da funcionalidade de identificação explícita do motorista, ajudando a solucionar o problema da possibilidade de fraude.

A Figura 2 apresenta uma visão geral das etapas realizadas pelo módulo de identificação proposto neste trabalho que tem início a partir da leitura da base de dados do monitoramento dos veículos. A solução proposta neste trabalho foi desenvolvida utilizando a linguagem Python.

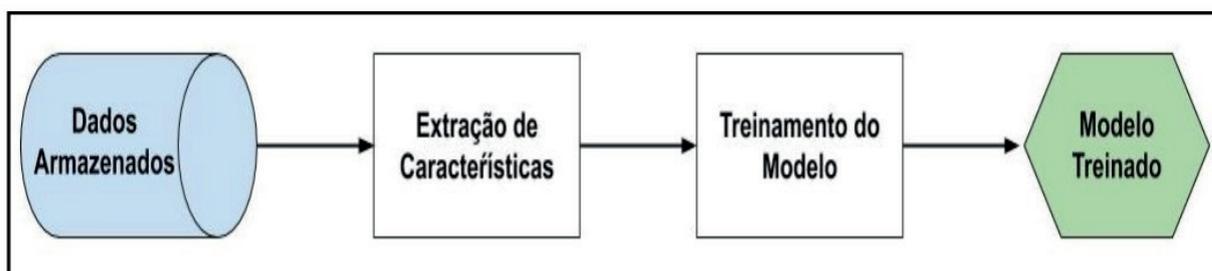


Figura 2. Arquitetura do módulo proposto.

Com os dados do veículo coletados pelos rastreadores é possível ter acesso aos dados gerados durante os trajetos e rotas percorridas pelos veículos, como: velocidade, quilômetros percorridos, status de ignição ligada ou desligada, identificação do motorista, latitude, longitude, data e hora do momento da informação. Além desses, os rastreadores geram eventos através do seu acelerômetro, como excesso de velocidade, aceleração brusca, freada brusca e curva acentuada.

Inicialmente, o módulo proposto realiza a leitura dos dados armazenados no banco de dados e executa a extração das características (atributos) que, posteriormente, são usadas para a construção do modelo de predição proposto. Os atributos investigados neste trabalho são:

- **Aceleração brusca:** evento gerado pelo rastreador quando o motorista acelera o veículo de forma brusca ou fora do padrão configurado.
- **Freada brusca:** evento gerado pelo rastreador quando o motorista freia o veículo de forma brusca ou fora do padrão configurado.
- **Curva acentuada:** evento gerado pelo rastreador quando o motorista faz uma curva, movendo o volante de forma brusca ou fora do padrão configurado.
- **Excesso de velocidade:** evento gerado quando o veículo ultrapassa a velocidade permitida configurada no rastreador.
- **Velocidade máxima:** velocidade máxima alcançada pelo veículo por dia.
- **Velocidade média:** velocidade média do veículo por dia.

Os dados supracitados são transmitidos pelos equipamentos rastreadores através de eventos gerados no intervalo máximo de 30 segundos. Por isso, foi necessário desenvolver uma rotina para agrupar esses dados e derivar os atributos por dia. Dessa forma, foi possível obter para cada dia a velocidade máxima, velocidade média e a quantidade dos eventos de aceleração brusca, freada brusca, curva acentuada e excesso de velocidade.

As características extraídas são utilizadas como um vetor de atributos para treinar o modelo de classificação proposto. Para treinar um modelo de aprendizado supervisionado é necessário ter exemplos rotulados para que o algoritmo possa aprender a partir desses exemplos de treinamento. Para isso, utilizou-se a base de dados do sistema de gestão de frotas que possui diversos dados de monitoramento dos veículos, com seus respectivos motoristas identificados pelo seu cartão de identificação.

É importante ressaltar que o objetivo do módulo proposto neste trabalho não é classificar os dados de um dia de condução (vetor de atributos) predizendo os nomes dos motoristas. O cenário vislumbrado é sem nenhuma identificação explícita do motorista, coletar dados do processo de condução de um certo veículo, de forma a aprender o comportamento de direção do motorista desse veículo. Dessa forma, caso no futuro aconteça um comportamento atípico de condução, o mesmo seja identificado e sinalizado para o sistema de gestão de frota.

Baseado no objetivo vislumbrado, a ideia é treinar um modelo de classificação a partir de um conjunto de exemplos, contendo o histórico de monitoramento de condução de um certo veículo Y. Dessa forma, dada uma nova ocorrência, ou seja, um novo dia de monitoramento do veículo Y, o objetivo do modelo é estimar se o comportamento de direção foi normal com base nos exemplos usados para treiná-lo ou se houve um comportamento de direção fora do normal.

3 | EXPERIMENTOS

Nesta seção, são apresentados dois experimentos realizados para avaliar o módulo de identificação proposto. Na subseção 3.1, são apresentadas algumas informações importantes relacionadas ao ambiente experimental utilizado. O primeiro experimento, apresentado na subseção 3.2, compara a execução de diferentes algoritmos de AM para a identificação do perfil de condução. Nesse experimento, a tarefa de identificação do motorista foi tratada, como um problema de classificação binária. Na subseção 3.3, são apresentados os resultados do segundo experimento, cujo o objetivo é comparar o desempenho de diferentes algoritmos de AM, mas neste caso, tratando a tarefa de identificação do perfil de condução como um problema de classificação de uma única classe.

3.1 CONFIGURAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram realizados usando o mesmo conjunto de dados reais extraídos de um sistema de gestão de frotas. Os dados usados nos experimentos foram coletados entre os meses de junho de 2018 e dezembro de 2018, sendo monitorados dez motoristas, que por questões de privacidade foram identificados com os rótulos de 1 até 10. Os dados foram extraídos do banco de dados e exportados em arquivos Comma Separated Values (CSV) para a execução do protótipo do módulo de identificação proposto neste trabalho de maneira independente do sistema de gestão de frota.

No total foram usados 1.513 dias de monitoramento, considerando o intervalo de tempo e os dez motoristas. Esse conjunto de dados é usado em todos os experimentos realizados neste trabalho. É importante ressaltar que para cada dia de monitoramento foram coletados os seguintes dados de cada motorista: quantidade dos eventos de aceleração brusca, freada brusca, curva acentuada, e excesso de velocidade. Além disso, foram coletados a velocidade máxima e média do dia. Dessa forma, seis atributos são usados para a construção do modelo.

A medida de avaliação usada nos experimentos foi a taxa de acerto ou acurácia global, que consiste na razão entre o total de classificações corretas feitas pelo algoritmo em relação ao total de classificações realizadas.

3.2 EXPERIMENTO 1 – CLASSIFICAÇÃO BINÁRIA

Neste primeiro experimento, a tarefa de identificação do perfil do motorista foi tratada, como um problema de classificação de duas classes (binária), ou seja, o objetivo é criar um modelo de predição capaz de identificar, dado um monitoramento de um veículo de um dia, se este foi conduzido pelo Motorista X ou não.

Foram avaliados os seguintes algoritmos de AM: Árvore de Decisão (FACELI et al, 2011), K-vizinhos mais próximos, do inglês, K-nearest Neighbours (KNN) (AHA e KIBLER, 1991), Naive Bayes (JOHN e LANGLEY, 1995), Random Forest (BREIMAN, 2001), e quatro variações do algoritmo de Máquinas de Vetores de Suporte (CORTES e VAPNIK, 1995), do inglês *Support Vector Machines* (SVM), usando como funções de núcleo as seguintes opções: **(i)** Uma função linear (SVM Linear); **(ii)** Uma função de base radial, do inglês *Radial Basis Function* (SVM RBF); **(iii)** Uma função polinomial (SVM Polinomial); e **(iv)** a função Sigmoide (SVM Sigmoide). Todos os algoritmos mencionados foram utilizados usando as implementações disponíveis na ferramenta *scikit-learn* (<https://scikit-learn.org/>), usando suas configurações padrões.

Como metodologia de avaliação, foi utilizado o método de *Leave-one-out* (LOO). Esse método consiste em realizar para cada um dos 1.513 dias (exemplos), as seguintes etapas:

- **Treinamento:** Nesta etapa, 1.512 exemplos (dias) são usados para treinamento, gerando ao final um modelo de classificação.
- **Teste:** O exemplo (dia) de monitoramento não usado na etapa de treinamento é usado nesta etapa para testar o modelo gerado na etapa anterior.

Como o processo de classificação adotado foi binário, para cada exemplo analisado, os 1.512 usados para o treinamento do modelo foram alterados da seguinte forma: Caso o exemplo de treinamento seja do mesmo motorista do exemplo de teste, esse rótulo do motorista permanece; caso contrário o rótulo do exemplo fica como sendo 'Outro'. Ou seja, o algoritmo é treinado para classificar um exemplo como sendo da classe motorista 'X', onde X é o identificador do motorista, ou da classe 'Outro'.

Para comparar os algoritmos de AM investigados, ao final das 1.513 execuções, computou-se a acurácia global de cada algoritmo. São apresentados na Tabela 1 os resultados obtidos na execução dos experimentos. O melhor resultado com base na medida de acurácia está destacado em negrito.

Algoritmos	Acurácia (%)
Árvore de Decisão	45,87
KNN	43,89
Naive Bayes	54,73
Random Forest	40,12
SVM Linear	79,51
SVM Polinomial	65,30
SVM RBF	80,96
SVM Sigmoides	60,74

Tabela 1. Resultados da comparação dos algoritmos de AM na tarefa de classificação binária com base na medida de acurácia.

Como pode ser observado na Tabela 1, as variações do algoritmo de SVM apresentaram resultados superiores aos demais algoritmos considerados. O algoritmo que apresentou o melhor desempenho foi o de SVM usando como núcleo uma função radial (SVM RBF). Esse algoritmo conseguiu classificar corretamente 1.225 dos 1.513 exemplos considerados, o que representa uma taxa de assertividade de 80,96%. Por outro lado, o algoritmo *Random Forest* apresentou o pior desempenho acertando apenas 607 (40,12%) dos exemplos.

Os algoritmos foram executados usando todos os seis atributos, ou seja, nenhum algoritmo de seleção de características foi executado. Nesse caso, nada foi verificado sobre a relevância de cada um dos atributos para o processo de classificação. Deixamos essa tarefa como uma possível linha de investigação futura.

Um ponto importante a ser mencionado e que pode impactar no desempenho dos algoritmos, é que motoristas diferentes podem ter comportamentos de conduções semelhantes, ou seja, ter um modo de dirigir similar. Por isso, é muito complexo realizar o processo de decisão de classificação, dado que podem existir exemplos similares nas duas classes de categorização. Uma investigação futura para analisar esses casos é necessário para melhorar o processo de classificação.

3.3 EXPERIMENTO 2 – CLASSIFICAÇÃO DE UMA ÚNICA CLASSE

Neste segundo experimento, a tarefa de identificação do perfil de condução foi abordada, como um problema de classificação de uma única classe, do inglês *One-class classification* (OCC). O objetivo é criar um modelo de predição capaz de identificar, dado um monitoramento de um veículo de um dia, se este representa um comportamento normal (*inlier*), ou seja, pertence à classe usada para treinar o modelo, ou se representa um comportamento anormal (anomalia) que não pertence a essa classe (*outlier*).

A tarefa de classificação de uma única classe é muito usada para a detecção de valores discrepantes. Nessa tarefa o objetivo é separar observações regulares de algumas observações considerada anormais, chamadas *outliers*. Os seguintes algoritmos foram selecionados por serem comumente usados para detecção de *outliers*: *Elliptic Envelope* (ROUSSEEUW e VAN DRIESSEN, 1999), *Local Outlier Factor* (BREUNIG et al., 2000), *Isolation Forest* (LIU; TING; ZHOU, 2008) e *One Class Support Vector Machines* (OSVM) (SCHOLKOPF et al., 2000) usando, como núcleo as seguintes variações: **(i)** a função de base radial (OSVM RBF); **(ii)** a função Sigmoide (OSVM Sigmoide); **(iii)** a função linear (OSVM Linear); e **(iv)** a função polinomial (OSVM Polinomial). Todos os algoritmos mencionados foram utilizados com as implementações disponíveis na ferramenta *scikit-learn*, usando suas configurações padrões.

Como metodologia de avaliação, foi utilizado uma variação do método de Leave-one-out (LOO). Como mencionado anteriormente, esse método executa para cada um dos 1.513 dias (exemplos), as seguintes etapas:

- **Treinamento:** Nesta etapa, somente os exemplos que são do motorista selecionado para teste, são usados para treinar o modelo de classificação. É importante ressaltar que essa estratégia foi adotada porque na tarefa de classificação OCC, apenas exemplos de uma única classe são usados durante o treinamento. Dessa forma, todos os X exemplos que não são do mesmo motorista do indivíduo de teste, não são utilizados aqui.
- **Teste:** O exemplo (dia) de monitoramento não usado na etapa de treinamento, é usado nesta etapa para testar o modelo criado na etapa anterior. Como na etapa de treinamento apenas exemplos que são da mesma classe do indivíduo de teste foram usados para treinar o modelo, apenas a capacidade de detectar comportamentos normais (*inliers*) será avaliado, ou seja, todos os indivíduos de teste são

inliers. Dessa forma, foram realizados 1.513 testes de identificação de *inliers*. Para testar a capacidade do modelo gerado de identificar a presença de anomalias (*outliers*), foi usada a ideia de usar todos os X exemplos que não são do motorista do indivíduo de teste, como exemplos de teste de *outliers*. Dessa forma, para esta avaliação, foram realizados ao todo 13.617 testes de identificação de *outliers*.

Seguindo o processo de avaliação descrito anteriormente, foram realizados 1.513 testes para identificação de *inliers* e 13.617 testes para o reconhecimento de *outliers*. Por isso, computou-se a acurácia de cada algoritmo no processo de identificação de *inliers*, *outliers*, e a acurácia global. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos na execução deste experimento, com o melhor resultado em cada cenário avaliado está destacado em negrito.

Algoritmos	<i>Inliers</i> (%)	<i>Outliers</i> (%)	Acurácia Global (%)
<i>Elliptic Envelope</i>	89,29	32,67	38,33
<i>Local Outlier Factor</i>	91,14	40,00	45,11
<i>Isolation Forest</i>	84,73	42,38	46,62
<i>OSVM Linear</i>	48,45	81,05	77,79
OSVM RBF	48,98	71,50	69,24
OSVM Polinomial	47,65	72,50	70,01
OSVM Sigmoide	50,36	70,54	68,52

Tabela 2. Resultados da comparação dos algoritmos de AM na tarefa de classificação de uma única classe com base na medida de acurácia.

Os resultados dos experimentos demonstram que o desempenho dos algoritmos varia consideravelmente nas tarefas de detecção de *inliers* e *outliers*. O algoritmo *Local Outlier Factor* obteve o melhor desempenho na tarefa de classificação de *inliers*, identificando corretamente 1.379 dos 1.513 casos de teste. Por outro lado, os seus resultados no processo de reconhecimento de *outliers* foi muito baixo, classificando corretamente apenas 5.446 dos 13.617 casos de teste.

O algoritmo OSVM Linear apresentou o melhor desempenho no processo de reconhecimento de *outliers*, classificando corretamente 11.037 dos 13.617 testes realizados. Na tarefa de reconhecimento de *inliers* sua performance foi baixa, apenas 733 classificações corretas dentre os 1.513 testes. Apesar desse baixo desempenho, o algoritmo OSVM Linear obteve a melhor acurácia global com 11.770 identificações corretas, o que representa uma taxa de 77,79% de assertividade.

Assim como no experimento anterior, o fato de existirem motoristas diferentes com comportamentos de direção similares, acabou diminuindo o desempenho dos algoritmos. Dessa forma, uma categorização por comportamentos similares e não pelo motorista pode ser interessante para refinar melhor o processo de classificação.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, investigamos o problema de identificação de comportamento de condução de motoristas em um sistema de gestão de frotas. Essa tarefa tem por objetivo aprender a identificar automaticamente o modo como um determinado motorista dirige um certo veículo monitorado, com base nas informações coletadas por rastreadores. Os modelos de predição investigados utilizaram informações extraídas durante o processo de monitoramento dos veículos, sendo eles a quantidade dos eventos de aceleração brusca, freada brusca, curva acentuada, e excesso de velocidade; velocidade máxima e média do dia.

Dois experimentos foram realizados para avaliar a solução inicial desenvolvida, tratando o problema como uma tarefa de classificação binária e de uma única classe. Os resultados experimentais iniciais em uma base de dados real com 1.513 exemplos foram encorajadores. Baseado nos resultados obtidos, a melhor forma de abordar o problema de identificação de perfis do motorista foi tratá-lo como uma tarefa de classificação binária. O algoritmo de máquina de vetores de suporte com núcleo radial obteve 80,96% de acurácia na identificação de comportamento dos motoristas.

Com base nas limitações observadas e nas lições aprendidas, como trabalhos futuros, iremos realizar as seguintes linhas de investigação para a extensão e melhoria da solução proposta: (i) Uma maior investigação de possíveis dados que podem ser utilizados como atributos para criar os modelos de predição; (ii) Expansão da base de dados e uma melhor categorização dos exemplos com base no perfil de condução e não no motorista; (iii) Integração do módulo proposto ao sistema de gestão de frotas para validação da solução proposta em ambiente real; e (iv) Analisar o desempenho da aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina profundo (Deep Learning).

REFERÊNCIAS

AHA, D.; KIBLER, D. **Instance-based learning algorithms**. Machine Learning, v. 6, p.37–66, 1991.

BREIMAN, L. **Random forests**. Machine Learning, v. 45, n^o. 1, p. 5–32, 2001.

BREUNIG, M.; KRIEGEL, H.; NG, R.; SANDER, J. **LOF: identifying density-based local outliers**. In International conference on Management of data. Dallas, Texas, USA, pp. 93-104, 2000.

CORTES, C.; VAPNIK, V. **Support-vector networks**. Machine Learning, v. 20, n^o 3, pp 273–297, 1995.

FACELI, K., LORENA, A. C., GAMA, J. CARVALHO, A. C. P. L. F. **Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizagem de Máquina**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

JOHN, G. H.; LANGLEY, P. **Estimating continuous distributions in bayesian classifiers**. In: Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence. San Mateo: Morgan Kaufmann, p. 338–345, 1995.

LIU, F.; TING, K.; e ZHOU, Z. **Isolation forest**. In Eighth IEEE International Conference on Data Mining, pp.413-422, 2008.

ROUSSEEUW, P.; VAN DRIESSEN, K. **A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator**. Technometrics, v. 41, nº 3, pp. 212-223, 1999.

SCHOLKOPF, B.; WILLIAMSON, R.; SMOLA, A.; TAYLOR, J.; PLATT, J. **Support vector method for novelty detection**. In Neural Information Processing Systems, pp. 582–588, 2000.

SILVA, L. L. A., OLIVEIRA, P. A. **Métodos de depreciação de veículos nacionais de até mil cilindradas: Um estudo de caso**. Tekhne e Logos, Botucatu, SP, v.9, n.2, set., 2018.

STAIRS, R. M., REYNOLDS, G. W. **Princípios de Sistemas de Informação**. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS ESTRATÉGIA, ARQUITETURA E METODOLOGIA

Data de aceite: 06/08/2020

Francisco Carlos Paletta

Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0002-4112-5198>

RESUMO: Neste trabalho avaliamos as estratégias, arquiteturas e metodologia aplicadas na Integração de Aplicativos nos processos de gestão e organização da informação. A complexidade da integração de sistemas, tanto de plataformas tecnológicas quanto de aplicativos e processos, exige uma estratégia de gestão que ofereça uma perspectiva ampla e leve em conta as necessidades, os desafios e as metas dos processos de gestão e organização da informação. Para pôr essa estratégia em prática, é necessário um plano que permita organizar e coordenar as diversas iniciativas de integração que deverão ser confrontadas. É de fundamental importância a escolha de uma arquitetura de integração que estabeleça os limites tecnológicos e facilite a implementação de novas soluções de integração. A Ciência da Informação pode contribuir de forma efetiva com estudos que auxiliem o desenvolvimento de metodologias permitindo o entendimento da complexidade da integração de aplicativos na era digital.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência da Informação; Tecnologia da Informação; Arquitetura da

Informação; Busca e Acesso à Informação; Dados Abertos; Web de Dados.

ABSTRACT: In this work we evaluate the strategies, architectures and methodology applied in Application Integration in the management processes and information organization. The complexity of systems integration, both technological platforms and applications and processes, requires a management strategy that offers a broad perspective and considers the needs, challenges and goals of information management and organization processes. To put this strategy into practice, a plan is needed to organize and coordinate the various integration initiatives that will have to be confronted. It is of fundamental importance to choose an integration architecture that sets the technological limits and facilitates the implementation of new integration solutions. Information Science can effectively contribute with studies that help the development of methodologies allowing the understanding of the complexity of application integration in the digital era.

KEYWORDS: Information Science; Information Technology; Information Architecture; Search and Access to Information; Open Data; Data Web.

INTRODUÇÃO

O objetivo da integração de aplicativos, além de resolver um problema tecnológico, deve apresentar-se como uma necessidade estratégica por conseguir que os processos associados a gestão e organização da informação sejam fluidos, eficazes, eficientes e flexíveis.

Com uma visão global, é possível coordenar as iniciativas de diferentes projetos com necessidades de integração comuns, para, assim, aproveitar os esforços realizados e utilizar os recursos da Tecnologia da Informação em toda a organização de forma mais eficiente. (SCHWALBE, 2015)

Conteúdo digital se transformou em um importante motor da Web de Dados. A inovação tecnológica e a nova demanda dos usuários estão levando a novas e diretas formas de busca, acesso, apropriação, recuperação e uso da informação. (BARBOSA, 2015)

Melhoramentos contínuos em tecnologia de redes, software e hardware, incluindo serviços Web, proteção de conteúdo e prestação de serviços, têm tornado possível o desenvolvimento de conteúdo digital avançado. Maior cooperação é o principal desafio, já que a produção de conteúdo digital requer acordos entre desenvolvedores de conteúdo, fabricantes de equipamentos e distribuidores e desenvolvedores de aplicativos.

Neste contexto torna-se relevante para a Ciência da Informação avaliar a complexidade os principais desafios da Era Digital e das Transformações impostas aos processos de organização e gestão da informação e do conhecimento. (PITKIN, 1991). A crescente disponibilização das tecnologias e o fluxo cada vez maior e mais rápido do acesso à informação têm desafiado os Profissionais da Informação no entendimento de novas práticas de apropriação e uso da informação na produção de conhecimento e criação de vantagem competitiva organizacional.

Aumentar a produtividade e construir ambientes ágeis que permitam aos Profissionais da Informação responder as demandas da gestão da informação é fator fundamental para a construção de um portfólio adequado de Serviços de Informação que proporcione atender as demandas do Usuário cada vez mais conectado e independente no uso de ferramentas e aplicativos WEB associadas aos processos de busca, acesso, recuperação, apropriação e uso da informação. (SOUZA, 2015).

O FLUXO DA INFORMAÇÃO NA WEB

A atividade de gestão e organização da informação em uma organização está estruturada sob um conjunto de processos complexos, lógicos, consistentes e integrados ao que a Ciência da Informação define como Ciclo da Informação – por exemplo, desde a busca de informação na Web de Dados sobre uma determinada matéria prima,

passando pela recuperação e apropriação desta informação até o uso desta informação na consolidação de um novo produto ou serviço. (BAWDEN, 2012).

O advento da IoT – Internet das Coisas e estas novas tecnologias têm permitido aumentar a produtividade dos profissionais da informação, aprimorar o processo de tomada de decisão e focar nas demandas por busca, acesso, recuperação e apropriação da informação na Era Digital (ATZORI, 2010). A gestão e o suporte destes ambientes heterogêneos e complexos, repletos de recursos e dispositivos computacionais, comprovadamente têm se revelado de gestão complexa e fortemente impactado pelo fenômeno do Big Data, pela Ciência de Dados e pela Inteligência Artificial.

Apesar disso, é comum hoje em dia, na maioria das organizações, a existência de processos fragmentados de negócios que não fluem por todas as atividades nem pelos limites entre áreas de negócios ou entre a organização e o usuário/cliente, fornecedores e parceiros, o que leva a incontáveis erros, atrasos e ineficiência no desempenho da organização (BALTZAN, 2012).

Na prática, diferentes unidades se encarregam de cada uma das diversas atividades ou funções envolvidas no processo corporativo - processamento de pedidos, cobrança, despacho, processamento de inventários, faturamento, contabilidade, reclamações, atendimento ao cliente, entre outros serviços, utilizando diferentes aplicativos, que, em geral, foram desenvolvidos de maneira independente - dentro de uma organização coexistem desenvolvimentos próprios e sistemas de diversos fornecedores. É comum ocorrer, além disso, que cada um desses aplicativos processe formatos de dados diferentes ou funcione em plataformas diferentes, o que dificulta ainda mais a fluidez dos processos e o intercâmbio de informações. O fluxo da informação cada vez mais dependente da Web, se complica à medida que se tenta agregar atividades ou novos processos.

Esse intercâmbio entre aplicativos isolados ou mal integrados é geralmente realizado de forma bastante precária, seja pela ação manual de um operador ou mediante interfaces ponto-a-ponto entre aplicativos, tais como transferências de arquivos. Por essa razão, a informação que deve fluir ao longo do processo fica propensa a perdas, distorções ou, simplesmente, atrasos. Tudo isso é refletido em um desempenho organizacional deficiente e em uma má qualidade no atendimento aos usuários ou na relação com os fornecedores e parceiros de negócios.

INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS

Atualmente, uma parte considerável dos investimentos em projetos de Tecnologia da Informação nas organizações é dedicada a iniciativas de integração de aplicativos. No processo de implementação de aplicativos, de 30 a 35% dos custos provêm de necessidades de integração, dada a variedade de tecnologias que encontramos no interior de uma mesma organização. Frequentemente, esses custos não são adequadamente

estimados no início do projeto, transformando-se em uma causa importante de atrasos e excessos orçamentários. (BROWN, 2012)

Essas estimativas continuam válidas, apesar da tendência no sentido da integração de funções tais como finanças, recursos humanos, inventário e controle de produção em aplicativos do tipo ERP – Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial). Em termos gerais, esse tipo de solução abrange apenas 30% das funcionalidades de um negócio (embora essa porcentagem varie significativamente entre os ramos de atividade), e é por isso que as organizações ainda precisam de uma grande diversidade de aplicativos para suportar suas operações. (WALKER, 2014).

Além disso, a tendência ao desenvolvimento de diversas interfaces ponto-a-ponto entre os aplicativos segundo as necessidades de cada projeto individual eleva a complexidade dos projetos de Tecnologia da Informação e, portanto, os riscos de não cumprir os objetivos, prazos e orçamentos estimados. (ROSE, 2014)

Além disso, aumenta os custos de manutenção, ocasiona uma duplicação de esforços e recursos, ao mesmo tempo em que não permite flexibilidade para alterar ou melhorar seus processos a fim de aproveitar as oportunidades de mercado e melhorar sua competitividade.

Podemos afirmar, então, que a integração é, e continuará sendo, uma necessidade crucial para as organizações, e seu gerenciamento adequado afeta diretamente a eficiência de seus processos e o bom gerenciamento de seus recursos de TI. (THOMAS, 2002)

ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS

Normalmente, a integração de aplicativos tem sido abordada de maneira isolada, por meio de projetos limitados à criação de interfaces entre aplicativos ou à integração técnica de plataformas. Isso levou a uma multiplicidade de iniciativas de integração muito semelhantes, que, em geral, atendem apenas parcialmente as necessidades de integração de processos da organização e representam uma enorme duplicação de esforços.

É necessário elaborar um plano de ação no qual sejam identificadas, avaliadas e estabelecidas prioridades para as iniciativas de integração a serem abordadas – Processo Figura 1.

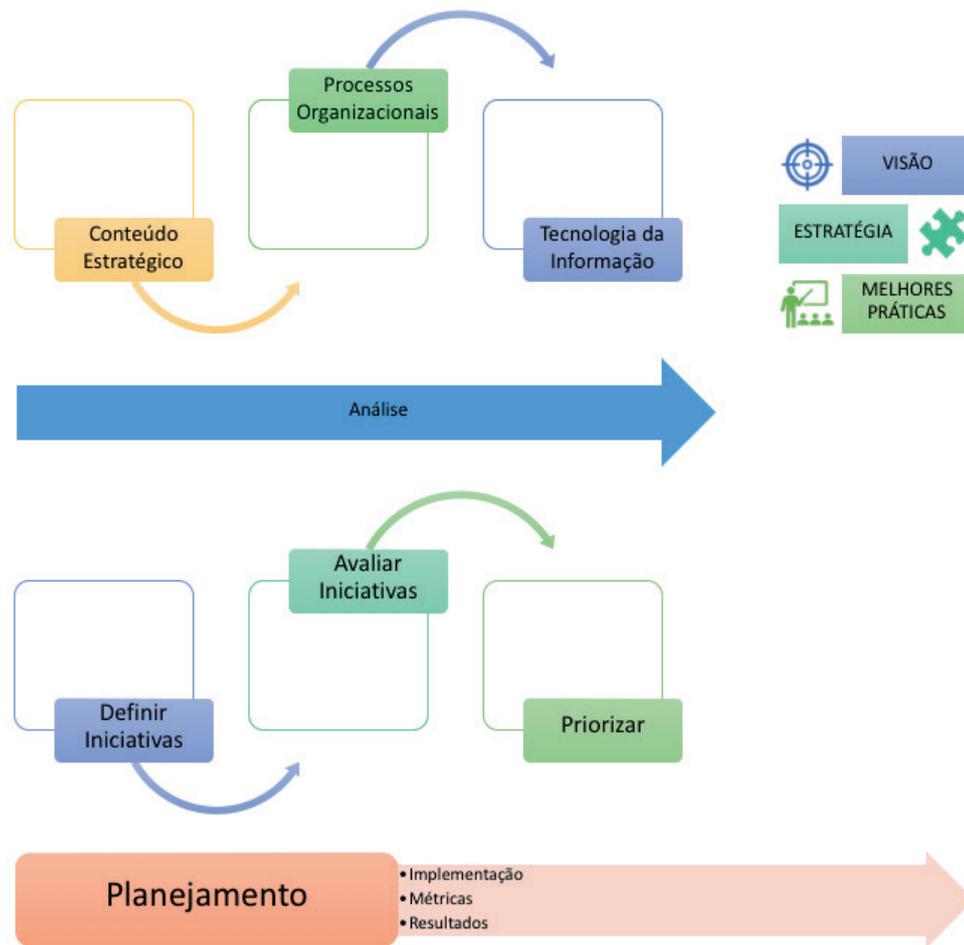


Figura 1. Estratégia de Integração de Aplicativos

Fonte: Autor – Adaptado de Novell Inc.

O desenvolvimento de soluções de integração de aplicativos exige, primeiramente, a análise da situação atual do ponto de vista estratégico da organização, dos seus processos e suas iniciativas de negócios e da sua plataforma tecnológica. Esses insumos permitem definir uma visão de integração que estabeleça claramente os objetivos de integração da organização e como suas iniciativas estratégicas serão apoiadas. Posteriormente, é preciso desenvolver uma estratégia para atingir essa visão, partindo-se da situação atual e seguindo as melhores práticas do setor.

Com objetivo de agregar valor ao negócio, a abordagem do problema da integração evoluiu com o tempo, passando de um enfoque pontual para um enfoque centrado nos processos, tanto para dentro como para fora da organização. Essa mudança gerou a necessidade de se contar com uma estratégia de integração que apresente uma visão global das necessidades da organização e permita alinhar os esforços de integração com a estratégia, os objetivos e as iniciativas de negócios.

ARQUITETURA ORIENTADA À SERVIÇOS

A arquitetura de aplicativos tradicional da maioria das organizações segue um esquema vertical, Figura 2, no qual um conjunto de usuários tem acesso a determinados aplicativos para realizar tarefas específicas nos processos de negócios, por meio de canais e dispositivos predeterminados, tais como terminais, caixas automáticos, Web. Nesse esquema, as funcionalidades dos aplicativos encontram-se presas a eles, e seu acesso é limitado.

O processo de Integração de Aplicações Corporativas EAI – *Enterprise Application Integration*, (WIKI, 2019 - <https://pt.wikipedia.org/wiki/EAI>), utilizam-se de meios computacionais e arquitetura de sistemas para viabilizar a interação entre aplicações internas e externas da organização que dão suporte aos processos de negócio dela.

Os componentes presentes em uma arquitetura de integração de sistemas são:

- Sistemas – que trocarão dados entre si
- Dados que serão trafegados pela arquitetura
- Interface – Web Services p. ex
- Comunicação a ser utilizada durante a troca de informações entre os sistemas

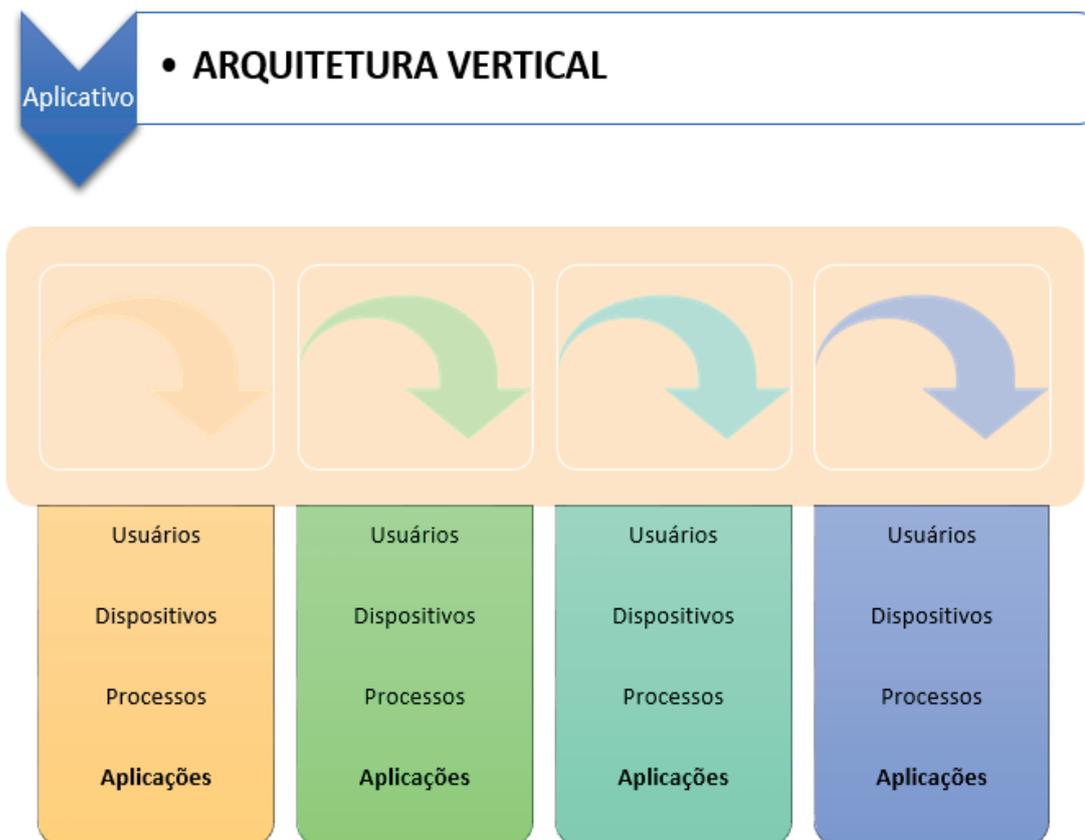


Figura 2. Arquitetura Vertical de Integração de Aplicativos

Fonte: Autor – Adaptado de Novell Inc.

A gestão consolidada do ambiente de trabalho de TI exige que as organizações adotem uma abordagem holística orientada a pessoas, processos e tecnologia em todo o ambiente de computação e que permita analisar suas necessidades operacionais, a implementação, o gerenciamento e o suporte contínuos das soluções implementadas.

Uma alternativa à Arquitetura Vertical é desenvolver um esquema horizontal, orientado a serviços, Figura 3, dinâmico e flexível, no qual os aplicativos ofereçam suas funções como serviços de negócios, que podem ser combinados para compor diversos processos de negócio, independentemente dos usuários e dos dispositivos de acesso. É aqui que tecnologias tais como Serviços de Web podem ser um elemento determinante, facilitando a criação desses serviços de negócios como componentes de software capazes de interagir por meio de interfaces de Web que lhe permitam intercambiar informação no formato XML. Dessa forma, a interoperabilidade entre os aplicativos é enormemente simplificada.



Figura 3. Arquitetura Horizontal Orientada a Serviços

Fonte: Autor – Adaptado de Novell Inc.

Apesar disso, não basta habilitar os aplicativos para poderem “conversar” entre eles; é necessário orquestrar esta interação, através de um elemento central que gerencie os processos e a ordem na qual devem ser executados, coordenando o fluxo da informação.

Em um enfoque EAI (Integração de Aplicativos Corporativos), conta-se com um

barramento de integração central ao qual se conectam todos os aplicativos e que é responsável por coordenar ou orquestrar o fluxo da informação.

Entre as vantagens dessa arquitetura, podemos mencionar uma maior flexibilidade no gerenciamento da interação, o que pode ser realizado por meio de vários dispositivos. Assim, os serviços de negócios, desenvolvidos com base na tecnologia de integração, podem ser entregues aos usuários – sejam eles funcionários, clientes, fornecedores ou parceiros – através de vários dispositivos de acesso e níveis de personalização, ou diretamente de outros aplicativos, considerando os pontos do processo nos quais é muito mais eficiente e fluido o intercâmbio automatizado de informação entre os aplicativos.

METODOLOGIA

Com foco em aproveitar toda a potencialidade da tecnologia e atingir a visão corporativa de integração, com base no que chamamos uma arquitetura orientada a serviços, é necessário o apoio de uma metodologia que permita conhecer e modelar os processos de negócios e abordar o problema em toda a sua complexidade, inclusive a definição dos serviços que cada aplicativo oferece, os fluxos de informação (que cada aplicação gera e recebe) e a modelagem das regras de negócios que comandam os processos.

Essa metodologia deve ser apoiada por uma coordenação, um grupo de funcionários internos (ou terceirizados), encarregado de supervisionar e apoiar metodologicamente todas as iniciativas de integração da organização, a fim de assegurar que cada projeto seja abordado em um contexto global. Esse grupo, que poderíamos chamar de Grupo Central de Integração, seria formado por indivíduos com uma visão global das necessidades de integração e uma compreensão da estratégia da organização, tanto do ponto de vista dos negócios quanto da tecnologia, bem como as experiências e os desenvolvimentos existentes em termos de integração.



Figura 4. Modelagem Metodológica

Fonte: Autor – Adaptado de Novell Inc.

Com base nesse contexto, esse grupo seria capaz de determinar os padrões tecnológicos que a organização utilizará, contribuindo, assim, com a redução de custos, graças ao aproveitamento da curva de aprendizado e a uma administração de plataformas mais eficiente.

CONCLUSÃO

Atualmente, a integração dos processos de negócios sob um enfoque corporativo é um imperativo para as organizações. Já deixou de ser apenas mais uma entre as estratégias disponíveis, sendo, agora, o fundamento de qualquer estratégia de negócios viável de longo prazo. E nenhuma organização pode se dar ao luxo de não contar com uma estratégia que lhe permita alinhar as iniciativas de integração com as estratégias e necessidades do negócio, facilite o planejamento e a gestão coordenada dessas iniciativas e que permita controlar com maior eficiência os investimentos a serem realizados.

No contexto da Ciência da Informação, Biblioteconomia, Museologia, Arquivologia e áreas afins, os avanços impostos pela tecnologia da informação e das comunicações estão a provocar profundas mudanças nos entendimentos sobre as técnicas e procedimentos da organização e gestão da informação e dos recursos de tecnologia da informação em Repositórios e Bibliotecas Digitais. Para muitas Bibliotecas Digitais, a crescente disponibilização das tecnologias tem demonstrado uma ambiguidade em seu gerenciamento. Estas novas tecnologias têm permitido aumentar a produtividade dos profissionais da informação, aprimorar o processo de tomada de decisão e focar nas demandas por busca, acesso, recuperação e apropriação da informação na Era Digital. (CARBALLO, 1998). A

gestão e o suporte destes ambientes heterogêneos e complexos, repletos de recursos e dispositivos computacionais, comprovadamente têm se revelado de gestão complexa e fortemente impactado pelo fenômeno da transformação digital que demanda com novas competências e habilidades do profissional da informação no entorno digital.

AGRADECIMENTO

FAPESP: PROCESSO 2019/01128-7

REFERÊNCIAS

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking*, Atlanta, p.2787-2805, 2010.

Acesso em: 30 nov. 2019. DOI:10.1016/j.comnet.2010.05.010.

Disponível em: <https://www.cs.mun.ca/courses/cs6910/IoT-Survey-Atzori-2010.pdf>

BALTZAN, Paige; PHILLIPS, Amy. *Sistemas de Informação*. São Paulo: McGraw Hill - Artmed, 2012. 384 p. ISBN: 8580550750.

BARBOSA, Allan Claudius Queiroz; BITENCOURT, Claudia Cristina; SILVA, Joaquim Ramos. *Inovação, Conhecimento e Tecnologia: uma perspectiva luso-brasileira*. Lisboa: Edições Colibri, 2015. 286 p. (ISBN 978-989-689-545-7). 658B196i.

BAWDEN, David; ROBINSON, Lyn. *Introduction to Information Science*. London: Facet Publishing, 2012. 351 p. ISBN 9781856048101.

BROWN, Carol V. et al. *Managing Information Technology*. 7. ed. Edinburg: Pearson, 2012. 743 p. ISBN 978-0132146326.

CARBALLO, Carlos Manuel da Costa. *Fundamentos de tecnologia documental*. Madrid: Editorial Comlutense, 1998. 464 p. (ISBN 84-7491418-3). 025C871f.

PITKIN, Gary M. *The evolution of library automation: management issues and future perspectives*. Wesport: Meckler, 1991. 190 p. ISBN 0-88736-811-5 (025P758e).

ROSE, David. *Enchanted Objects: Innovation, Design, and the Future of Technology*. New York: Scribner, 2014. 321 p. ASIN: B00DPM7WO2.

SCHWALBE, Kathy. *Information Technology Project Management*. Minneapolis, Mn: Schwalbe Publishing, 2015. ISBN 13: 978-1-285-45234-0.

SOUZA, Jenner. *GOVERNANÇA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO*. São Paulo: Ciência Moderna, 2015. 184 p. ISBN 8539906813.

THOMAS, Charles F. *Libraries, the Internet, and Scholarship*. New York: Marcel Dekker, Inc, 2002. 218 p. ISBN 0-8247-0772-9 (021T38I).

WALKER, Joseph. *Information Technology and Collection Management for Library User Environments*. Hershey: IGI Global, 2014. 300 p. (Advances in Library and Information Science (ALIS)). ISBN 978-4666-4739-8 (025.2W178i).

ISLANDTEST: JOGO EDUCATIVO PARA APOIAR O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE TESTES DE SOFTWARE

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 22/05/2020

Rafael Jesus de Queiroz

Centro Universitário UniFTC

Vitória da Conquista – BA

<http://lattes.cnpq.br/4737247868816816>

Fabício de Sousa Pinto

Centro Universitário UniFTC

Vitória da Conquista – BA

<http://lattes.cnpq.br/9984946119062224>

Paulo Caetano da Silva

Programa de Pós-Graduação em Sistemas e
Computação

Universidade Salvador (Unifacs)

Salvador – BA

<http://lattes.cnpq.br/0638632787682079>

RESUMO: Os jogos educativos vêm ganhando cada vez mais espaço e facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Testes de software é uma das tarefas mais importante no processo de desenvolvimento de software, para garantir a qualidade do produto. Devido a essa importância e objetivando tornar mais atraente e motivadora as aulas expositivas, foi desenvolvida uma ferramenta de software com o objetivo de oferecer um jogo educativo, denominado *IslandTest*, para auxiliar o

processo de ensino-aprendizagem na área de testes de software. Para o desenvolvimento do software, foram utilizadas as linguagens PHP (Hypertext Preprocessor), JavaScript, CSS e HTML e banco de dados MySQL. O jogo desenvolvido e acessado pela ferramenta foi validado por estudantes. A validação utilizou critérios relacionados à motivação, experiência do usuário, aprendizagem e objetivos da aprendizagem. Os resultados mostraram que a utilização da ferramenta com a aplicação do jogo educativo facilitou o processo ensino-aprendizagem de testes de software.

PALAVRAS-CHAVE: *IslandTest*, ensino de engenharia de software, testes de software, jogos educativos.

ISLANDTEST: EDUCATIONAL GAME TO SUPPORT THE SOFTWARE TESTING TEACHING-LEARNING PROCESS

ABSTRACT: Educational games are gaining more and more space and facilitating the teaching-learning process. Software testing is one of the most important tasks in the software development process, to ensure product quality. Due to this importance and aiming to make the lectures more attractive and motivating,

a software tool was developed with the objective of offering an educational game, called *IslandTest*, to assist the teaching-learning process in the area of software testing. For the development of the software, PHP (Hypertext Preprocessor), JavaScript, CSS and HTML and MySQL database were used. The game developed and accessed by the tool was validated by students. The validation used criteria related to motivation, user experience, learning and learning objectives. The results showed that the use of the tool with the application of the educational game facilitated the teaching-learning process of software tests.

KEYWORDS: *IslandTest*, software engineering teaching, software testing, educational games.

1 | INTRODUÇÃO

No contexto atual de ensino é possível notar o frequente uso de aulas expositivas pelos docentes em ambientes educacionais. Este tipo de aula é adequado para a apresentação de conhecimentos teóricos de forma eficiente para turmas grandes, porém possui algumas desvantagens, dentre elas a dispersão da atenção dos alunos na aula, isso faz que seja necessário o uso de metodologias de ensino que promovam um maior engajamento dos estudantes.

Wangenheim (2012) defende que aulas expositivas não estimulam um aprendizado profundo, apenas algo superficial e que não motiva o estudante a aprender. Para contornar este problema e induzir o estudante a exercitar a aplicação do conhecimento, é necessário buscar outras maneiras de ensino.

O número de intervenções em sala de aula a partir do uso de jogos para estimular a aprendizagem tem aumentado e a sua utilização promove um auxílio na relação teoria-prática, na transmissão de conteúdos essenciais em todos os níveis de ensino.

Segundo Brenelli (1996, p.21) “o jogo é importante para o desenvolvimento físico, intelectual e social e vem ampliando sua importância, deixando de ser um simples divertimento e tornando-se a ponte entre a infância e a vida adulta”. Sendo assim, o seu bom uso estará favorecido pelo contexto lúdico essencial e motivador para todas as idades, pois este oportuniza o sujeito a utilizar mais a sua criatividade e o domínio de si. É também um excelente mecanismo para a afirmação da personalidade, e ainda lida com o imprevisível. Destarte, o que prende o sujeito é o desafio de vencer.

No currículo dos cursos de computação, um dos componentes obrigatórios é engenharia de software, que aborda, dentre outros assuntos, testes de software, conteúdo muito importante para a criação de sistemas computacionais de qualidade. Segundo Myers (2004, p. 6), “Teste de Software é o processo de execução de um programa ou sistema com a intenção de encontrar erros”. Contudo, esse conteúdo ainda é repassado, na maioria das vezes, para os alunos na forma de aulas expositivas, que de acordo com Wangenheim *et al.* (2012, p. 14) “são eficientes para apresentar conhecimento teórico

para um público grande, porém têm diversas desvantagens, uma delas é a falta de concentração depois de aproximadamente quinze minutos”.

Neste sentido, os jogos educativos podem vir a contribuir para a demanda prática, nos cursos de computação, de forma lúdica e motivadora, que auxilie o processo ensino-aprendizagem de conteúdos essenciais para a formação de um bom profissional da área de TI.

Pensando nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um jogo para apoiar o processo de ensino-aprendizado de testes de software, parte técnica da disciplina de engenharia de software cujo conteúdo é essencial para a formação dos futuros profissionais da área. O uso de jogos para ensino de testes de software tem grande potencial, pois oferece ao aluno a possibilidade de ter experiências práticas de aprendizado, de tal forma que aprendam com os erros e recebam *feedback* imediato.

Com o intuito de suprir uma das lacunas de atividades práticas que abordassem testes de software, este trabalho se propôs a desenvolver um *serious game*, que não fosse apenas um quiz, *mas que* abordasse um conjunto de tipos de testes de software (por exemplo, testes de unidade, integração, validação e sistema) e os processos do plano de testes, de forma contextualizada e lúdica, com desafios para instigar e motivar o jogador a aprendê-lo.

Este capítulo apresenta-se com a seguinte estrutura: na Seção 2 é apresentado o processo de Testes de Software. Na Seção 3 é mostrada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do jogo educativo, na Seção 4 é descrito o processo de desenvolvimento do jogo educativo: *IslandTest*, na Seção 5 é apresentada a validação do jogo, na Seção 6 são discutidos os trabalhos correlatos e na Seção 7 as considerações finais e conclusão são discutidas.

2 | O PROCESSO DE TESTES NA ENGENHARIA DE SOFTWARE

O processo de desenvolvimento de um software possui as atividades de: análise, projeto, codificação, testes e manutenção. Existem várias tentativas no sentido de definir as atividades de testes, desde a visão intuitiva sobre testes, até uma definição formal. Para Peters e Pedrycz (2001) os testes de software determinam quando um sistema de software pode ser liberado para uso atendendo corretamente as necessidades dos usuários.

Os testes são mais do que meios de detecção e correção de erros são, além de tudo, indicadores da qualidade do produto. Segundo Rios (2013, p. 349), “o teste de software é uma atividade na qual um produto, sistema ou componente é executado sob condições especificadas, com observação e registro dos resultados e avaliação de um ou mais aspectos”. É um procedimento técnico de qualidade que deve fazer parte da rotina de um desenvolvedor.

A qualidade do software está atrelada à quantidade de investimentos feitos no processo de testes, no qual uma organização poderá ter grandes prejuízos, caso o software tenha sido mal testado. Dessa forma, a atividade de teste de software assume um importante papel, pois consiste em executar o software de forma controlada e monitorada, a fim de avaliar seu comportamento (Crespo et al., 2004). Esse conteúdo programático deve ser aprendido desde a graduação, algo que ainda é incipiente.

O processo de teste é composto das seguintes fases (conforme ilustrado na Figura 01): as fases de *Planejamento e Preparação* seguem em paralelo às demais fases, pois continuam em andamento durante todo o projeto. O produto da fase de planejamento, uma vez concluído, deve ser acompanhado e controlado. Na fase de preparação os ambientes de gerência de mudanças e de gerência de configuração são adequados ao projeto de testes, além de ser preparada à infraestrutura a ser utilizada no projeto (hardware, software e pessoal).



Figura 01: Fases de um processo de testes

Fonte: Rios (2013)

Rios (2013) descreve cada parte do processo de teste. São elas: (i) *Planejamento e controle*: elaboração e revisão da Estratégia de Testes e do Plano de Testes; (ii) *Preparação*: preparo do ambiente de testes, incluindo equipamentos, rede, pessoal, software e ferramentas; (iii) *Especificação*: elaboração e revisão dos casos de testes, *scripts* e dos roteiros; (iv) *Execução*: os testes planejados são executados conforme os casos de testes, *scripts* e dos roteiros / cenário de testes; (v) *Entrega*: conclusão do processo de testes com a entrega do sistema para o ambiente de produção.

O processo de testes deve ser realizado paralelamente ao desenvolvimento do sistema e deve basear-se em uma metodologia aderente, com pessoal técnico qualificado, em ambientes e ferramentas adequadas. A metodologia de testes deve ser o documento básico para organizar a atividade de testar aplicações no contexto da organização e que deve ser adotada por todos os profissionais desenvolvedores. Sendo assim, a grande

necessidade de tais conteúdos serem trabalhados nos cursos, de forma prática, aplicando o que se discute na teoria.

3 | METODOLOGIA

Segundo Gil (2010) metodologia da pesquisa é a ciência que tem como objetivo fundamental chegar à veracidade dos fatos e para que o conhecimento possa ser considerado científico é necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação. No Quadro 01 é apresentada a metodologia adotada nesta pesquisa.

Metodologia	
Tipo de Pesquisa	Exploratória e observação direta
População e amostra	População: Instituição de ensino Superior (IES) Amostras: Quatro turmas de graduação
Coleta de dados	Questionário, entrevista e observação.
Análise de dados	Qualitativa.

Quadro 01: Metodologia da pesquisa

As técnicas de pesquisa adotadas são do tipo exploratória e observação direta. Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica objetivando conhecer os elementos de um jogo educativo e sobre os testes de software. Posteriormente, foi iniciado o processo de desenvolvimento do jogo educativo: *IslandTest*. Definiu-se: os personagens, desafios, objetivos, regras e restrições, enredo, recompensas e feedback. Foi escolhido o enredo de um seriado americano de sucesso, denominado *Lost*, pois seria mais atrativo e ao mesmo tempo, seria motivador jogá-lo. Após a execução das atividades da engenharia de requisitos foi feita a modelagem do jogo utilizando a UML (*Unified Modeling Language*), sem seguida teve-se início o processo de codificação. As linguagens utilizadas para o desenvolvimento do jogo foram: CSS (*Cascading Style Sheets*), JavaScript, HTML (*HiperText Markup Language*), PHP (*Hypertext Preprocessor*) e o sistema gerenciador de banco de dados utilizado foi o MySQL.

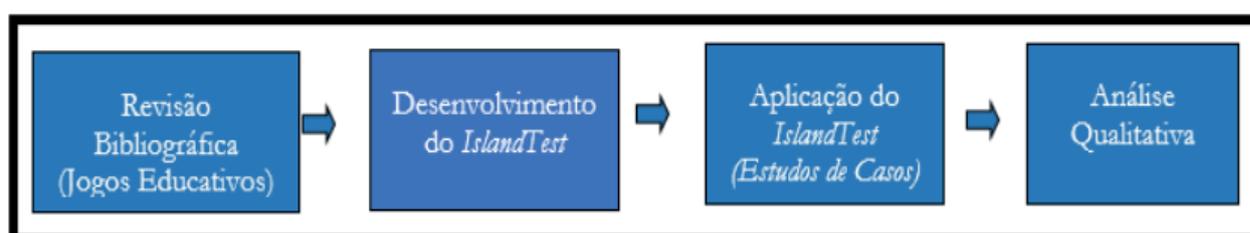


Figura 01: Fases de um processo de testes

A fonte desta pesquisa pode ser classificada como de campo, pois recolheu dados *in natura*, como percebidos pelo pesquisador através dos estudos de caso. Com relação a validação do jogo, ele foi utilizado em quatro turmas de graduação em Sistemas de Informação, na disciplina Engenharia de Software. No primeiro estudo de caso, após os *feedbacks* dos estudantes foram sugeridas algumas melhorias que foram acatadas. Além disso, foi aplicado um questionário para a turma avaliar o *IslandTest*. Com relação a análise dos dados foi conduzida qualitativamente.

O questionário aplicado para avaliar o jogo proposto foi composto de vinte e sete questões objetivas baseados em SAVI et al. (2011), dividido em quatro partes, avaliando o jogo quanto a sua motivação, experiência do usuário, aprendizagem e objetivos da aprendizagem. Ele foi aplicado de forma presencial após a utilização do jogo no curso.

4 | ISLANDTEST: JOGO EDUCATIVO PARA APOIAR O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE TESTES DE SOFTWARE

A versão final do jogo pode ser acessada de forma gratuita através do endereço de internet: <http://www.itaz.com.br/islandtest>. Os códigos-fontes deste projeto também encontram-se disponíveis no repositório: <http://sourceforge.net/projects/islandtest>, permitindo que se faça análises do código fonte do jogo, e.g. refatoração, inspeção do software, análise de métricas. Nas seções seguintes serão apresentados o enredo, objetivo e mecânica do jogo. Na seção a seguir será descrito o processo de desenvolvimento do *IslandTest*.

4.1 Projeto

No projeto se teve a preocupação de desenvolver um jogo com vários recursos de animações para que o tornasse atraente, isso foi possível programando os efeitos com a linguagem: *JavaScript*. Assim foi possível criar várias interações no jogo, como por exemplo, boxes para serem movimentados, arrastar itens que não fazem parte de um determinado tipo de teste para uma fogueira e queimá-los, ligar um notebook virtual, mudar cores de objetos, interagir com um celular para enviar mensagem, decodificar um celular, selecionar determinadas rotas em um mapa, arrastar as pedras da caverna, digitar código de um enigma, ligar e desligar um painel de controle, desativar uma bomba, acionar um painel de controle, desarmar bomba, dentre outros recursos. Além disso, foi criado um enredo com aventura, ação e drama que motivasse e prendesse a atenção do jogador para ir até o fim do jogo.

Com a linguagem de marcação HTML foi possível criar projetos que rodam em

qualquer dispositivo que possua um navegador web, justificando assim o seu uso neste projeto. A arquitetura de software utilizada foi a arquitetura cliente/servidor.

Um dos elementos de um jogo é a competição. A pontuação do jogador é definida através de seu desempenho, baseado na quantidade dos desafios que ele venceu e nos *quizes* que acertou, a qual será utilizada para formar o *ranking* do jogo.

Para criar uma boa aparência no jogo, foi utilizado o CSS (*Cascading Style Sheets*). O *Adobe Photoshop CC* foi utilizado para editar e criar as imagens do jogo. Em paralelo ao desenvolvimento do jogo foram aplicados os testes de software para garantir que ele funcionasse da maneira esperada. Aplicaram-se os testes de unidade para verificar os menores componentes do código, os testes de integração para verificar se os componentes funcionavam juntos da maneira correta, os testes de sistema para validar a exatidão e perfeição na execução de suas funções. Por fim, os testes de validação, realizado por usuários finais a fim de verificar as funcionalidades e a usabilidade do jogo.

4.2 Enredo

O jogo proposto foi desenvolvido inspirado no seriado Americano *Lost*, de J.J. Abrams. Na trama, *Jack* é um estudante do curso de Sistemas de Informação e é fascinado por desafios. Ele decide fazer uma viagem para participar do *Congresso Brasileiro de Engenharia de Software* (CBES), contudo, o avião em que ele está cai em uma misteriosa ilha tropical. Milagrosamente, Jack e outras pessoas sobreviveram. Agora ele precisa encontrar uma maneira de sair da ilha. Jack vai em busca de seu notebook nos destroços do avião, pois estava desenvolvendo um aplicativo de mensagens instantâneas para smartphones. Com muita sorte, ela encontra seu notebook intacto e a bateria estava 100% carregada, porém ainda faltava realizar os testes no aplicativo. A aventura começa como a missão de preparar o plano de testes e executá-lo, mas para isso ele precisa correr contra o tempo. É uma aventura cheia de desafios a serem vencidos, e.g. maldição na ilha, libertar prisioneiro, desativar bombar, lidar com estranhas criaturas da ilha, e, como pano de fundo, é utilizada analogia para ensinar os vários tipos de testes de software.

O público-alvo deste jogo são os estudantes e docentes da área de Computação e áreas afins que tenham interesse em aprender/ensinar os conceitos de teste de software, geralmente o conteúdo é ministrado na disciplina de Engenharia de Software. Os assuntos abordados são: fases de um processo de teste, testes de unidade, integração, sistemas, validação, caixa branca, caixa preta, segurança, carga, desempenho, alfa e beta. Além disso, são apresentados os conceitos sobre defeito, erro, falha, depuração e casos de testes.

IslandTest é um jogo do tipo *single-player* (termo utilizado para definir um jogo que possibilita a participação de um jogador por vez), mas pode-se utilizar o ranking para competições. Ao iniciar o jogo, o jogador terá acesso à tela inicial, conforme ilustrado na Figura 02.



Figura 02: Tela inicial do jogo IslandTest

5 | VALIDAÇÃO DO JOGO

O *IslandTest* foi disponibilizado aos alunos do curso de Sistemas de Informação da Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC), Campus Vitória da Conquista – BA, que cursaram a disciplina Engenharia de Software. Posteriormente foi aplicado um questionário abordando questões referentes à utilização, importância, sugestões de melhoria e pontos fortes do jogo. Ele foi aplicado em quatro turmas, a turma A com 21 alunos, a turma B com 25 alunos, turma C com 19 alunos e a turma D com 20 alunos. O jogo foi aplicado antes do docente ministrar o conteúdo de testes de software.

Os oitenta e cinco alunos responderam ao questionário disponibilizado com base no modelo de Savi, *et al.* (2011). Foram 27 questões que o usuário pode responder se ele concordava ou discordava do seu enunciado. Esse método avaliativo tinha como opção de resposta: discordo fortemente, discordo parcialmente, concordo parcialmente, concordo, concordo fortemente. Na seção de conceitos o aluno teve suas respostas avaliadas em relação ao que ele sabia antes e depois de ter jogado o *IslandTest*. O questionário foi dividido em quatro partes, avaliando o jogo quanto a sua motivação, experiência do usuário, aprendizagem e objetivos da aprendizagem.

Para a motivação, conforme ilustrado na Figura 03 foram analisadas perguntas que atendem requisitos como: satisfação, confiança, relevância e a atenção do jogador durante e depois do jogo. Questionados quanto à satisfação, 60% dos alunos assinalaram que concordam com o nível de satisfação do jogo, 20% concordam parcialmente e os outros 20% concordam fortemente. Quanto à confiança 70% dos estudantes disseram que concordam com a forma de ensino de jogo, 10% concordam parcialmente e 20%

concordam fortemente.

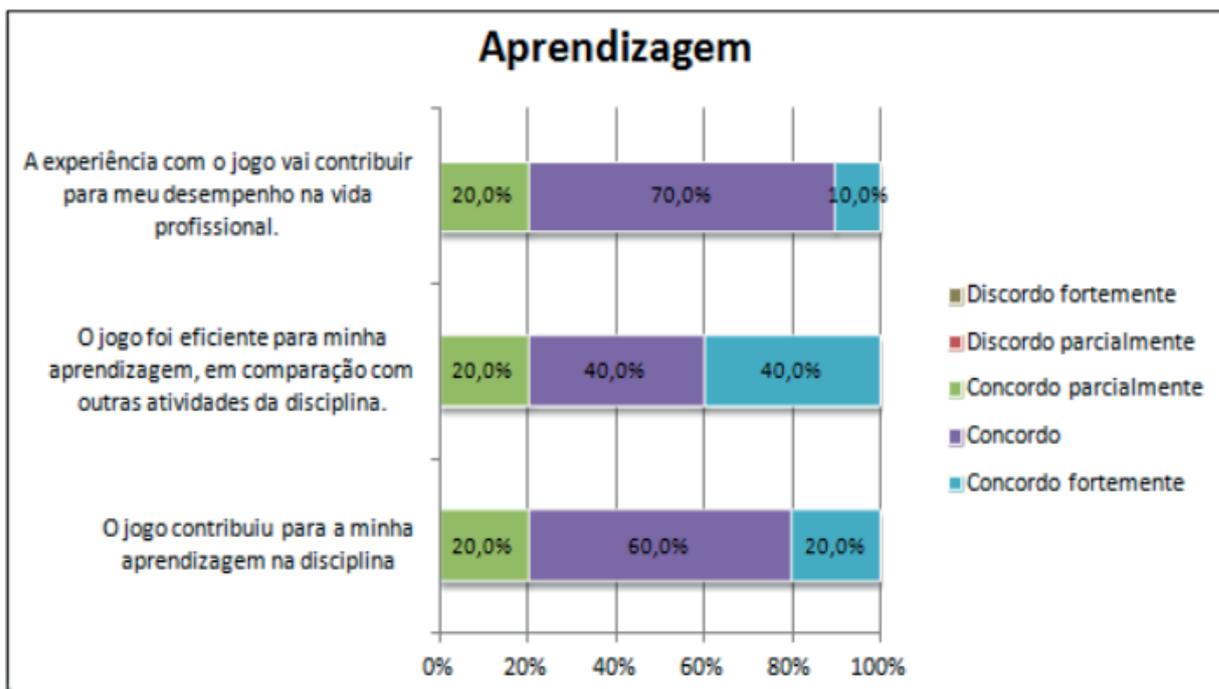


Figura 03: Análise da Aprendizagem do Jogo *IslandTest*

Ao avaliar os questionamentos dos alunos sobre a experiência do usuário no jogo, obtiveram-se resultados excelentes, principalmente tratando-se da diversão e desafios propostos aos jogadores. Os outros requisitos foram: Competência, Interação e Imersão obtiveram ótimos resultados.

Quando questionados sobre a experiência que o jogo contribuiu para o desempenho na vida profissional 10% dos alunos concordaram fortemente, 70% concordam e 20% alunos concordam parcialmente.

Os aspectos fortes citados foram: usabilidade, jogabilidade, conteúdo, qualidade das funcionalidades, boa explicação do conteúdo, tornar o aprendizado mais fácil, divertido, tornar fácil a memorização do conteúdo, ajuda memorizar o conteúdo e a forma de interação com o jogador. Sugestões de melhorias: deixar as perguntas mais simples, explicar mais cada fase, justificar erros, melhorar as explicações das regras, incluir níveis de dificuldade, implementar placar por tempo e inserir perguntas dinâmicas.

6 | TRABALHOS CORRELATOS

Alguns trabalhos relacionados são encontrados na literatura: *iTest Learning*, O Jogo das 7 Falhas, *uTest* e As aventuras de Jack Test. O *iTest Learning* de Farias *et al.* (2012) é um jogo voltado especificamente para a área de ensino de teste de software em sua fase de planejamento, simulando um projeto hipotético. O *Jogo das 7 Falhas*

(Diniz, 2011) é um jogo de simulação *single-player*, no qual o jogador assume o papel de testador em uma equipe de teste de software. O objetivo do jogo é descobrir as falhas existentes nas funcionalidades do software a ser testado no menor tempo possível. Os jogos encontrados utilizam a taxonomia de Bloom (FERRAZ, 2010) e são restritos apenas ao nível de aprendizagem lembrar, se restringindo a *quizes*, conforme ilustrado na Figura 04. Já no *IslandTest*, os níveis aplicados são o de lembrar e entender.

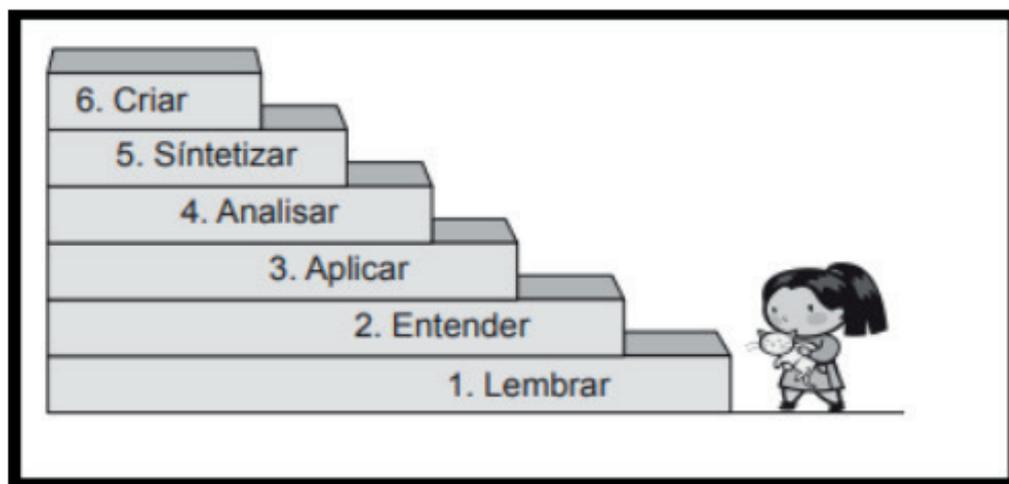


Figura 04: Taxonomia Revisada de Bloom

Fonte: Ferraz (2010)

No nível 1: lembrar, o jogador no *IslandTest* buscar reconhecer e recordar informações. Ele terá que lembrar as fases de um processo de testes. Como exemplo, temos as fases do processo de testes que são exibidas e através da interação: manipulação direita, utilizando a ação de arrastar, o jogador irá posicioná-las na sequência correta. Já no nível 2: entender, é o elemento capaz de fazer com que o jogador busque fazer sua própria interpretação do material educacional. Através do enredo do *IslandTest* é feita uma analogia com os tipos de testes de software. O jogador visualiza no enredo os ensinamentos aplicados, fazendo com que compreenda o que se passa em cada fase do processo de teste. O jogador irá adquirir conhecimento de testes de software que, posteriormente, deverão ser aplicados em novas situações.

Com relação a dinâmica do jogo foi inspirado no jogo educativo: *Ilha dos Requisitos*, embora o conteúdo abordado nesse jogo seja sobre engenharia de requisitos (GONÇALVES; THIRY, 2011).

Assim, um dos diferenciais do *IslandTest* é que ele cobre duas áreas da Taxonomia de Bloom, não se limitando a um quiz e é o único entre os encontrados na revisão da literatura que está disponível online para ser utilizado, até a presente data de submissão.

7 | CONCLUSÃO

Na fase de validação, na qual os alunos do curso puderam jogar, experimentar e praticar o conteúdo abordado neste trabalho, ficou claro, a partir da aplicação dos questionários pós jogo, que o objetivo de ensinar os conceitos básicos de teste de software foram alcançados. Os resultados do jogo mostraram-se satisfatórios, uma vez que na aplicação do questionário de avaliação cada conceito passou pela avaliação onde o aluno atribuiu uma nota de 1 (mais baixa) a 5 (mais alta) para seu nível de conhecimento antes e depois do jogo. As notas são avaliadas a partir de três fatores: (i) lembrar o que é: o aluno avalia se o jogo foi eficiente à aprendizagem e se jogo ajuda na memorização dos conceitos aplicados; (ii) compreender como funciona: é ponderada a compreensão do aluno antes e depois de ter jogado o *IslandTest*; (ii) aplicar na prática: o discente analisou os conceitos quanto à sua aplicação na disciplina e/ou vida profissional. Obtiveram-se notas altas. Uma das limitações do jogo são as perguntas estáticas.

É importante ressaltar que os jogos educativos têm exercido um papel essencial no processo de ensino-aprendizagem, pois através do ato de jogar, o aluno pode interagir de forma lúdica e dinâmica, agregando assim, mais valor ao conhecimento, tornando-o mais significativo e atrativo. Além disto, a partir das pesquisas realizadas durante a construção e desenvolvimento desta proposta, notou-se que há uma lacuna no ensino prático da disciplina de Engenharia de Software. Foi constatado que, comparando aos trabalhos correlatos, o *IslandTest* possui o diferencial de atingir níveis de entender e aplicar, enquanto os demais se restringem apenas ao nível de lembrar. Outro diferencial é o seu enredo baseado em uma aventura, o que motiva o jogador. Atualmente o *IslandTest* é único que se encontra disponível para uso no Brasil.

Como trabalhos futuros sugere-se usar enredos de outros seriados de sucesso, cobrindo outras áreas da engenharia de software, fazer melhorias no jogo conforme as sugestões dos participantes e o desenvolvimento de uma metodologia para aplicação da gamificação em engenharia de software.

REFERÊNCIAS

BRENELLI, R. P. **O Jogo como espaço para pensar**: A construção de noções lógicas e aritméticas, Campinas: Papirus, 1996.

CRESPO, Adalberto Nobiato, *et al.* **Uma metodologia para teste de software no contexto da melhoria de processo**. In: III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software. pp. 271- 285, 2004.

DINIZ, Lúcio Lopes; SCARANTO, Rudimar Luís. **Jogo digital para o apoio ao ensino do teste de caixa-preta**. In: X Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Curitiba, 2011.

FARIAS, Virgínia; MOREIRA, Carla; COUTINHO, Emanuel; SANTOS, Ismayle S. **iTest Learning: um jogo para o ensino do planejamento de testes de software**. Disponível em: <https://sistemas.quixada.ufc.br/iTestLearning/descricao_projeto.jsf>. Acessado em: 05 de dezembro de 2017.

FERRAZ, Ana Paula C. M. *et al.* **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2010.

GONÇALVES, R. Q.; THIRY, M.; ZOUCCAS, A. **Avaliação da aprendizagem em experimentos com jogo educativo de engenharia de requisitos.** X Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS), Curitiba, 2011.

MYERS, Glenford. The Art of Software Testing. In : Willand, Bruna de Quadros; Costa, Edeimar. **Desenvolvimento de aplicação voltada para geração automática de casos de teste.** 2ª ed. Canoas, 2004.

PETERS, James; PEDRYCZ, Witold. **Engenharia de software.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.

RIOS, E. Moreira. **Teste de Software.** 3 ed. Rio de Janeiro: Alta Books. 2013

SAVI, R.; Wangenheim, C.; Borgatto, A. **Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software.** 25th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)/São Paulo/Brazil, 2011.

WANGENHEIM, C.G; WANGENHEIM, A. **Ensinando Computação com Jogos.** Florianópolis: Bookess Editora, 2010.

MÉTODO BASEADO NOS REFERENCIAIS DE FORMAÇÃO DA SBC PARA REESTRUTURAÇÃO DE DESCRITIVOS DE DISCIPLINAS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO EM CONFORMIDADE COM AS DCN DE 2016

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 04/05/2020

Alcides Calsavara

Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Curitiba – PR

<http://lattes.cnpq.br/2486788708871114>

Ana Paula Gonçalves Serra

Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade São Judas Tadeu (USJT)

São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/9640606649282934>

Francisco de Assis Zampirolli

Centro de Matemática, Computação e Cognição, Universidade Federal do ABC (UFABC)

Santo André – SP

<http://lattes.cnpq.br/4127260763254001>

Leandro Silva Galvão de Carvalho

Instituto de Computação, Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Manaus – AM

<http://lattes.cnpq.br/6049960144667044>

Miguel Jonathan

Departamento de Sistemas e Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/2995308904567623>

Ronaldo Celso Messias Correia

Departamento de Matemática e Computação, Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Presidente Prudente – SP

<http://lattes.cnpq.br/2420360066008780>

(Artigo publicado originalmente nos Anais do XXVI WEI - Workshop sobre Educação em Computação, evento integrante do XXXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2018), realizado em Natal-RN, de 22 a 26 de julho 2018.)

RESUMO: Os Referenciais de Formação para o Bacharelado em Ciência da Computação (RF-CC-17) da SBC organizam as competências e habilidades descritas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Computação (DCN16) em eixos de formação e também indicam um conjunto de conteúdos associados. Este ensaio apresenta um método, baseado nos RF-CC-17, para elaborar um Mapeamento de Conformidade e Mobilização (MCM), como parte do descritivo de uma disciplina. Como exemplo, o método é aplicado na elaboração de dois descritivos distintos de introdução à programação, um baseado no paradigma imperativo e outro, orientado a objetos. Por fim, discute as vantagens de se

usar o método para auxiliar na revisão de projetos pedagógicos de cursos vigentes tal que fiquem em conformidade com as DCN16.

PALAVRAS-CHAVE: Diretrizes Curriculares Nacionais para o Bacharelado em Ciência da Computação, Referenciais de Formação, Currículo por Competência, Descritivo de Disciplina.

A SBC COMPUTER SCIENCE CURRICULA BASED METHOD FOR RESTRUCTURING COURSES IN COMPLIANCE WITH THE BRAZILIAN NATIONAL CURRICULAR GUIDELINES FOR COMPUTING UNDERGRADUATE COURSES

ABSTRACT: The SBC Computer Science Curricula 2017 (RF-CC-17) arranges the competences and skills described in the National Curricular Guidelines for Computing Undergraduate Courses (DCN16) into axial competences. Also, it associates content topics to each axial competence. This essay presents a method to elaborate a Mapping of Compliance and Mobilization (MCM) as a part of a discipline program, based on RF-CC-17. As an example, the method is applied in the elaboration of two distinct programs of introduction to programming, one based on the imperative paradigm and another, object-oriented. Finally, it discusses the advantages of using the method to review pedagogical projects of current courses in compliance to the DCN16.

KEYWORDS: National Curricular Guidelines for Computing Undergraduate Course, SBC Computer Science Curricula, Competency-based Curriculum, Course Description.

1 | INTRODUÇÃO

Em novembro de 2016, o Ministério da Educação homologou as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Computação (MEC 2016), simplesmente chamadas de **DCN16**, que estabelecem as normas legais para a organização e o funcionamento de centenas de cursos brasileiros de graduação da área de computação. As DCN16, em seu Artigo 10, estipulam um prazo de dois anos, a partir da sua publicação, para que cada Instituição de Educação Superior (IES) implante as normas nelas estabelecidas aos alunos ingressantes. Ou seja, todo curso da área de computação deve, obrigatoriamente, revisar o seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC) tal que fique em conformidade com as DCN16 até, o mais tardar, o ano letivo de 2019.

As DCN16 elencam o *perfil do egresso e as competências e habilidades* que um estudante deve adquirir durante a graduação; porém, não especificam quaisquer conteúdos básicos ou tecnológicos. Assim, as DCN16 seguem a tendência pedagógica de definir o que os egressos de um curso devem saber fazer e como devem se comportar na sua vida profissional, ao mesmo tempo que deixa cada curso livre para definir os componentes curriculares (incluindo as disciplinas do curso) e os correspondentes conteúdos, contanto (de acordo com o Artigo 6º das DCN16) que haja consistência com o perfil, as competências

e as habilidades especificadas para o egresso.

Atingir a conformidade do PPC com as DCN16 representa tanto uma oportunidade como um desafio para o corpo docente de um curso, em especial para a sua coordenação e o seu Núcleo Docente Estruturante (NDE). Enquanto a oportunidade consiste em poder construir uma matriz curricular sem as limitações e as possíveis distorções decorrentes da rigidez do modelo tradicional baseado em conteúdo, o desafio reside justamente na mudança de paradigma, pois o modelo baseado em competências para construção de matrizes curriculares é, ainda, pouco explorado pelas IES brasileiras.

Por outro lado, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) participou na homologação das DCN16, principalmente na elaboração da sua proposta anos antes (MEC 2012). Por isso, há anos vem promovendo estudos e discussões entre acadêmicos para o avanço do domínio do modelo baseado em competências para ensino e aprendizagem de computação. Em especial, tem organizado grupos de trabalho específicos para cada tipo de curso (Bacharelado em Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Sistemas de Informação e Engenharia de Software, bem como Licenciatura em Computação) a fim de revisar os chamados *currículos de referência* segundo esse novo modelo. Como resultado desse longo trabalho, a SBC publicou, em outubro de 2017, os chamados referenciais de formação para cursos de graduação em computação (Zorzo et al. 2017). A partir de então, os *referenciais de formação* passaram a ser a recomendação oficial da SBC para a elaboração do PPC de cada IES, em substituição aos currículos de referência.

Coerentemente, os referenciais de formação baseiam-se fortemente nas DCN16 para fazer recomendações na elaboração de um PPC segundo o paradigma de competências. Incorpora, ainda, contribuições de outros documentos importantes, tais como os antigos currículos de referência da própria SBC (SBC 1999, SBC 2003 e SBC 2005) e o currículo de referência elaborado pela comunidade internacional da computação (ACM/IEEE 2013), além de contribuições advindas da experiência de muitas IES brasileiras. Assim, comparado com as DCN16, os referenciais de formação apresentam uma visão mais holística da área de computação, logo mais adequada para a elaboração do PPC, sem qualquer prejuízo à sua conformidade com as DCN16.

Muito embora os referenciais de formação representem um grande avanço promovido pela SBC e, de fato, facilitem a elaboração do PPC segundo o paradigma de competências, ainda pode-se considerar a criação de instrumentos adicionais para sua maior efetividade. Mais especificamente, os referenciais de formação do Bacharelado em Ciência da Computação (Calsavara et al., 2017), aqui referenciados como RF-CC-17, associam conteúdos curriculares a cada competência (ou habilidade) presente nas DCN16 de acordo com o contexto em que é requerida, caracterizado como um *eixo de formação*. Estes são definidos por uma “macro-competência” do egresso. Cada competência das DCN16, chamada de *competência derivada*, pode ser requerida em mais de um eixo de formação. Além disso, os conteúdos associados estão, em sua maioria, presentes

nos antigos currículos de referência sob o título de *matérias*, sendo, portanto, de fácil compreensão pela comunidade acadêmica. Entretanto, cabe a cada curso definir uma estratégia de como usar toda essa informação na elaboração do PPC, em especial, na descrição dos componentes curriculares do curso.

Neste trabalho, classificado como ensaio, propõe-se um método para auxiliar a elaboração da parte do PPC correspondente à descrição das disciplinas de um curso, a partir dos RF-CC-17. Adota-se aqui o termo *descritivo de disciplina* para designar o texto presente em um PPC que descreve cada disciplina do curso. Naturalmente, além de diferentes designações, o descritivo de disciplina pode assumir muitas formas, dependendo de cada IES, mas invariavelmente inclui uma ementa, que tipicamente constitui-se por uma lista de tópicos de estudo.

Devido à heterogeneidade de formas e exigências das IES para o descritivo de disciplina, o produto obtido com a aplicação do método proposto neste trabalho não constitui o descritivo da disciplina propriamente dito. Tampouco, constitui o plano de ensino (ou plano de estudos), que muitas IES desvinculam do descritivo de disciplina para dar mais perenidade ao PPC e, ao mesmo tempo, mais flexibilidade na operacionalização das disciplinas (pode haver um plano de ensino específico para cada turma da disciplina, por exemplo, com detalhamento de cronograma e instrumentos de avaliação). Constitui, sim, um instrumento para auxiliar a coordenação e o NDE de um curso a elaborarem estes dois documentos: descritivo de disciplina e plano de ensino. Tal instrumento, designado *Mapeamento de Conformidade e Mobilização (MCM)*, visa garantir que a disciplina está em conformidade com os RF-CC-17 – logo, com as DCN16 – e, ainda, descreve o que o estudante deve realizar na disciplina para adquirir cada uma das competências da DCN vinculadas à disciplina, isto é, que recursos, incluindo conteúdos, o estudante deve mobilizar para adquirir cada competência.

Considerando que os RF-CC-17 são recentes, não foram encontrados artigos relacionados ao seu uso. No entanto, existem esforços em escrever os PPCs de Ciência da Computação seguindo o modelo de competências, dentre eles Rezende, et al. (2004). Por outro lado, o currículo ACM/IEEE (2013), em seu Apêndice C, ilustra o uso do currículo por meio de 83 exemplos de disciplinas ministradas em diversas universidades, a maioria dos EUA. Os exemplos são descritos seguindo um template apresentado no próprio Apêndice C. Não é apresentado um método próprio para preenchimento do *template*, mas apenas uma explicação do significado de cada campo.

Este trabalho está organizado como se segue. A Seção 2 descreve o método proposto e o instrumento gerado com a sua aplicação: o MCM. A Seção 3 ilustra a aplicação do método para a disciplina de introdução à programação de duas IES distintas, uma que usa o paradigma de programação imperativo e a outra que usa a orientação a objetos, mostrando que o método proposto contempla as especificidades de cada contexto de aplicação. A Seção 4 faz algumas considerações sobre os benefícios do método proposto.

Finalmente, a Seção 5 apresenta conclusões sobre o trabalho.

2 | MÉTODO

O método parte do princípio que muitas coordenações de curso enfrentam o desafio de reformular um PPC já em vigor em sua instituição, e não construir um PPC inteiramente novo. Portanto, o método adota um procedimento incremental, partindo de uma abordagem baseada em conteúdos para chegar a uma proposta baseada em competências, tal como preconizada pelas DCN16. Em geral, o descritivo de cada disciplina contempla os seguintes campos: Ementa, Objetivos Gerais, Objetivos Específicos, Referências Bibliográficas Básicas e Complementares. Esta seção apresenta um método para se elaborar uma estrutura adicional, o *Mapeamento de Conformidade e Mobilização* (MCM), com o objetivo de auxiliar na revisão do descritivo segundo o paradigma de competências.

2.1 Descrição do Método

O método para elaborar o MCM de uma disciplina consiste nos seguintes passos:

Passo 1: *Seleção dos conteúdos dos RF-CC-17 pertinentes à disciplina.* Essa seleção pode se basear na descrição original da disciplina, normalmente formulada na abordagem conteudista. Por exemplo, para uma disciplina de introdução à programação, os seguintes conteúdos presentes nos RF-CC-17 podem ser selecionados: algoritmos, estruturas de dados, técnicas de programação e programação imperativa. Além de conteúdos técnicos, podem ser incluídos conteúdos relacionados a competências transversais, tais como domínio da língua inglesa e trabalho em equipe.

Passo 2: *Seleção das competências derivadas.* Devem ser selecionadas as competências derivadas entre aquelas dos RF-CC-17 que possuem vínculo com os conteúdos selecionados no Passo 1. Essa seleção deve considerar a disciplina no contexto do curso e pode se basear nos objetivos da disciplina constantes na sua descrição original. Como podem existir competências derivadas com o mesmo nome em diferentes eixos de formação, mas com semânticas específicas para cada eixo, a seleção deve observar se a semântica no eixo é pertinente à disciplina.

Passo 3: *Contribuição da disciplina.* Deve-se explicar como a disciplina contribui para construir no estudante cada competência derivada selecionada no Passo 2. Essa explicação deve focar nas atividades que o estudante desenvolve na disciplina, incluindo os instrumentos e métodos utilizados, e quais são os objetivos específicos dessas atividades que sejam relacionados com a competência derivada. Também deve deixar claro qual o nível cognitivo – criar, aplicar, etc. (Ferraz e Belhot, 2010) – que se pretende desenvolver no estudante. Os RF-CC-17 já recomendam um nível cognitivo para cada competência derivada, mas cada curso pode redefinir esse nível de acordo com os objetivos da disciplina. A contribuição da disciplina para desenvolver uma competência

derivada depende de muitos fatores de contexto, tais como perfil do corpo docente, perfil de estudantes, recursos disponíveis na IES, carga horária da disciplina e metodologia de ensino-aprendizagem. O mapeamento dessas relações está fora do escopo deste trabalho.

2.2 Estrutura do MCM

O MCM obtido com a aplicação do método proposto na seção anterior pode ser estruturado conforme mostra a Tabela 1.

Eixo	Competência derivada	Conteúdos	Contribuição da disciplina
------	----------------------	-----------	----------------------------

Tabela 1. Estrutura do MCM.

Na coluna **Eixo**, são relacionados, em diferentes linhas, alguns dos sete Eixos de Formação contidos nos RF-CC-17, por meio dos quais a disciplina terá o papel de estimular algumas das 25 competências derivadas oriundas das DCN16. Por exemplo, uma primeira disciplina de programação em um curso de Ciência da Computação deve estimular o estudante a *Resolver Problemas* (Eixo 1 dos RF-CC-17). Como **Competência derivada**, podemos ter *Resolver problemas usando ambientes de programação* (terceira competência geral das DCN16). Para cada competência derivada, está associado um nível da Taxonomia de Bloom Revisada (Ferraz e Belhot, 2010). Neste caso, podemos ter Criar, indicando que o estudante deverá criar programas simples usando ambientes de programação, como o *Netbeans* ou *Eclipse*, e uma linguagem de programação, como C, Java ou Python. Na coluna **Conteúdos**, serão incluídos alguns conteúdos, como Algoritmos, Técnicas de Programação ou Estruturas de Dados. A maior parte deles foi descrita nos antigos Currículos de Referência (SBC, 1999, 2003 e 2005). Finalmente, a coluna **Contribuição da disciplina** descreve como a disciplina contribui para construir no estudante a competência derivada.

3 | APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Para ilustrar a aplicação do método proposto, realizou-se um estudo de caso a partir do descritivo tradicional da disciplina de introdução à programação oferecida a estudantes de primeiro período por duas IES brasileiras, neste trabalho denominadas de α e β , para manter o seu anonimato. As instituições adotam paradigmas de programação distintos nessa disciplina: imperativo e orientado a objetos. Não se pretende aqui definir um descritivo padrão para disciplinas de programação, mas somente ilustrar a aplicação do método especificamente para as duas IES consideradas.

3.1 Abordagem imperativa

Esta seção ilustra a aplicação do método para uma disciplina denominada *Introdução à Programação Imperativa* de uma IES α cujos cursos de computação e de engenharia compartilham essa disciplina em suas matrizes curriculares.

A IES α oferta dois tipos de turmas para a disciplina: *mista* e *exclusiva*. Em uma turma mista, pode haver estudantes de quaisquer cursos, enquanto que em uma turma exclusiva há estudantes de um único curso. Assim, por exemplo, pode haver uma turma composta exclusivamente de estudantes de Ciência da Computação, outra composta exclusivamente por estudantes de Engenharia Mecânica e outra mista, composta por estudantes de Ciência da Computação, de Engenharia Mecânica e de Engenharia Civil.

Independentemente do tipo de turma, o descritivo da disciplina é idêntico em todos os PPCs dos cursos, mas deve haver um plano de ensino específico para cada turma. Por isso, o descritivo da disciplina deve ser genérico o suficiente para se aplicar a todos os estudantes, independentemente do curso, mas também deve ser suficientemente preciso e detalhado a fim de permitir a derivação de um plano de ensino que se ajuste ao perfil dos estudantes de cada turma. Por exemplo, o plano de ensino para a turma exclusiva da Ciência da Computação pode estabelecer que a linguagem de programação C deve ser usada na disciplina, enquanto que o plano de ensino de uma turma mista pode estabelecer que a linguagem Python deve ser usada.

Além disso, por uma orientação geral da IES α , as disciplinas devem, sempre que aplicável, promover a multidisciplinaridade. Assim, embora a disciplina seja da área de computação, o seu descritivo estabelece uma forte interação com outras áreas, mais especificamente por meio da proposição de atividades para os estudantes que envolvam a resolução de problemas de outras áreas, em especial dos diversos tipos de engenharia. Essa multidisciplinaridade é exigida não apenas para as turmas mistas, onde naturalmente já ocorre, mas também para as turmas exclusivas. Por isso, o plano de ensino de uma turma exclusiva deve prever atividades que exijam interação com estudantes (e, possivelmente, professores) de outros cursos.

A Tabela 2 mostra a parte do descritivo original da disciplina que contém informações úteis para a aplicação do método. O MCM obtido para a disciplina é composto pelas informações das Tabelas 3 e 4. A partir das informações da Tabela 1, no Passo 1, selecionam-se os seguintes conteúdos dentre os listados no RF-CC-17: Algoritmos, Estruturas de Dados, Técnicas de Programação e Programação Imperativa. Com essa lista de conteúdos, no Passo 2, são selecionadas seis competências derivadas (e correspondentes eixos) que aparecem vinculadas a esses conteúdos no RF-CC-17, conforme mostra a Tabela 3. Algumas competências derivadas não foram selecionadas, mesmo estando vinculadas aos conteúdos, pois não se adequam ao contexto da disciplina. Por fim, a Tabela 4 contém a contribuição da disciplina no desenvolvimento de cada competência derivada, o que,

inclusive, justifica a própria seleção feita. Observa-se que o texto concentra-se em explicar o que o estudante realiza na disciplina, isto é, que recursos, incluindo tópicos de estudo, mobiliza para adquirir a competência.

NOME DISCIPLINA: Introdução à Programação Imperativa
Ementa: Conceitos de algoritmos e programação estruturada. Tipos de dados, constantes, variáveis e atribuição. Pseudolinguagem e fluxogramas. Estruturas de seleção. Estruturas de repetição. Vetores. Matrizes. Funções. Entrada e saída de dados. Leitura e escrita em arquivos textos. Depuração de programas. Melhores práticas de programação.
Objetivo Geral: Criar algoritmos básicos para solucionar problemas de natureza técnico-científica e os implemente em uma linguagem de programação.
Metodologia: Apresentação dos fundamentos sobre manipulação e tratamento da informação, principalmente por meio de explicação e experimentação dos conceitos e do uso prático da lógica de programação.

Tabela 2. Parte do descritivo original da disciplina Introdução à *Programação Imperativa* da IES α (auxilia em todos os passos do método).

Eixo	Competência derivada	Conteúdos
Resolução de Problemas	<i>C.1.1. Identificar problemas que tenham solução algorítmica [Avaliar]</i>	Algoritmos
	<i>C.1.3. Resolver problemas usando ambientes de programação [Criar]</i>	Algoritmos; Técnicas de Programação; Estruturas de Dados
	<i>C.1.5. Reconhecer a importância do pensamento computacional no cotidiano e sua aplicação em circunstâncias apropriadas e em domínios diversos [Aplicar]</i>	Algoritmos; Estruturas de Dados
Desenvolvimento de Sistemas	<i>C.2.1. Resolver problemas usando ambientes de programação [Criar]</i>	Algoritmos; Programação Imperativa
Desenvolvimento de Projetos	<i>C.3.7. Reconhecer a importância do pensamento computacional no cotidiano e sua aplicação em circunstâncias apropriadas e em domínios diversos [Aplicar]</i>	Algoritmos; Estruturas de Dados
Aprendizado Contínuo e Autônomo	<i>C.6.6. Compreender os fatos essenciais, os conceitos, os princípios e as teorias relacionadas à Ciência da Computação para o desenvolvimento de software e hardware e suas aplicações [Avaliar]</i>	Algoritmos

Tabela 3. Eixos e competências derivadas selecionadas para a disciplina Introdução à Programação Imperativa da IES α e conteúdos associados (Passo 2 do método).

CD	Contribuição da disciplina
C.1.1	O estudante experimenta a aplicação de alguns algoritmos simples em problemas de domínios diversos, incluindo algoritmos de ordenação e busca em conjuntos de dados armazenados em memória e em arquivo. Com essa experiência, o estudante passa a compreender o potencial da computação na resolução de problemas que envolvam o tratamento de grandes volumes de dados e pode avaliar a possibilidade de aplicação desses algoritmos em outros contextos. Por exemplo, dado um algoritmo simples de ordenação, o estudante deve ser capaz de simular (em papel) a sua execução. Além disso, o estudante deve ser capaz de escrever (em pseudocódigo e fluxograma) a solução de problemas simples, como ordenar uma lista de estudantes pelo conceito final de uma disciplina, ou exibir os nomes dos estudantes em ordem alfabética.
C.1.3	O estudante resolve problemas simples que envolvam o tratamento de dados numéricos e textuais (strings) por meio da implementação de programas em linguagem imperativa, com base em algoritmos que empregam comandos de atribuição, desvio, seleção e repetição, variáveis e constantes de tipos primitivos (numéricos, textuais e booleanos) e estruturas de dados de baixa complexidade (vetores e matrizes). Os algoritmos podem ser selecionados da literatura ou desenhados especificamente para os problemas propostos. Com isso, o estudante passa a ter o domínio básico de uma linguagem e de um ambiente de programação, que constituem a ferramenta prática mais fundamental da computação para a resolução de problemas do mundo real.
C1.5	Idem a C.1.1, com ênfase na aplicação da computação em diversas áreas do conhecimento, ou seja, o estudante é apresentado a problemas típicos de outras áreas, tal que compreenda o essencial do processo de transposição de conhecimentos da computação para outras áreas. Por exemplo, o estudante deve ser capaz de transformar uma imagem colorida na correspondente imagem em preto e branco, ambas representadas por matrizes. Este é um primeiro passo para análise de imagens mais complexas, como imagens de satélite, microscópicas do tecido humano, do espaço, etc. Esta análise também pode ser útil em robótica, para veículos autônomos, por exemplo. O estudante deve ser capaz de desenvolver algoritmos simples para automação de casas, fábricas, escritórios, etc, quando os problemas possam ser resolvidos usando apenas a lógica de programação.
C.2.1	O estudante constrói programas em linguagem imperativa com base em algoritmos especificados por meio de pseudocódigo, fluxograma ou formulação matemática. A complexidade dos programas propostos aumenta gradativamente ao longo do período letivo, tal que, a partir de certo ponto, os programas sejam, necessariamente, estruturados em funções e procedimentos. Finalmente, os programas são validados pelo estudante, inicialmente seguindo um plano de testes proposto e, posteriormente, a partir de um plano de testes elaborado pelo próprio estudante. Dessa forma, o estudante experimenta três etapas fundamentais do ciclo de desenvolvimento de sistemas de software: a especificação, a implementação e a validação.
C.3.7	Idem a C.1.5, incluindo o desenvolvimento de um projeto em outra área do conhecimento, a fim de permitir que estudante vivencie a prática de transposição de conhecimentos da computação para outra área.
C.6.6	O estudante realiza estudos sobre algoritmos simples de ordenação e busca por meio de consultas a livros e autores clássicos dessa área de estudo da computação, além de analisar artigos científicos sobre o assunto, em especial com avaliações e propostas de melhorias de algoritmos. Assim, o estudante toma conhecimento dos meios de publicação de conhecimentos científicos que o auxiliarão no restante do curso e, futuramente, na sua carreira profissional.

Tabela 4. Contribuição da disciplina Introdução à Programação Imperativa da IES α para cada Competência Derivada (CD) selecionada (Passo 3 do método).

3.2 Abordagem orientada a objetos

Esta seção ilustra a aplicação do método para uma disciplina denominada *Programação Orientada a Objetos* de uma IES β na qual essa disciplina é oferecida aos estudantes dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação, sendo adotado um único descritivo e um único plano de ensino para ambos os cursos. Uma mesma turma pode ser composta por somente estudantes de Ciência da Computação, ou por estudantes de Ciência da Computação e Sistemas de Informação, em uma configuração mista. Para ambos os cursos, essa é uma disciplina de primeiro semestre e a primeira disciplina de programação. A IES β usa a orientação objetos como primeiro paradigma de programação, não havendo nenhuma outra disciplina anterior de abordagem estruturada.

Parte do descritivo original da disciplina é mostrada na Tabela 5. Aplicando-se o Passo 1, são selecionados os seguintes conteúdos: Algoritmos; Técnicas de Programação; e Programação Orientada a Objetos. A Tabela 6 apresenta o resultado do Passo 2, selecionando as competências derivadas. A Tabela 7 completa o MCM, descrevendo como cada competência derivada contribui para a formação do estudante (aplicação do Passo 3).

NOME DISCIPLINA: Programação Orientada a Objetos
Ementa: Conceitos básicos de orientação a objetos (classe, objeto, atributos, métodos, encapsulamento). Estruturas básicas de programação orientada a objetos. Tipos de dados, constantes, variáveis e atribuição. Estrutura de seleção. Estruturas de repetição. Vetores. Matrizes. Prática de desenvolvimento de algoritmos e programação orientada a objetos. Interação entre classes por relacionamento de associação. Classe de interface gráfica. Classe de negócio. Classes persistentes.
Objetivo Geral: Criar algoritmos orientados a objetos para exercitar a abstração e a capacidade de resolução de problemas computacionais com soluções de programas orientados a objetos.
Metodologia: Apresentação dos conceitos de orientação a objetos, por meio de explicação, experimentação dos conceitos, utilizando interface gráfica e interação com várias classes, por meio de técnicas colaborativas de aprendizado.

Tabela 5. Parte do descritivo original da disciplina Programação Orientada a Objetos da IES β (auxilia em todos os passos do método).

Eixo	Competência derivada	Conteúdos
Resolução de Problemas	C.1.1. Identificar problemas que tenham solução algorítmica [Avaliar]	Algoritmos
	C.1.3. Resolver problemas usando ambientes de programação [Criar]	Algoritmos; Técnicas de Programação
Desenvolvimento de Sistemas	C.2.1. Resolver problemas usando ambientes de programação [Criar]	Algoritmos; Programação Orientada a Objetos
Aprendizado Contínuo e Autônomo	C.6.6. Compreender os fatos essenciais, os conceitos, os princípios e as teorias relacionadas à Ciência da Computação para o desenvolvimento de software e hardware e suas aplicações [Avaliar]	Algoritmos

Tabela 6. Eixos e competências derivadas selecionadas para a disciplina *Programação Orientada a Objetos* da IES β e conteúdos associados (Passo 2 do método).

4 | DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO PROPOSTO

De um lado, as DCN16 relacionam 25 competências e habilidades mínimas que os cursos de Ciência da Computação devem desenvolver em seus egressos. De outro, o parecer CNE/CES N° 136/2012 (MEC, 2012), que acompanha as diretrizes, elenca um vasto conjunto de conteúdos curriculares a serem ministrados pelos cursos. Essas duas listagens são apresentadas de forma desconexa, em documentos diferentes. Assim, para as coordenações de curso e NDEs que desejam atualizar seus PPCs em conformidade com as DCN16, a principal vantagem de utilizar os RF-CC-17 e o método aqui proposto é explicitar a ligação entre competências e conteúdos curriculares.

Essa ligação pode ser realizada de forma diferente em cada IES. Por exemplo, a IES α decidiu desenvolver a competência C.1.5, diferentemente da IES β . Isso não implica que a IES β esteja em falta com as DCN, desde que ela desenvolva a competência derivada em outra disciplina da matriz curricular.

Além disso, a listagem de competências e habilidades nas DCN16, divididas entre gerais e específicas, apresenta sobreposições. Por outro lado, os RF-CC-17 agrupam essas competências e habilidades em sete eixos de formação. Dessa forma, as coordenações de curso e NDEs, ao usarem o método de geração do MCM, contam com um roteiro e um estudo de caso para facilitar a compreensão das diretrizes, a fim de elaborar um descritivo de disciplina orientado a competências. De qualquer maneira, o método proposto não dispensa a leitura e o conhecimento das DCN16 e dos RF-CC-17.

CD	Contribuição da disciplina
C.1.1	O estudante modela classes que simulam objetos do mundo real, e identifica métodos que podem ser implementados por meio de algoritmos simples. O estudante desenvolve a capacidade de abstração que o habilita a compreender como mapear problemas do mundo real no computador e a construir soluções orientadas a objetos computacionais eficazes.
C.1.3	O estudante implementa programas usando uma linguagem orientada a objetos em um ambiente de programação simples, sem muitos recursos de plugin e/ou interface gráfica. Na implementação de cada classe, o estudante emprega conceito de encapsulamento, técnicas de representação de dados (variáveis, constantes, tipos primitivos e estruturas simples, como vetores e matrizes) e comandos de atribuição, desvio, seleção e repetição. Com isso, o estudante passa a ter domínio básico de técnicas de programação e de um ambiente de programação, que é a ferramenta prática mais fundamental da computação para a resolução de problemas do mundo real.
C.1.5	O estudante constrói programas em linguagem orientada a objetos com base em um problema computacional, implementando classes de interface gráfica, classes de negócio e acesso a banco de dados, além de realizar testes unitários e testes de validação e verificação. Dessa forma, o estudante experimenta quatro etapas fundamentais do ciclo de desenvolvimento de sistemas de software, a saber: a especificação (problema a ser resolvido), projeto (identificação das classes e suas responsabilidades utilizando o princípio de arquitetura em camadas), implementação, e testes unitários e de verificação e validação.
C.6.6	O estudante realiza estudos sobre programação orientada a objetos por meio de consultas a livros e autores clássicos dessa área de estudo da computação, além de analisar artigos científicos sobre o assunto, em especial sobre boas práticas de programação orientação a objetos e plataformas que podem ser aplicadas. Assim, o estudante toma conhecimento dos meios de publicação de conhecimentos científicos que o auxiliarão no restante do curso e, futuramente, na sua carreira profissional. A metodologia de ensino apoia o aprendizado contínuo, por meio de aulas práticas com técnicas colaborativas de aprendizado professor-estudante e estudantes-estudantes. O objetivo é ensinar os estudantes a escreverem código de programação orientado a objetos de uma forma mais prática, dinâmica e colaborativa, com maior facilidade e qualidade, incentivando o entendimento de conceitos e técnicas de orientação a objetos, o gosto pela programação e exercitando o trabalho em equipe. O estudante participa ativamente da escrita do código, todos os alunos interagem e compartilham suas dúvidas, para isso, é utilizada uma técnica conhecida como Coding Dojo.

Tabela 7. Contribuição da disciplina *Programação Orientada a Objetos* da IES β para cada Competência Derivada (CD) selecionada (Passo 3 do método).

5 | CONCLUSÃO

O Mapeamento de Conformidade e Mobilização (MCM), obtido com a aplicação do método proposto, constitui uma base confiável para elaborar os descritivos de disciplinas de um PPC em conformidade com as DCN16. Isso foi verificado por meio da aplicação do método para a disciplina de introdução à programação em duas IES brasileiras. O MCM obtido para cada IES seleciona algumas das competências especificadas nos RF-CC-17 pertinentes à disciplina e descreve como os recursos vinculados, incluindo os conteúdos ministrados, são mobilizados pelo estudante para adquirir cada competência.

Apesar de o estudo de caso contemplar somente a disciplina de introdução à programação, o método proposto é genérico e pode ser utilizado para reestruturar as demais disciplinas de PPCs vigentes. Além disso, o MCM auxilia o docente responsável

pela disciplina a planejar, organizar e definir as atividades que serão desenvolvidas pelo discente, isto é, a elaborar o plano de ensino.

O método proposto agiliza a reestruturação dos PPCs, principalmente para coordenações e NDEs pouco experientes com a abordagem baseada em competências. Dessa forma, contribui para que as IES cumpram o prazo legal estabelecido pelas DCN16, ou seja, para os estudantes ingressantes no ano letivo de 2019.

Os MCMs produzidos neste ensaio estão disponíveis em goo.gl/YgHi7h. Como trabalho futuro, convidamos a comunidade a utilizar o método proposto para expandir esse repositório, produzindo o MCM para outras disciplinas de Computação ministradas aos cursos de graduação. Esse trabalho colaborativo pode proporcionar ainda mais agilidade no processo de reestruturação dos PPCs, bem como pode contribuir para a sua melhor qualidade e maior conformidade com as DCN16.

REFERÊNCIAS

ACM/IEEE (2013). Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. Final Report. ACM, New York, NY, USA. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/2534860>. Último acesso em: 16/03/2018.

Calsavara, A., Serra, A. P. G., Zampiroli, F. A., Carvalho, L. S. G., Jonathan, M., Correia, R. C. M. (2017). Referenciais de Formação: Bacharelado em Ciência da Computação. In: Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Leite, J., Araujo, R. M., Correia, R., Martins, S. (Org.). Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. 1ed.: , 2017, v. , p. 9-39.

Ferraz, A. P. C. M., Belhot, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, 17(2), 421-431.

MEC (2012). Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação. Disponível em: <https://goo.gl/esgE8f>. Parecer CNE/CES nº 136/2012, aprovado em 8 de março de 2012. Último acesso em: 16/03/2018.

MEC (2016). Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Computação (DCN16). Disponível em: <https://goo.gl/35CmzT>. Resolução CNE/CES nº 5, de 16 de novembro de 2016. Último acesso em: 16/03/2018.

Rezende, L., Segre, L. M., Campos, G. H. (2004). O modelo das competências e as implicações para o currículo do curso de ciência da computação. In Anais do XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (WEI). Salvador (Vol. 2).

SBC (1999). Currículo de Referência da SBC para cursos de Graduação em Computação (CR99). <http://lad.dsc.ufcg.edu.br/ec/cr99.pdf>. Último acesso em: 16/03/2018.

SBC (2003). Currículo de Referência da SBC para cursos de Graduação em Computação e Informática (CR03). <https://goo.gl/FXncde>. Último acesso em: 16/03/2018.

SBC (2005). Currículo de Referência da SBC para cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação (CR05). <https://goo.gl/VL7dcD>. Último acesso em: 16/03/2018.

Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Leite, J., Araujo, R. M., Correia, R., Martins, S. (2017). Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. Sociedade Brasileira de Computação (SBC). 153p, 2017. ISBN 978-85-7669-424-3.

ML-SAI: UM MODELO PEDAGÓGICO PARA ATIVIDADES DE M-LEARNING QUE INTEGRA A ABORDAGEM DA SALA DE AULA INVERTIDA

Data de aceite: 07/08/2020

Ernane Rosa Martins

Instituto Federal de Goiás (IFG)

Caixa Postal 72.811-580 – Luziânia – GO – Brasil

Luís Manuel Borges Gouveia

Universidade Fernando Pessoa (UFP)

Caixa Postal 4249-004 – Porto – Portugal

RESUMO: Este presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise das estratégias do modelo pedagógico ML-SAI, o qual foi desenvolvido para orientar atividades de m-learning, fundamentado na Teoria da Sala de Aula Invertida (SAI). Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os modelos pedagógicos, os aspectos relacionados à m-learning, os princípios básicos da SAI e apresenta-se a estrutura e estratégias do ML-SAI. A seguir, analisou-se os resultados encontrados com a experimentação do modelo, na disciplina de introdução a programação, promovendo algumas reflexões e considerações sobre o mesmo. Estas análises revelaram, que o modelo, colabora positivamente com a aquisição de conhecimentos e competências.

ABSTRACT: This paper aims to present

an analysis of the strategies of the ML-SAI pedagogical model, which was developed to guide m-learning activities, based on the Inverse Classroom Theory (IC). To this end, a bibliographical research was carried out on the pedagogical models, aspects related to m-learning, the basic principles of IC and the structure and strategies of the ML-SAI. Next, we analyzed the results obtained with the experimentation of the model, in the discipline of introduction to programming, promoting some reflections and considerations about the same. These analyzes revealed that the model collaborates positively with the acquisition of knowledge and skills.

1 | INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais fazem parte da vida dos jovens atualmente, o que justifica inúmeros estudos sobre estes recursos em sala de aula, principalmente estudos que estabeleçam diretrizes para sua utilização em vista dos objetivos estabelecidos, e que abrem caminho para novas abordagens no processo de ensino e aprendizagem (Duda & Rutz da Silva, 2015). De Bona & Paravisi (2016) complementam que as tecnologias digitais são amplamente utilizada na atualidade por

que são gratuitas e de rápido acesso à comunicação.

Moran (2012, p. 9) argumenta que para os jovens da contemporaneidade, o mundo virtual e físico se completam, tendo uma interação cada vez mais significativa, integrando-se de forma inseparável. Para Martins da Silva, Sampaio Lima & Bandeira Andriola (2016, p. 90), “os futuros professores devem ser preparados para enfrentar os desafios atuais de uma sociedade em constante mudança”. Assim, para os mesmos autores a busca por inovação requer a adoção de práticas de ensino inovadoras, com uma abordagem mais dinâmica em sala de aula em relação aos conteúdos.

Para Moran & Bacich (2018) as metodologias ativas tais como a sala de aula invertida, valoriza a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de suas competências, possibilita que estes aprendam em seu próprio ritmo, tempo e estilo, por meio de diferentes formas e compartilhamentos, fora e dentro da sala de aula.

O método tradicional de ensino, é geralmente realizado por meio da explanação dos conteúdos e complementada com os trabalhos de casa, entretanto na sala de aula invertida esse processo é invertido, sendo que o aluno acessa o conteúdo *on-line* previamente em casa antes das aulas e os momentos presenciais em sala de aula são utilizados para realizar atividades e trabalhos colaborativos pertinentes ao que foi visto em casa, por meio da interação e colaboração com seus pares e o professor. O professor fica responsável por retirar pontuais dúvidas e consolidar o aprendizado (Pereira & Silva, 2018; Tucker, 2012). Neste sentido, Zainuddin & Halili (2016) compilaram diferentes estudos internacionais sobre sala de aula invertida com estudantes universitários. Onde, observaram diversos benefícios, tais como: motivação, envolvimento, participação e interação.

A educação atual apresenta-se na terceira onda tecnológica denominada de *Mobile Learning (m-learning)*, caracterizada pelo uso de equipamentos portáteis, pela mobilidade global do usuário, conectividade ubíqua, independência de dispositivo e ambiente computacional disponível em qualquer lugar e a qualquer tempo. Sendo adotado tanto para o contexto a distância como o presencial, pois o processo de ensino e aprendizagem ocorre enquanto o aluno está em sala de aula, assim como, quando está fora dela (Barcelos, Tarouco & Berch, 2009).

Sendo assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma análise das estratégias do modelo pedagógico ML-SAI, o qual foi desenvolvido para orientar atividades de *m-learning*, fundamentado na Teoria da Sala de Aula Invertida (SAI). A partir de sua experimentação, em uma disciplina de introdução a programação, de modo a possibilitar promover algumas reflexões e considerações sobre o mesmo. Tendo em vista o objetivo proposto, na seção 2 é definido o que este estudo entende por modelo pedagógico, são discutidos os aspectos relacionados à *m-learning*, são apresentados os princípios básicos da Teoria SAI e a estrutura e estratégias do ML-SAI. A seção 3 traz a metodologia adotada. Na seção 4 são apresentados as análises dos resultados encontrados com a aplicação do

modelo, promovendo reflexões e considerações sobre o mesmo. Finalizando, a seção 5 apresenta algumas considerações finais sobre o presente trabalho.

2 | REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção são contextualizados os modelos pedagógicos, os aspectos relacionados à *m-learning*, os princípios básicos da SAI e são apresentados a estrutura e as estratégias do ML-SAI.

2.1 Modelos Pedagógicos

Para Behar, Passerino & Bernardi (2007, p.3) modelo “é um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma mais abstrata, quase esquemática, e que serve de referência”. Os modelos pedagógicos por sua vez, são apresentados na literatura como sinônimos de estratégias de ensino, metodologias de ensino, currículo ou como teoria de aprendizagem. Assim, neste estudo, utiliza-se a definição de modelo pedagógico como sendo “um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de conhecimento”, podendo ser embasado por uma ou várias teorias de aprendizagem, ou suas reinterpretações, discutindo-se este assunto conforme os autores que adotam linhas semelhantes (Behar; Passerino & Bernardi, 2007, p. 4).

Para a construção de um modelo pedagógico segundo Behar (2009), é necessário definir seus elementos. O modelo pedagógico deve estar baseado em duas ou mais teorias educacionais utilizadas como eixo norteador da aprendizagem e nas experiências pessoais, criando o que ela denomina de Modelo Pessoal. Conforme esta mesma autora este é fundamentado em dois elementos: Arquitetura Pedagógica (AP) e Estratégias para a Aplicação da mesma. A AP é a estrutura principal do modelo e as estratégias para a aplicação da AP são as dinâmicas do modelo pedagógico, que dependem do contexto e variáveis que envolvem o processo educativo. Estas ações didáticas direcionam o professor para colocar em prática a AP a um contexto particular, tornando-a individualizada. A arquitetura pedagógica (AP) é constituída por:

- Aspectos organizacionais, que diz respeito a fundamentação do planejamento ou proposta pedagógica onde estão incluídos os propósitos da aprendizagem, organização do tempo e do espaço e expectativas na relação da atuação dos participantes ou da organização social da classe;
- Aspectos relacionados ao conteúdo, que engloba materiais instrucionais e/ou recursos informáticos utilizados, tais como: objetos de aprendizagem, software e outras ferramentas de aprendizagem;

- Aspectos metodológicos, que envolvem: atividades, interações, procedimentos de avaliação e a organização de todos esses elementos numa sequência didática para a aprendizagem;
- Aspectos tecnológicos, com a definição da plataforma e suas funcionalidades, ferramentas de comunicação, entre outros.

Para desenvolver um projeto pedagógico eficiente é necessário levar em consideração aspectos importantes da mudança paradigmática, principalmente referente a modalidade de ensino *m-learning*.

2.2 M-learning

Mobile Learning (m-learning) é definido como sendo o ensino através de aparelhos móveis ou dispositivos móveis, possibilitado através dos avanços da tecnologia na área da informática. Os alunos em grande maioria possuem e estão familiarizados com o uso de dispositivos móveis, assim, estão sendo construídos sistemas educacionais voltados para serem utilizados neste tipo de dispositivo ou sendo adaptados, porém, precisam levar em conta as peculiaridades dos dispositivos produzidos por diferentes fabricantes. Este conceito permite aos alunos ter uma utilização mais flexível e otimizada do tempo, pois podem usar as tecnologias sob demanda, em qualquer lugar, em qualquer momento, ampliando a possibilidade de uso educacional de recursos que já estão sendo utilizados para comunicação e lazer. Os dispositivos móveis possuem muito potencial, permitindo oferecer diferentes níveis de envolvimento, melhorando o desempenho dos estudantes, pela colaboração ou mesmo pelos diversos formatos de materiais disponíveis, como vídeos, imagens, áudios e texto (Barcelos, Tarouco & Berch, 2009).

Sendo assim, no *m-learning* o aprendizado pode ocorrer em sala de aula e em qualquer lugar no qual o estudante possa utilizar a tecnologia que já está em suas mãos para criar um novo momento de aprendizagem. Estas tecnologias podem apresentar benefícios tanto para os alunos quanto para os professores, em relação aos alunos permitem flexibilidade na aprendizagem, podendo aprender como e quando desejarem, mesmo em movimento, enquanto para aos professores é oferecido um meio de facilitar a disponibilização de materiais pedagógicos e realizar interações com os alunos (Franciscato & Medina, 2008).

2.3 Sala de Aula Invertida

Para Bergmann & Sams (2016) a Sala de Aula Invertida (SAI) é uma metodologia ativa que defende o estudo por parte dos alunos antes das aulas, através de materiais disponibilizados pelo professor, depois da realização desta interação, em sala de aula

os alunos tem a oportunidade de retirar suas dúvidas, corrigir erros e aprimorar pontos importantes sobre o tema abordado (Bergmann & Sams, 2016). Segundo os mesmos autores a inversão da sala de aula se justifica por ser durante as atividades que os alunos possuem mais dúvidas, sendo o momento ideal para realizar uma troca mais rica de conhecimentos entre o professor e os alunos. Para Valente (2014) a sala de aula tem papel fundamental dentro da metodologia da sala de aula invertida, porque é o momento em que o professor está observando e auxiliando nas atividades, realizando feedbacks constantes e contribuindo significativamente com o aprendizado dos alunos por meio de orientações.

Para Santos & Tezani (2018) a sala de aula invertida potencializa, personaliza e facilita a aprendizagem dos alunos, atribuindo mais relevância ao aprendizado e contribuindo para aprimorar as antigas práticas pedagógicas. O aluno neste contexto passa a ser protagonista no processo de aprendizagem, estimulando a colaboração entre os alunos e com o professor, enquanto o professor passa a atuar como mediador no processo de aprendizagem. Conforme Oliveira & Mendonça (2018) na metodologia da sala de aula invertida podem ser utilizados diversos recursos de modo a aproveitar a afinidade que os alunos normalmente apresentam com as tecnologias, tais como: canais do *YouTube*, ambientes virtuais, aplicativos de mensagens instantâneas e redes sociais.

A teoria da sala de aula invertida é apresentada positivamente em inúmeros trabalhos investigados, tais como: Leite, Hoji & Abdalla Junior (2018) que descreveram os desafios para a implementação do modelo de sala de aula invertida em disciplinas de Redes de Computadores em um curso técnico. Oliveira *et al.* (2017) que propuseram uma série de análises sobre a aplicação da metodologia em disciplinas de programação em C. Medeiros & Bessa (2017) que propuseram uma ferramenta para análise de avaliações em grandes turmas. Santos *et al.* (2017), que relataram resultados positivos com a utilização do modelo no ensino médio. Chen (2014) que descreveram melhoria nas notas finais dos estudantes após aplicação do modelo no ensino de programação em C em um curso superior. Diferente destes, o presente trabalho buscou formatar um modelo pedagógico para contribuir com orientações no planejamento e na realização de ações de *m-learning* por professores e pesquisadores de diferentes áreas, tendo como base a metodologia da sala de aula invertida.

2.4 Apresentação do ML-SAI

Esta seção apresenta o modelo pedagógico construído a partir dos estudos preliminares (pesquisa exploratória com estudos de casos) em conjunto com a revisão bibliográfica realizada. Os estudos de caso exploratórios preliminares, utilizaram os conceitos de sala de aula invertida combinada com alguma tecnologia móvel, como *Kahoot*, *WhatsApp* e *Facebook*. Estes estudos de caráter exploratórios investigaram as

possibilidades e potencialidades da utilização da Teoria da Sala de Aula Invertida com o auxílio de Tecnologia Móvel.

Assim, como resultados encontrados nestes estudos preliminares, destaque para: limitações e dificuldades de ordem financeira e técnica que podem excluir alguns alunos que não dispõem de *smartphones*, planos de internet em seus celulares ou mesmo internet em suas residências, dificultando o uso e principalmente o acesso dos alunos às ferramentas e aos recursos digitais disponíveis; benefícios significativos como o baixo custo, a acessibilidade, a interatividade e a aprendizagem colaborativa; a mediação pelo professor é fundamental, propondo temas e estimulando a participação dos alunos, identificando o contexto da sala de aula, dos alunos e da turma, estabelecendo regras e normas para utilização dos dispositivos móveis, deixando claro os objetivos e motivos das atividades propostas, verificando as limitações relevantes e os recursos tecnológicos necessários que serão utilizados, assim como, os papéis do professor e dos alunos neste processo; e por fim, é fundamental um planejamento bem estruturado por parte do professor.

O modelo pedagógico foi formatado para fornecer algumas sugestões de estratégias a professores e pesquisadores interessados em utiliza-lo, orientando estes no desenvolvimento das atividades de *m-learning*. Neste estudo a AP foi reestruturada e fundamentada levando em consideração os conceitos da Sala de Aula Invertida, os aspectos relacionados a utilização dos dispositivos móveis e os estudos exploratórios preliminares realizados, a AP foi estabelecida em seis aspectos, sendo estes: contexto, normatização, papéis, tecnologias, ações e limitações. A AP e as estratégias para a Aplicação da AP definidas para as atividades de *m-learning* estão apresentadas na Tabela 1.

Arquitetura Pedagógica (AP)	Estratégias para a Aplicação da AP
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Definir os objetivos e motivos das atividades e ações proposta, deixando-os claros para todos os envolvidos; • Identificar os instrumentos, recursos, características das atividades e ações, dos alunos e do curso;
Normatização	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar regras e procedimentos para orientar as ações e interações; • Estabelecer normas para utilização dos dispositivos móveis (quando utilizar, qual a finalidade, etc.);
Papéis	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o papel do aluno no processo de aprendizagem, suas motivações, interesses e habilidades; • Entender o papel do professor como condutor e facilitador da aprendizagem;

Tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> Definir os dispositivos móveis, aplicativos e recursos tecnológicos que serão utilizados, considerando as características físicas, técnicas e funcionais dos mesmos, tais como: ambiente virtual, <i>Sílabe</i>, <i>Moodle</i>, <i>Facebook</i>, <i>Khan Academy</i>, <i>YouTube</i>, vídeo-aula, músicas, <i>slides</i>, fotografias, áudios, textos, entre outros, estabelecendo prioridade para aplicativos livres e gratuitos; Verificar a necessidade e disponibilidade de conexão com a Internet;
Ações	<ul style="list-style-type: none"> Especificar se as ações serão individuais, em grupo ou ambas, se estas serão comuns a todos os alunos ou diferenciadas por aluno ou grupo de alunos; Definir ferramentas de comunicação e sistemas de apoio para dar suporte aos alunos em caso de dificuldades; Definir se as ações serão realizadas em um mesmo local, ao mesmo tempo ou em locais e momentos distintos; Estabelecer práticas educacionais favoráveis ao aprendizado (situações problemas, aplicações práticas, colaborativas, autônomas, críticas, em contextos reais, pesquisas), levando em consideração os ambientes de aprendizagem (<i>on-line</i>, salas de aula, laboratórios) de preferência com os dispositivos móveis dos próprios alunos; Incentivar a interação entre os alunos e com o professor, por meio do uso de dispositivos móveis, com foco no desenvolvimento da atividade proposta; Determinar os mecanismos de avaliação de desempenho e certificação da aprendizagem, se individuais ou em equipes, de preferência contínua, e disponibiliza-los para os alunos; Estabelecer momentos de reflexão e análise das atividades realizadas, buscando colaborar na melhoria contínua de novas atividades; Estruturar os conteúdos que serão disponibilizados em ambiente virtual, para que os alunos possam acessá-los por meio de um dispositivo móvel, quando e quantas vezes quiserem, se possível com o acompanhamento das visualizações pelo professor; Realizar uma curadoria dos conteúdos já existentes na internet, por meio de plataformas como <i>Khan Academy</i> e o <i>YouTube</i> em busca de bons vídeos educativos, ou caso não sejam encontrados, gravar vídeos ou áudios utilizando as ferramentas que existem no próprio dispositivo móvel; Estimular diferentes formas de aprendizado por meio de diferentes fontes de conteúdo, tais como: vídeos, áudios, imagens, textos, <i>slides</i>, questões, entre outras; Elaborar um roteiro de atividades do que será feito dentro da sala de aula, de modo a otimizar o tempo em sala de aula, utilizando projetos, trabalhos ou solução de problemas, que se conectem com o que foi visto previamente na plataforma;
Limitações	<ul style="list-style-type: none"> Levantar os principais pré-requisitos das atividades e possíveis distratores do aprendizado; Identificar quais conteúdos podem ser melhor trabalhados com tecnologias móveis; Verificar se os materiais pedagógicos podem ser utilizados em dispositivos móveis, considerando tamanho da tela, usabilidade, capacidade de armazenamento e modelos de dispositivos diferentes; Verificar a disponibilidade de dispositivos móveis, tomadas para recarregar as baterias dos celulares, conexão com a Internet, quando necessário, e se os aplicativos apresentam interface adequada a aprendizagem do conteúdo;

Tabela 1. Modelo Pedagógico proposto: ML-SAI (Martins & Gouveia, 2019)

O modelo pedagógico apresentado não é uma estrutura inflexível, visto que pode se adaptar e colaborar com o desenvolvimento de diversas atividades de *m-learning* envolvendo diferentes conteúdos e dispositivos móveis.

3 | METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória. De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória visa desenvolver, esclarecer ou modificar conceitos e ideias sobre determinado assunto. A investigação realizada é de natureza exploratória e descritiva, considerando que as pesquisas sobre o fenómeno investigado são novas e encontram-se em uma fase inicial. Os procedimentos metodológicos, consistiram em: observação dos recursos tecnológicos, das atividades, dos conteúdos, dos papéis dos alunos e professor, da troca de conhecimento, da responsabilidade e autonomia dos estudantes e diários utilizados pelo professor.

O modelo pedagógico descrito foi experimentado durante o segundo semestre de 2018, na disciplina de introdução a programação, de um curso técnico presencial de informática. O dispositivo móvel adotado foi o celular dos próprios alunos e o ambiente de aprendizagem utilizado para disponibilizar os conteúdos em forma de vídeos, *slides*, textos e *links*, foi o edmodo, por ser o que os alunos já estavam familiarizados em outras disciplinas e por contar com uma versão de aplicativo para dispositivos móveis.

4 | APLICAÇÃO DO ML-SAI: ANALISES E REFLEXÕES

Apesar da impossibilidade de realizar a aplicação do modelo em todas as unidades didáticas da disciplina, foram observados dois principais tipos de resultados positivos em relação ao aproveitamento e participação dos alunos.

O primeiro resultado observado foi uma postura de maior responsabilidade no estudo da temática de cada unidade. Por não terem os conteúdos apresentados em detalhes na forma tradicional como uma palestra, os alunos precisam estudar por conta própria buscando tirar suas dúvidas com outros colegas ou com o próprio professor no encontro presencial em sala de aula. Como ficou estabelecido que os alunos iriam realizar apresentações sobre os conteúdos estudados, eles sempre buscavam aprimorar os estudos por conta própria.

O segundo aspecto observado foi o maior grau de envolvimento e dedicação nos projetos realizados. Apesar da necessidade de dedicar mais tempo na realização dos projetos, os resultados e benefícios do esforço maior ficou evidente para os alunos, principalmente por ter gerado mais interesse por parte dos mesmos.

Um exemplo de projeto realizado na disciplina de introdução a programação

foi a elaboração de um programa de cálculo de matrizes. Foram realizadas as quatro operações matemáticas básicas: soma, subtração, multiplicação e divisão de matrizes. O desempenho dos alunos neste projeto foi considerado por toda a turma entre bom e excelente, sendo que eles aprenderam as estruturas das matrizes conforme a linguagem de programação por meio de vídeo antes das aulas e identificaram as possíveis soluções para o problema em sala de aula, todos os alunos criaram algum tipo de implementação, ainda que parcial para o problema, mas pelo fato do aprendizado e o desenvolvimento do trabalho ser totalmente independente da ajuda do professor, os resultados como um todo foram impressionantes.

Nesse projeto sobre cálculo de matrizes, os alunos foram orientados a pensar em um problema real o que despertou o interesse dos alunos, visto que esta aplicação poderia ser disponibilizada e utilizada posteriormente para realizar este tipo de cálculo quando necessário. Mesmo sendo um projeto inicial de programação, a intenção é motivar os alunos a realizarem algo útil, assim adotou-se sempre esta estratégia nos demais projetos da disciplina.

Outro aspecto interessante que merece destacar é a possibilidade de realizar projetos integrando os conteúdos da computação aos conceitos de outra disciplina, neste caso com a matemática. Para a realização do projeto, os alunos tiveram que aprender e dominar os conceitos de lógica de programação, entender como empregar a linguagem de programação e conhecimentos de matemática, aprimorando sempre os conhecimentos disponibilizados em vídeos com pesquisas adicionais, principalmente por meio da internet.

Um segundo exemplo de projeto realizado foi a implementação de uma calculadora de massa corporal. Neste projeto os alunos precisaram pesquisar como determinar a massa corporal de homens e mulheres. Os *smartphones* antes utilizados para atividades sem importância, agora tornaram-se instrumentos imprescindíveis para realizar as pesquisas e assim facilitar o aprendizado. Mesmo os alunos relatando que precisaram dedicar grande quantidade de tempo para a realização dos projetos, os mesmos reconheceram que os benefícios foram evidentes em termos de aprendizagem do conteúdo da disciplina e crescimento pessoal dos alunos.

Outro aspecto observado em relação aos vídeos foi a importância de utilizar materiais multimídias atraentes para os alunos. Assim como no trabalho de Schmidt e Ralph (2016) foi detectado que os alunos expressam desprazer e tédio com o conteúdo dos vídeos. Segundo estes mesmos autores, é importante desenvolver e usar os materiais multimídia corretamente. Os vídeos precisam ser breves, precisos e agradáveis, eles têm que dividir o assunto de maneira coerente e, assim, facilitar a internalização de seu conteúdo.

Ao final o professor alegou que a experiência foi positiva, apesar de apresentar prós e contras, em relação ao aspecto positivo foi registrado a excelente aceitação por parte dos alunos, mas em contraponto negativo, foram registrados alguns apontamentos de dificuldade de acesso aos conteúdos online, justificados pela falta de tempo, o que

impactou no estudo prévio por parte de alguns alunos em relação ao conteúdo, gerando maior dificuldade em sala de aula, forçando o professor a apresentar o conteúdo nos moldes do ensino tradicional. É importante destacar que os alunos participantes desta pesquisa nunca haviam entrado em contato com nenhuma proposta de modelo pedagógico como o apresentado neste trabalho ou nem mesmo com a metodologia da sala de aula invertida.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise das estratégias do modelo pedagógico ML-SAI, o qual foi desenvolvido para orientar atividades de *m-learning*, tendo como fundamentação a SAI. A experimentação do modelo, na disciplina de introdução a programação, possibilitou promover algumas reflexões e considerações importantes sobre o mesmo.

Assim, analisando a experimentação realizada, foi possível observar pelo desenvolvimento das atividades que o modelo pedagógico utilizado aparentemente ajudou os alunos a assumir maior responsabilidade no processo de aprendizagem. Além de contribuir para diminuir a quantidade de aulas expositivas que tornam as mesmas cansativas, ajudar com que os alunos busquem entender o processo para alcançar uma determinada solução de problema ao invés de decorar passos determinados, aprimorar o raciocínio e a reflexão buscando explorar o potencial do uso prático da programação em contextos reais. Mesmo assim, apesar de aparentemente contribuir fortemente com o desenvolvimento de habilidade na solução de problemas, é necessário a realização de estudos adicionais para confirmar tal fato.

O modelo permitiu elaborar projetos de interesses dos alunos, com resultados mais concretos, o que motivou os mesmos e permitiu também maior integração de conteúdos, com uma abordagem mais prática, integrando a programação com matérias, tais como: física, química e matemática. Posteriormente, pretende-se realizar novas experimentações, de modo a melhorar e consolidar o modelo pedagógico desenvolvido. Posteriormente, o mesmo será divulgado e disponibilizado em forma digital por meio de aplicativo móvel, de modo a possibilitar a sua ampla utilização.

REFERENCIAS

Barcelos, R. J. S.; Tarouco, L. and Berch, M. (2009). O uso de mobile learning no ensino de algoritmos. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 1-11.

Behar, P. A. (2009). Modelos pedagógicos em educação a distância. 311 p. Porto Alegre: Artmed.

Behar, P. A.; Passerino, L. and Bernardi, M. (2007). Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v.5, n. 2, p. 1-12.

Bergmann, J. and Sams, A. (2016). A. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. 1 ed.

Rio de Janeiro: LTC. 114 p.

Chen, E. Z. (2014). Flipped Classroom Model and Its Implementation in a Computer Programming Course. *Lärlärdom*, v. 2014, p. 180-200.

De Bona, A. and Paravisi, M. (2016). O Whatsapp: um espaço de construção escolar e administrativa. *Revista Thema, Pelotas*, v.13, n.1, p. 15-23.

Duda, R. and Rutz Da Silva, S. De C. (2015). A tecnologia como recurso auxiliary na ressignificação do processo resolutivo de equações. *Revista Tecnologias na Educação*. Ano 7, n. 13, p.1-11.

Franciscato, F. T. and Medina, R. D. (2008). M-Learning e Android: um novo paradigma? *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 6, n. 1, p. 1-10.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.

Leite, F. N.; Hoji, E. S. and Abdala Junior, H. (2018). A Blended Learning Method Applied in Data Communication and Computer Networks Subject. *IEEE Latin America Transactions*, v. 16, n. 1, p. 163-171.

Martins Da Silva, F. C., Sampaio Lima, A. E. and Bandeira Andriola, W. (2016). Avaliação do suporte de TDIC na formação do pedagogo: Um estudo em Universidade Brasileira. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(3), 77-93.

Martins, E. R. and Gouveia, L. M. B. (2019). ML-SAI: Um Modelo Pedagógico para Atividades de M-Learning que Integra a Abordagem da Sala de Aula Invertida. In: *XXVII Workshop Sobre Educação em Computação (WEI-SBC)*, v. 27, Belém. p. 121-130.

Medeiros, R. A. C. and Bessa, A. (2017). MiniTeste: uma ferramenta ágil para aplicação de avaliações personalizadas. *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 15, n. 1, p. 1-10.

Moran, J. E. and Bacich, L. (2017). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática*. 1ª ed. Porto Alegre: Penso. 260 p.

Moran, J. M. (2012). *A Educação que Desejamos: Novos desafios e como chegar lá*. 5ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus.

Oliveira, M. G. *et al.* (2017). Um Curso de Programação a Distância com Metodologias Ativas e Análise de Aprendizagem por Métricas de Software. *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 15, n. 1, p. 1-10.

Oliveira, S. A. B. and Mendonça, A. P. (2018). Sala de Aula Invertida - Uma Experiência no Ensino-Aprendizagem de Programação para Administração de Redes de Computadores. *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 16, n. 1.

Pereira, Z. T. G. and Silva, D. Q. (2018). Metodologia Ativa: Sala de Aula Invertida e suas Práticas na Educação Básica. *EICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 16(4), p. 63-78.

Santos, A. C. *et al.* (2017). Ensino Híbrido: Relato de Experiência sobre o uso de AVEA em uma proposta de Sala de Aula Invertida para o Ensino Médio. *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 15, n. 2, p. 1-10.

Santos, L. F. and Tezani, T. C. R. (2018). Aprendizagem Colaborativa no Ensino de História: A Sala de Aula Invertida como Metodologia Ativa? *Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre*, v. 16, n. 2. p. 1-10.

Schmidt, S. Y. and Ralph, D. (2016). The flipped classroom: a twist on teaching. *Contemporary Issues in Education Research (Online)*, v. 9(1), p. 1-6.

Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, 12(1), p. 82-83.

Valente, J. A. (2014). Blended Learning e as Mudanças no Ensino Superior: a Proposta da Sala de Aula Invertida. In *Educar em Revista*, Curitiba, PR, Edição Especial, n. 4, p. 79-97, Editora UFPR.

Zainuddin, Z. Y. and Halili, S. H. (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, v. 17(3), p. 313-340.

MODELAGEM PARA ESTIMATIVA E PROJEÇÃO DE ESTOQUE DE CARBONO EM FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DE TERRAS BAIXAS POR MEIO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E LINGUAGEM R

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 17/07/2020

Eric Bem dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Departamento de Ambiente, Saúde e Segurança.

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/4573159345311841>

Hernande Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Departamento de Ambiente, Saúde e Segurança.

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1800835100486343>

Jones Oliveira de Albuquerque

Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1220553574304474>

RESUMO: O cálculo espectral do CO₂Flux traduz a integração do índice de reflectância fotoquímica (PRI e SPRI) que reproduz à eficiência do uso da luz na fotossíntese e por sua vez o NDVI que descreve espectralmente o vigor da vegetação fotossinteticamente ativa. Uma circunstância a ser ponderada é que a metodologia CO₂Flux não é destrutiva, ou seja, não se faz necessário cortar árvores para estimar aspectos referentes ao estoque

de carbono. Além da pesquisa da bibliográfica, para executar a metodologia de cálculo espectral do CO₂Flux, foi adquirido imagens do Satélite Landsat 7 e Landsat 8, dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, da Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, no estado de Pernambuco no Brasil, e através destas foi calculado o Índice de Vegetação NDVI, PRI e SPRI e por fim o CO₂Flux traduzindo assim o estoque de carbono no local. Como resultado dos cálculos pode-se vê através dos mapas e gráficos, gerados no software QuantumGIS e Linguagem Estatística R - respectivamente, a potencialidade de Estoque de carbono para a APA de Guadalupe nos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020 que correspondem a uma área de 30231ha, 30876ha, 29515ha, 29997ha e 28811ha – respectivamente, bem como foi possível fazer uma projeção do cenário futuro em relação área capaz de estocar carbono no ano de 2030. Os resultados mostram uma tendência que gira em torno de 28299,25ha, um cenário ótimo que ficar por volta de 29672,47ha e o pior cenário que teria área de 26926,05ha. Conclui-se à indispensabilidade de fazer uso da metodologia de cálculo espectral de Estoque de Carbono e também de tecnologias como a Linguagem R com a finalidade quantificar o sequestro de carbono a partir de índices de

vegetação na Floresta Ombrófila Densa, não apenas na APA de Guadalupe-PE como em toda a vegetação preservada.

PALAVRAS-CHAVE: CO₂Flux; estoque de carbono; Floresta Ombrófila Densa; modelo de previsão; índice de vegetação.

MODELING FOR ESTIMATION AND PROJECTION OF CARBON STOCK IN FRAGMENTS OF LOWLAND DENSE OMBROPHILOUS FOREST THROUGH VEGETATION INDEXES AND LANGUAGE R

ABSTRACT: The spectral calculation of CO₂Flux translates the integration of the photochemical reflectance index (PRI and SPRI) that reproduces the efficiency of the use of light in photosynthesis and in turn the NDVI that spectrally describes the vigor of photosynthetically active vegetation. One circumstance to be considered is that the CO₂Flux methodology is not destructive, that is, it is not necessary to cut trees to estimate aspects related to carbon stock. In addition to the bibliographic research, to execute the spectral calculation methodology of CO₂Flux, Images of landsat 7 and Landsat 8 satellite were acquired from the years 2000, 2005, 2010, 2015 and 2020, from the Guadalupe Environmental Protection Area, in the state of Pernambuco, Brazil, and through these was calculated the NDVI, PRI and SPRI Vegetation Index and finally CO₂Flux, thus translating the carbon stock on site. As a result of the calculations one can see through the maps and graphs, generated in the software QuantumGIS and Statistical Language R - respectively, the potential of Carbon Stock for the Guadeloupe APA in the years 2000, 2005, 2010, 2015 and 2020 corresponding to an area of 30231ha, 30876ha, 29515ha, 29997ha and 28811ha – respectively, as well as a projection of the future scenario in relation to an area capable of stocking carbon in the year 2030. The results show a trend that turns in threshing of 28299.25ha, a great scenario that stay around 29672.47ha and the worst case scenario that would have area of 26926.05ha. It is concluded the indispensability of making use of the methodology of spectral calculation of Carbon Stock and also of technologies such as the R Language in order to quantify carbon sequestration from vegetation indices in the Dense Ombrophilous Forest not only in the APA Guadalupe-PE but also in all preserved vegetation.

KEYWORDS: CO₂Flux; carbon stock; Dense Ombrophilous Forest; forecast model; vegetation index.

1 | INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como área de estudo à Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe no Litoral Sul do Estado de Pernambuco. Essa Unidade de Conservação tem uma área de 44.799ha, com Coordenadas geográficas centrais de 8°42'22,75" e 35°07'17,08".

A criação da APA de Guadalupe se deu através do Decreto Estadual de número

19.635, em 13 de março de 1997, e tem como objetivo conservar e proteger os sistemas naturais essenciais à biodiversidade, bem como proteger os ecossistemas naturais e promover o desenvolvimento sustentável. Todavia, mesmo com a institucionalização desses objetivos os ecossistemas do Bioma Mata Atlântica sofreram sérios danos pelas ações antrópicas, corroborado pelo negligenciamento de sua proteção por parte das autoridades competentes.

O que acontece com a APA de Guadalupe não é um fato histórico novo nem isolado, a fragmentação da Mata Atlântica vem desde o período colonial sobretudo no litoral brasileiro e representa um fator limitante para sobrevivência de uma série de espécies e para manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas. Apesar disso, a Mata Atlântica, bem como seu ecossistema de Floresta Ombrófila Densa ainda possui uma grande capacidade de resiliência e estoque de carbono, que justifica a sua sucessiva auto-regeneração e vigor.

Compreender essa capacidade de estocar carbono é de extrema importância para auxiliar nas ações de conservação dos remanescentes florestais. Nessa perspectiva, o cálculo espectral do CO₂Flux traduz a integração do índice de reflectância fotoquímica (PRI e SPRI) que reproduz espectralmente a eficiência do uso da luz na fotossíntese e por sua vez o NDVI que descreve espectralmente o vigor da vegetação fotossinteticamente ativa, ou seja, o CO₂Flux traz de forma espacial o estoque de carbono na determinada área. Uma circunstância a ser ponderada é que a metodologia CO₂Flux não é destrutiva, ou seja, não se faz necessário cortar árvores para estimar aspectos referentes ao estoque de carbono, como normalmente é feito.

2 | METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, como visto anteriormente, que se localiza nos municípios de Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e Ipojuca no Litoral Sul do Estado de Pernambuco. Foi analisado uma área de 44.799ha, correspondente ao território da APA, com coordenada geográfica central: 8°42'22,75" 35°07'17,08". Composta pelo bioma Mata Atlântica, tendo como principal ecossistema a Floresta Ombrófila Densa.

A princípio, foi realizado uma revisão de bibliográfica com a finalidade de encontrar estudos, e assim, tomar conhecimento do que foi produzido cientificamente a respeito do sequestro de carbono e estoque de carbono, sobretudo nas áreas de Floresta Ombrófila Densa, e também sobre os demais assuntos pertinentes. A revisão mais técnica teve como foco as metodologias de mensurar de forma não destrutiva o potencial de captura de carbono pelo bioma em questão. Para tal, foi realizada pesquisa documental em artigos acadêmicos, teses de mestrado e estudos promovidos por órgão estatais. Desse modo foi definido que seria utilizado a "Metodologia CO₂Flux" para cálculo da estimativa do

estoque de carbono na área de estudo.

Outrossim, foi realizado a aquisição de imagens de satélites da série Landsat com o menor percentual de nuvens e dos anos pertinentes a uma análise espaço temporal adequada. Essas imagens tiveram a finalidade de calcular os índices de vegetação que são necessários para calcular o CO₂Flux e consequentemente mensurar o estoque de carbono da APA de Guadalupe a partir de dados de sensoriamento remoto. As imagens utilizadas estão tecnicamente caracterizadas na tabela a baixo:

Satélite	Data	Bandas	Código
Landsat 7	29/05/2000	RGB (B3,B2,B1)	LE07_L1TP_214066_20000529_20170211_01_T1_B3,B2,B1_M_[-36.5916,-9.6184,-34.5208,-7.734]
Landsat 7	25/04/2005	RGB (B3,B2,B1)	LE07_L1TP_214066_20050425_20170115_01_T1_B3,B2,B1_M_[-36.6329,-9.6552,-34.5572,-7.7639]
Landsat 7	17/11/2010	RGB (B3,B2,B1)	LE07_L1TP_214066_20101117_20161212_01_T1_B3,B2,B1_M_[-36.57035,-9.61235,-34.50201,-7.74602]
Landsat 7	21/04/2015	RGB (B3,B2,B1)	LE07_L1TP_214066_20150421_20161027_01_T1_B3,B2,B1_M_[-36.54847,-9.6122,-34.48007,-7.74637]
Landsat 8	21/01/2020	RGB (B4,B3,B2)	LC08_L1TP_214066_20200121_20200128_01_T1_B4,B3,B2_M_[-36.5424,-9.72837,-34.47161,-7.63101]

Tabela 1 – Dados Técnicos das Imagens de Satélites Utilizadas. Fonte: Autor (2020)

Para gerar os dados foram seguidas as etapas: geração do NDVI, geração do PRI, após é realizada a correção do PRI para dados numericamente positivos com sPRI. Em posse do sPRI e NDVI é elaborado o CO₂Flux, calculado com a multiplicação dessas duas variáveis. O calculo pode ser visualizado abaixo:

$$PRI = \frac{(B-G)}{(B+G)} \rightarrow sPRI = \frac{(PRI+1)}{2} \quad \text{NDVI} = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

$$CO_2Flux = sPRI \times NDVI$$

Desta maneira, será quantificado a capacidade da APA de Guadalupe como “sequestrador” de CO₂. Além desse processo foi de fundamental importância as visitas de campo (**Figura 1**) realizadas para aquisição de pontos GPS (Global Position System), ratificando as informações geradas pelo cálculo do CO₂Flux, de modo a atestar a existência de vegetações saudáveis no local.

Após essas etapas de geoprocessamento e com os resultados espaciais (numéricos) da área capaz de estocar carbono nos anos analisados com as imagens de satélite os dados adquiridos foram submetidos a linguagem R para geração de gráficos simples para retratar os valores obtidos nos anos analisados e também para geração de análises mais complexas. Entre as análises estatísticas mais importantes podemos destacar o

cálculo para a Tendência nos intervalos de tempo não analisados com imagens de satélite permitindo assim não apenas uma estimativa nesses anos como também uma maior precisão nos cálculos dos cenários futuros. Vele destacar que foi utilizado para esses cálculos, modelagem e previsão das séries temporais o script R do Grupo de Pesquisa: Modelagem Estatística, Simulação e Otimização de Risco da UFCA (MESOR - UFCA). Com precisão de 98,30% (com base nos dados espaciais/numéricos) o calculo para o cenário futuro teve como ano base o ano de 2030, haja vista que foi firmado em dezembro de 2015 durante a COP21 (a 21ª Convenção das Partes sobre Mudança do Clima) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que 2030 seria o ano para que o brasil atingisse sua meta de redução de emissão de CO2 em 43%, tendo como base o ano de 2005.



Figura 1 – Visitas de Campo à Área de Proteção Ambiental de Guadalupe.

Fonte: Autor (2020)

Além da metodologia geral já apresentada, é de fundamental importância destacar os índices de vegetação calculados e utilizados para estimar o estoque de carbono através das imagens de satélite.

Índices de Vegetação

Uma das práticas mais conhecidas de geoprocessamento é a análise da vegetação e detecção de mudanças que geralmente são utilizadas para avaliar recursos naturais e monitorar, especialmente a cobertura vegetal.

Hoje, a quantificação da vegetação verde é uma das principais aplicações do Sensoriamento Remoto na tomada de decisões, gestão ambiental e estudos fitogeográficos. Nessa perspectiva, é importante descrever o cálculo dos índices de vegetação utilizados

no presente estudo.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), que em português significa Índice de Vegetação por Diferença Normalizada é utilizado em diversas aplicações como monitoramento de culturas, detecção de efeitos de seca, infestação de pragas, estimativas de culturas, produtividade, modelagem hidrológica, mapeamento de coberturas vegetais naturais. Nesse índice, a cobertura vegetal tende a ter uma tonalidade verde e as outras metas variam de amarelo a vermelho intenso (LANDVIEW, 2019).

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Onde:

NIR = reflexão infravermelha próxima;

RED = reflectância da faixa vermelha do espectro visível.

Índice de Reflectância Fotoquímica (PRI)

O Índice de Reflectância Fotoquímica é utilizado para avaliar alterações nos pigmentos carotenoides da folhagem, sendo calculado com a relação entre as faixas azul e verde. Pigmentos, na botânica, são indicativos da eficiência do uso de luz fotossintética ou da taxa de dióxido de carbono armazenada por folhagens por unidade de energia absorvida. Os valores variam entre -1 e 1, e os valores comuns para vegetação saudável estão entre -0,2 e 0,2 (GAMON et al., 1992). A correção do índice PRI é necessária para permanecer na mesma escala que o NDVI e, portanto, ser combinado através de uma multiplicação que resultará em CO2Flux (Rahman et al, 2000).

$$PRI = \frac{(B-G)}{(B+G)}$$

Onde:

G - é a reflexão da banda verde;

B - é a banda azul de refletância.

ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA FOTOQUÍMICA REDIMENSIONADA PARA VALORES POSITIVOS (SPRI)

Uma circunstância a ser ponderada é que os valores do índice PRI precisam ser redimensionados para valores positivos utilizados no cálculo do sequestro de carbono. Este novo índice é chamado de sPRI e varia entre 0 e 1 (BAPTISTA, 2004, 2003).

$$sPRI = \frac{(PRI+1)}{2}$$

Onde:

PRI - é o Índice de Reflectância Fotoquímica;

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Hodiernamente, baseado nas cinco imagens adquiridas e processadas da série de satélites Landsat foi realizado os cálculos dos índices de vegetação sendo possível fazer o cálculo e mapeamento CO2Flux e assim estimar o estoque de carbono, com dados de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020 da APA de Guadalupe.

O que ficou evidente foi o aumento contínuo do desmatamento de áreas de floresta saudável, no ano de 2000, primeiro ano mensurado na pesquisa, a área de estoque de carbono foi de 30231ha, já em 2005, cinco anos depois, essa área estava com 30876ha de floresta saudável, ou seja, havia ocorrido um leve aumento que pode estar relacionado ao regime hídrico dos meses que antecederam a imagem e não ligado diretamente a um reflorestamento.

Não obstante, do ano de 2005 em diante, a diminuição foi contínua visto que no ano de 2010 a área de estoque de carbono da APA de Guadalupe já era de 29515ha. Também, por questão de regime hidrológico, já que não temos nenhum registro de regeneração florestal em nenhum dos fragmentos florestais monitorados na área, houve um aumento do estoque de carbono no ano de 2015 em relação ao último ano medido anteriormente (2010), ficando uma área de 29997ha.

Por sua vez, no ano de 2020 tivemos o menor valor de área de floresta saudável, capaz de armazenar o carbono, 28881ha. Evidencia-se com esses dados o avanço contínuo da antropização, seja realizando o desmatamento indiscriminado, seletivo ou loteamento de áreas com objetivos imobiliários. Esses dados anteriormente citados podem ser melhor vistos no gráfico a seguir:

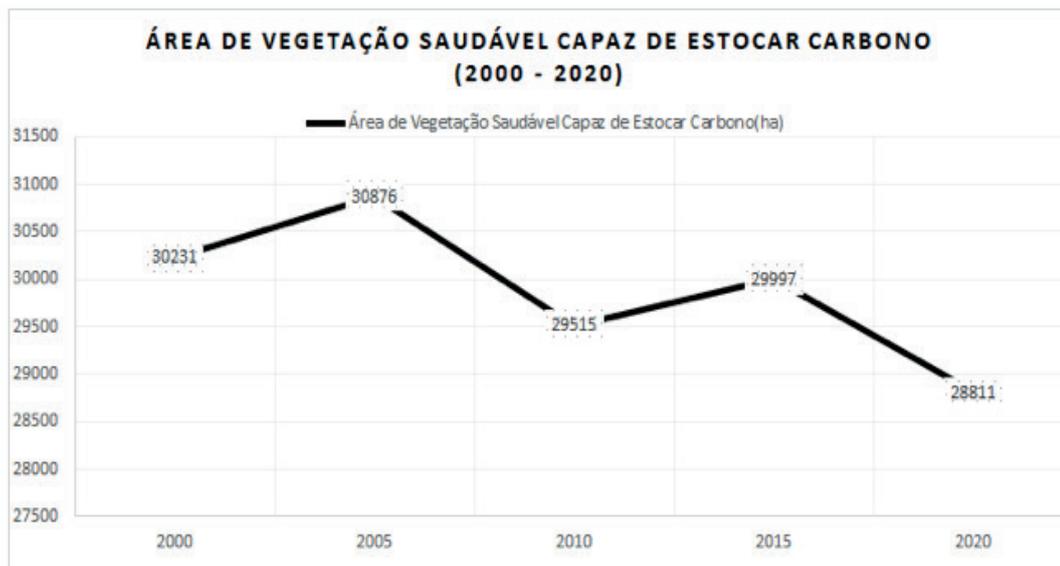


Figura 2 - Área de Floresta Ombrófila Densa que armazena carbono

Fonte: Autor (2020)

Os valores estimados entre os anos não analisados pelo cálculo do CO₂Flux são, respectivamente: 30553,5ha para junho de 2002; 30195,5 ha para junho de 2007; 29756ha para junho de 2012; 29404 ha para junho de 2017. Esses valores podem ser vistos na representação gráfica da Figura 3 e foram de extrema importância porque interferem de forma substancial nos resultados dos cenários futuros calculados, haja visto que com advento desses dados a função “previsão” calculada no R vai garantir a ampliação dos dados e conseqüentemente dos cenários passados e presentes aumentando a precisão do cálculo dos cenários futuros.

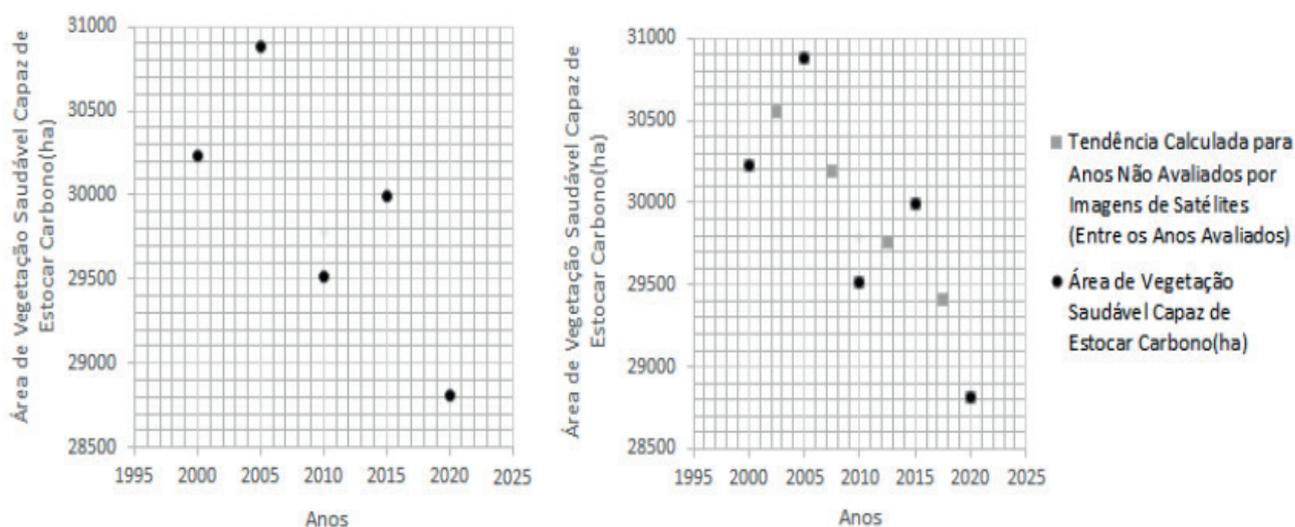


Figura 3 – Comparação dos dados Calculados e Estimados. Fonte: Autor (2020)

Como já citado anteriormente a data limite para a previsão foi o ano de 2030, por conta do acordo firmado durante a 21ª Convenção das Partes sobre Mudança do Clima da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e a partir dessa data foi gerado uma previsão que evidencia uma diminuição da vegetação capaz de estocar carbono em todos os cenários até mesmo no Melhor cenário que matematicamente chamamos de Limite de Confiança Superior. Nesse cenário os valores são de 29899,88 para Junho de 2022; 29834,54ha em 2025; 29757,81ha para Junho 2027 e para o ano de 2030 esse valor fica em 29672,47. De forma prática podemos estimar que esse Melhor Cenário aconteceria com a criação de políticas conservacionistas e de replantio na APA, mas que mesmo assim não seria capaz de reverter o cenário degradativo mas sem dúvida retardaria o processo.

No Pior Cenário, também chamado de Limite de Confiança Inferior, essa degradação é extremamente acentuada e caracteriza um cenário onde a realidade degradativa presente na APA se intensificaria e conseqüentemente todo o processo de expansão imobiliária aumentaria, juntamente com a cultura canavieira e o afrouxamento da legislação da Mata Atlântica. No cenário em questão os valores são de 27827,35ha para Junho de 2022; 27516,45ha em 2025; 27216,94ha para Junho 2027 e para o ano de 2030 esse valor fica em 26926,05.

Na Tendência Futura, ou também chamado de Previsão para a matemática, é refletido o cenário mais provável baseado nos dados espaciais. Nesse cenário podemos pressupor que não houve mudanças substanciais na influência dos agentes degradativos, bem como em termos jurídicos do território da APA. Assim como os dois outros cenários a Tendência reflete uma diminuição do território de vegetação capaz de estocar carbono na UC. Os dados desse cenário foram de 28863,62ha para Junho de 2022; 28675,5ha em 2025; 28487,38ha para Junho 2027 e para o ano de 2030 esse valor fica em 28299,26.

Data Estipulada	Tendência Futura Calculada (Previsão)	Pior Cenário de Tendencial Futura (Limite de Confiança Inferior)	Melhor Cenário de Tendencial Futura (Limite de Confiança Superior)
06/2022	28863,62	27827,35	29899,88
2025	28675,5	27516,45	29834,54
06/2027	28487,38	27216,94	29757,81
2030	28299,26	26926,05	29672,47

Tabela 2 - Quadro de Valores Estimados de área capaz de estocar carbono nos cenários Fonte: Autor (2020)

De acordo com esses dados foi gerado o gráfico que retrata os anos analisados e os anos e cenários futuros. Uma circunstância a ser ponderada é que infelizmente como é possível ver no gráfico (Figura 4) em todos os cenários ocorre a diminuição do território capaz de estocar carbono, diferindo apenas os graus de degradação e desse modo evidencia-se a importância de políticas públicas que visem mudar esses cenários de modo a reverter a tendência de diminuição da área.

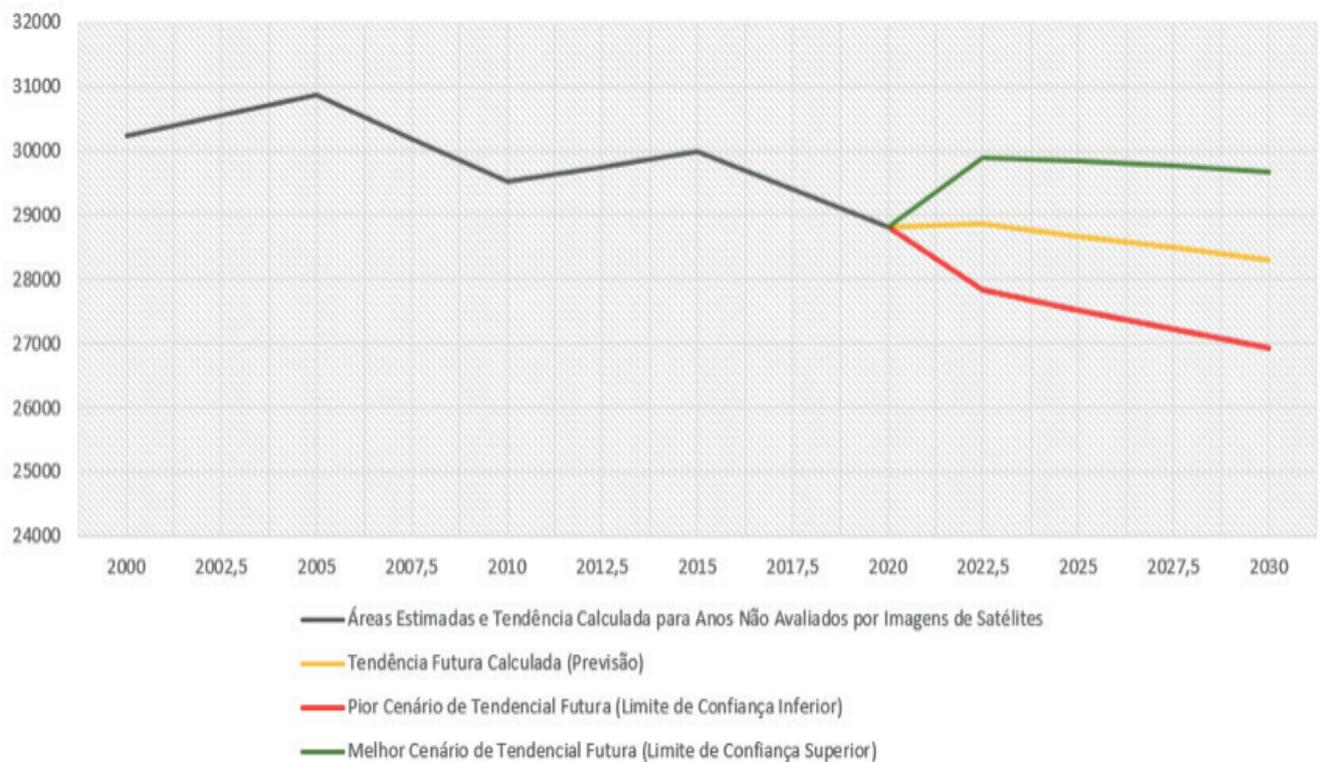


Figura 4 – Gráfico das Áreas Calculadas por Imagem de satélite e dos Cenários Futuros

Fonte: Autor (2020)

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que o cálculo espectral que integra a reflexão fotoquímica e a vegetação fotossintética através da Metodologia Flux CO2 tem se mostrado um produto de sensoriamento remoto extremamente importante na avaliação do comportamento espectral da vegetação em relação às suas condições de estoque de carbono, podendo ser usado não só para avaliar o potencial do estoque de carbono, mas também para monitorar de forma espacial os fragmentos do ecossistema de Floresta Ombrófila Densa dentro de Áreas de Proteção Ambiental e em outros locais.

Além disso, neste estudo, geotecnologias gratuitas como os softwares Qgis e Spring, imagens dos satélites Landsat 7 e Landsat 8 e respectivos cálculos do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Reflectância Fotoquímica (PRI) e Índice de Reflectância Fotoquímica Redimensionada para Valores Positivos (sPRI), percebe-se que

houve uma degradação contínua e acentuada das áreas de cobertura vegetal capazes de estocar carbono. Estima-se que essa degradação esteja intimamente relacionada à especulação imobiliária que ocorre intencionalmente no Litoral Sul do Estado de Pernambuco.

Além disso essa redução também pode estar ligada a expansão da cultura canavieira do local que é danosa não somente aos ecossistemas como também as populações locais, haja vista que é uma monocultura que explora de forma inadequada grande parte de seus trabalhadores.

Uma circunstância a ser considerada é que este trabalho foi de valor inigualável para a Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, uma vez que esta Unidade de Conservação, como muitas outras, é resultado da Resolução do CONAMA que reafirma a necessidade de proceder ao zoneamento ecológico e econômico, padronizando o uso e ocupação da região, protegendo e conservando sistemas naturais essenciais à biodiversidade, visando melhorar a qualidade de vida da população local, a proteção dos ecossistemas e o desenvolvimento Sustentável. Logo, as informações adquiridas e processadas pelo trabalho são um fomento a essas ações da APA, sobretudo em termos de planejamento.

Ademais, a pesquisa também evidencia o potencial das Unidades de Conservação para a venda de Crédito de Carbono e assim de forma direta contribuir para redução da emissão de CO₂ entre outros gases poluentes, haja vista que a venda de Crédito de Carbono faz parte das MDL (Medida de Desenvolvimento Limpo), mecanismos de flexibilização criados pelo Protocolo de Kyoto para auxiliar o processo de redução de emissões de gases do efeito estufa ou de captura de carbono por parte dos países do Anexo I.

REFERÊNCIAS

AGUIAR L.W., MARTAU, L., SOARES, Z. F., et al. Estudo preliminar da flora e vegetação de morros graníticos da Região da Grande Porto Alegre, RS, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot.*, n. 34, p. 3-38, 1986.

ALMEIDA, A.L. & ARAÚJO, D.S.D. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. IN: *Oecologia Brasiliensis: Ecologia de Praias Arenosas do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Biologia, v. 3, p. 47-63, 1997.

ANDRADE-LIMA, D.. *Vegetação IN: Atlas Nacional do Brasil, I*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1966. 1p.

BARBOSA, M. R. de V.. *Estudos Florísticos e Fitossociológicos da Mata do Buranquinho, Remanescente da Mata Atlântica em João Pessoa, PB*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 1996. 135p.

BARRETO, H.L. Regiões fitogeográficas de Minas Gerais. *Boletim de Geografia*, n. 14, p.14-28, 1949.

BARTHOLOTT, W., GRÖGER, A., POREMBSKI, S. Some remarks on the vegetation of tropical inselberg: diversity and ecological differentiation. *Biogeographica*, v. 69, n. 3, p. 105-124, 1993.;

Baptista, G. M. M. Validação da Modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado,

- por meio de dados Aviris e Hyperion. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. Anais...São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1037-1044. Disponível em: http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltd.inpe.br/sbsr/2002/09.07.21.45/doc/10_002.pdf. Acesso em: 25 out. 2014.
- Baptista, G.M.M. Mapeamento do Sequestro de Carbono e de Domos Urbanos de CO₂ em Ambientes Tropicais, por meio de Sensoriamento Remoto Hiperespectral. *Geografia (Rio Claro)*, v. 29, p. 189-202, 2004.
- BENITES, V.M. Caracterização de solos e de substâncias húmicas em áreas de vegetação rupestre de altitude. Viçosa, UFV, 2001, 74 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1994. 425p.
- BIODIVERSIDADE em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 94p.
- CARMO, T.M.. Os manguezais ao norte da Baía de Vitória, E.S., In: Simpósio Sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. São Paulo: ACIESP, 1987, p.173-194.
- CHAPMAM,V.G.. Mangrove Vegetation. J.Cramer Vadruz. 1976
- COSTA E SILVA, L. V.. Comparação fitossiológica entre duas amostragens numa área de clareira em anos consecutivos, Estação Biológica de Caratinga, MG. *Acta bot. Bras.* 7(2) 119-128. 1993.
- COLTRI, P.P.; Ramirez, G.M.; Walter, M.K.C.; Junior, J.Z.; Pinto, H.S.; Nascimento, C.R.; Gonçalves, R.R.V. Utilização de índices de Vegetação para Estimativas não Destrutivas da Biomassa, Estoque e Sequestro de Carbono no Cafeeiro Arábica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 121-128. Disponível em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.15.21/doc/121-128.pdf>. Acesso em 25 out. 2014.
- CPRH. Diagnóstico Sócio Ambiental APA Guadalupe – Litoral Sul de Pernambuco - Brasil. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente de Pernambuco, 128p., 1998.
- CPRH. Diagnóstico Sócio Ambiental APA Guadalupe – Litoral Sul de Pernambuco - Brasil. Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente de Pernambuco, 2011.
- DANSEREAU, P.. A distribuição e estrutura das florestas brasileiras. *Boletim Geográfico* 6(1):34-44. 1948.
- DAUBENMIRE, R.F. Plant communities: A text book of plant synecology. New York: Harper & How, 1968. 300p.
- DOMINGUES, A. J. P.. Aspectos Físicos do Meio-Norte e do Nordeste. In: Paisagens do Brasil, 2 ed. Conselho Nacional de Geografia-Brasil. Rio de Janeiro. 1962. 269p. il.
- DURIGAN, G. Florística, fitossociologia e produção de folheto em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo. Campinas: UNICAMP, 1994, 149p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências). Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.
- GIULIETTI, A. M. Flora: diversidade, distribuição geográfica e endemismos. Depto. de Botânica, Univ. de São Paulo. 1994. 13p.

- HUECK, K. (1955). Plantas e formação organogênica das dunas do litoral Paulista. Parte I.
- HUECK, K. 1955. O mapeamento fitogeográfico e sua importância prática para silvicultura. Anuário Brasileiro de Economia Florestal 8(8): 90-96.
- IBISCH, P.L., RAUER, G., RUDOLPH, D. & BARTHLOTT, W. Floristic, biogeographical and vegetation aspect of Pre-Cambrian rock outcrops (inselberg) in eastern Bolivia. Flora, v. 190, p. 299-314, 1995.
- LIMA, M.P.M.; GUEDES-BRINI, R. (Org.). Reserva ecológica de Macaé de Cima, Nova Friburgo-RJ: Aspectos florísticos das espécies vasculares. Rio de Janeiro: Ministério do meio Ambiente e da Amazônia Legal, Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Volume 1, 1994, 404p.
- MAGALHÃES, G. M. Características de alguns tipos florísticos de Minas Gerais. Anais da Academia Brasileira de Ciências, n. 38, p. 59-70. 1966.
- NOVO, E.M.L.M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & MACHADO, J. N. DE .M.. Composição florística de uma floresta semidecídua montana, na Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. Acta bot. bras., 7(2). 1993
- PRANCE, G.T. Islands in Amazonia. Philosophical transactions of the Royal Society of London series B. Biological Sciences, v. 1341, n. 351, p. 823-833, 1996.
- POLONIO, V. D. Avaliação temporal do sequestro de carbono por meio de imagens orbitais na região de Botucatu-SP. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa, 2015.
- RADAM BRASIL. Levantamento dos recursos naturais – folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: Mistério das Minas e Energia, 32:780, 1983.
- STEFFEN, C. A.; MORAES, E. C. Radiometria Espectral. In: Tutorial em Radiometria. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10-14 de Maio, 1993, Curitiba, Brasil.
- TEOBALDO, D. Sequestro florestal de carbono e avaliação de resiliência: o caso do incêndio no Parque Nacional de Brasília em 2010, 2013. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília. 2013.
- UNC - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1983.
- Global status of mangrove ecosystems. The Environmentalist 3 (Supp. 3).
- VASCONCELOS, M.R.. Composição e estrutura da Mata do Buraquinho- João Pessoa, PB. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.. 1996. 215p. (Tese de Mestrado).
- WETTSTEIN, R.R.v. Aspectos da vegetação do sul do Brasil. Editora Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo. 1970, 126p.
- WATTS, D. 1971. Principles of Biogeography. New York: Mcgraw-Hill, 418p.
- YOKOYA, N.S. Distribuição e origem, In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995, p.13-15

PROJETO, CONSTRUÇÃO DE UM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM BASE EM CO-PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE

Data de aceite: 07/08/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Alex Ribeiro Souza

Fundação Hermínio Ometto, FHO-SIVA grupo do
Departamento de Engenharia
Araras – SP
lattes.cnpq.br/7553443582613989

Mariana Cardoso

Fundação Hermínio Ometto
Araras – SP
lattes.cnpq.br/5626739139374948

Junio Horniche

Fundação Hermínio Ometto
Araras – SP
lattes.cnpq.br/2786522231024145

Patricia Boff

Fundação Hermínio Ometto
Leme – SP
lattes.cnpq.br/6012343654109611

João Guilherme Bonilha Viana

Fundação Hermínio Ometto
Araras – SP
lattes.cnpq.br/7309002402864225

Maurício Acconcia Dias

Fundação Hermínio Ometto, FHO-SIVA grupo do
Departamento de Engenharia
Araras – SP
lattes.cnpq.br/5601429036874207

RESUMO: Os VANTs (Veículos aéreos não tripulados) estão tornando-se progressivamente parte do cotidiano das pessoas e novas aplicações estão sendo descobertas diariamente. Os drones são um exemplo de plataforma multitarefas que podem ser usadas para atingir diferentes objetivos, como fotografia aérea, operações de busca e salvamento, agricultura, remessa e entrega, aplicações de engenharia, mapeamento 3D, vigilância de segurança entre outras. Um número considerável de drones está disponível para compra, mas o problema é que um drone à ser utilizado em uma aplicação comercial, por exemplo, deve atender a alguns requisitos mínimos como, ter controle preciso e confiável, estabilidade de voo, baixo consumo de energia, robustez estrutural, que o conjunto ao todo proporcione qualidade de voo. Alternativas de baixo custo falham em atender os requisitos mínimos e conseqüentemente não podem ser usadas nesses tipos de aplicações, enquanto os equipamentos adequados possuem um alto custo para serem adquiridos. Considerando esse cenário, o presente trabalho de pesquisa propôs um método para o projeto, a fabricação e o teste de um veículo aéreo não tripulado de baixo custo. Assim, a ideia é reunir os métodos de diferentes especificações para garantir que o produto final, atenda aos requisitos de projeto,

sendo que, até o momento, a construção havia sido particionada e com documentos distintos e este trabalho, às reuniu com o objetivo de criar um drone funcional de baixo custo. Os resultados mostraram o sucesso do método, pois a plataforma, depois de montada, foi capaz de voar e realizar tarefas simples.

PALAVRAS-CHAVE: Drone, VANT, Quadricoptero.

DESIGN, CONSTRUCTION OF AN UNLIMITED AIR VEHICLE BASED ON HARDWARE/ SOFTWARE CO-DESIGN

ABSTRACT: The Unmanned aerial vehicle (UAVs) are becoming progressively part of people's daily lives and new applications are being discovered daily. Drones are an example of a multitasking platform that can be used to achieve different objectives such as aerial photography, search and rescue operations, agriculture, shipping and delivery, engineering applications, 3D mapping, security surveillance. A considerable number of drones are available for purchase, but the problem is that, a drone being used in a commercial application, for example, must meet some minimum requirements such as, have precise and reliable control, flight stability, low energy consumption, structural robustness, that the whole portion a flight quality. Low-cost alternatives fail to meet minimum requirements and consequently cannot be used in these types of applications, while the appropriate equipment has a high cost to purchase. Considering this scenario, this work proposed a method for the design, manufacture and testing of a low-cost UAVs. Thus, the idea is to gather the methods of different specifications to ensure that the final product meets the requirements, and, until now, the construction had been partitioned and with different documents and this work, gathered them with the objective of creating a functional drone of low cost. The results showed the success of the method, because the platform, after being assembled, was able to fly and perform tasks.

KEYWORDS: Drone, UAVs, Quadricopter.

1 | INTRODUÇÃO

Os drones constantemente são um assunto que despertam a curiosidade e interesse de várias pessoas, e atualmente estão sendo aplicados em diversas áreas como: na utilização em ambiente industrial, comércios, monitoramentos de áreas, no agronegócio, serviços de altura em geral entre outras áreas. Basicamente, estes robôs, são veículos voadores, que são normalmente leves e possuem determinada autonomia de tempo de voo.

O desenvolvimento de um drone tem como base diversos conhecimentos de múltiplas engenharias (computação, elétrica, mecânica, por exemplo), pois trabalha-se com componentes e conceitos específicos que podem ser resumidos, no âmbito geral em: motores, rádio, receptor, estrutura, sensores, microcontrolador, bateria, aerodinâmica e

autonomia de voo.

Assim, é necessário a realização de estudos prévios para poder compreender, definir e utilizar os componentes, uma vez que, tais periféricos exigem uma análise e reflexão para garantir que quando postos em conjunto, obedeça aos requisitos de voo.

Em resumo, os componentes são dimensionados de acordo com as especificações do projeto que foram levantadas a partir dos estudos contemplados e as análises dos requisitos mínimos de funcionamento e usabilidade para o desenvolvimento de um drone, garantindo um dimensionamento com o custo reduzido e não superdimensionados, focando em parte e componente de qualidade.

Pode-se considerar, usualmente, como requisitos principais: o tempo de voo, massa total do conjunto e o seu alcance de trabalho.

Referente aos estudos necessários, os três pilares do projeto são:

- O estudo da massa: tem como foco, minimizar a massa de quaisquer componentes como estrutura ou periféricos, ou seja, deixar o drone mais leve possível, mantendo a segurança e qualidade do conjunto como um todo.
- O estudo da autonomia, trata-se de reduzir o consumo das partes eletrônicas do drone, sendo que a escolha de todos os componentes será baseada em seu consumo potencial.
- O estudo da controlabilidade, se refere na análise dos controles e receptores encontrados no mercado, em função da qualidade de seu protocolo de comunicação e seu alcance.

Após a realização desses estudos e com os dados levantados em mãos, foi possível iniciar o caminho para alcançar o objetivo principal deste projeto, que é a construção de um drone de baixo custo e paralelamente, a realização de um material que possa ser utilizado como base para a criação de drones.

2 | ESBOÇO DAS ETAPAS DO PROJETO

O conceito do esboço para o desenvolvimento do drone, seguiu o seguinte fluxo: escolha do projeto, especificações (dimensionamento dos componentes), busca dos componentes, montagem do drone e verificações (análise/testes). Segue a especificação dos componentes escolhidos:

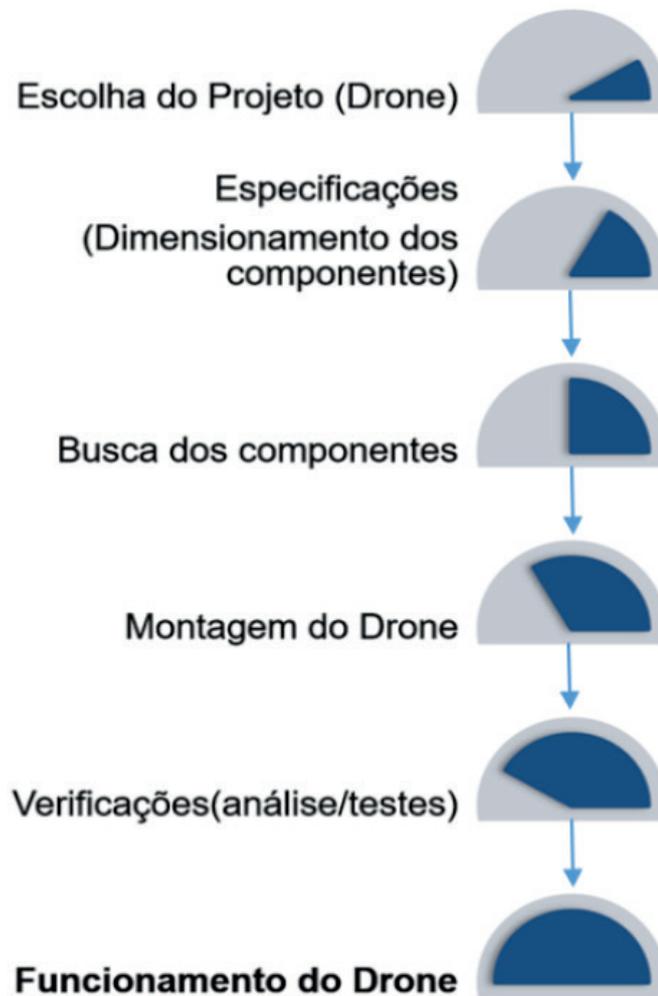


Figura 1. Fluxo de desenvolvimento

3 | COMPONENTES

Seção aborda a descrição dos componentes e materiais utilizados no projeto de forma geral como:

Rádio Controle: Foi utilizado o Rádio FLYSKY FS-I6x modo 2 que trabalha com a tecnologia de comunicação AFHDS 2A (Automatic Frequency Hopping Sistema Digital de Segunda Geração), o sistema possibilita uma comunicação limpa e com alta proteção contra interferência.

Estrutura: A parte estrutural do drone que também é denominada de Frame e a parte onde acomoda-se todos os componentes do modelo, nada mais é do que a estrutura física que tem o papel de suportar todas as forças e constantes do Aeromodelo. Foi utilizado uma estrutura de baixo custo e resistente, impresso em impressora 3D com preenchimento 50% de material PLA Premium, expirada no Frame DJI f450.

Motores: Os motores utilizados foram os motores Brushless ML 2212 920kv 230W

(4peças) 2xcw 2x Ccw. A especificação do motor considera o valor 2212 onde 22 é o diâmetro do motor (em milímetros) e 12 É a altura do motor (em milímetros). Estes dados são exclusivamente do motor, sem considerar seu eixo motriz. Outra questão é a quantidade de rotações por Volt que usa como base o consumo de 920 Kv (1 Volt = 920 rotações por minuto (rpm)). Quanto maior o número KV, mais rápido o motor gira, o que significa maior RPM nas hélices e, portanto, mais potência. Em contrapartida, quanto maior o número KV, menos eficientes são os motores, pois gastam mais energia da bateria. A partir disso, é necessário realizar as considerações mencionadas para escolher o ESC. Normalmente, o fabricante do motor informa uma tabela com as especificações para ser consultada e auxiliar na especificação correta do motor.

Microcontrolador: Optou-se por utilizar o microcontrolador Arduino Nano, podendo ser também substituído pelo Arduino Uno. A escolha foi feita com base na grande quantidade de materiais disponíveis juntamente com sua facilidade de programação.

Hélices: As Hélices escolhidas foram as de especificação 1045, onde 10 equivale sua medida em polegadas e 45 equivalem 4,5 polegadas de passo teórico.

Bateria: Utilizou-se no projeto a Bateria Lipo 11.1v 3000mah 30c 3s. Considerando o elevado consumo dos motores foi utilizada uma bateria com taxas de intervalos descarga de corrente alta, onde 3000mah é corrente nominal da bateria e 30c é o fator que multiplicará a corrente nominal, sendo a corrente total fornecida pela bateria será 3000mah x 30.

Sensor: O sensor escolhido foi MPU-6050 que é um componente de alta precisão, que contém um acelerômetro e um giroscópio integrado em um mesmo chip. São 3 eixos para o acelerômetro e 3 eixos para o giroscópio, sendo ao todo 6 graus de liberdade (6DOF - Degrees of Freedom, ou 6 Graus de Liberdade).

4 | METODO DE DESENVOLVIMENTO

Para o drone ser capaz de levantar voo, partimos do conceito que “o motor deve fornecer o dobro de impulso relacionado ao peso global do drone (quadcopter)” (HFPC, 2014), e que devemos considerar como parâmetros para o dimensionamento do motor o KV Motor, Potência (Watt) e eficiência (Kg/W).

Ao mesmo tempo, como o motor elétrico é alimentado pela bateria, é necessário verificar as especificações da bateria R/C, sendo que neste caso, “a bateria LiPo (Lithium Polymer Battery – Bateria de Polímeros de Lítio) é a mais utilizada, pois possui maior desempenho em relação às outras disponíveis no mercado” (Droneng, 2016). Uma das

principais características que a diferencia é “a capacidade de descarregar altas energias sem sofrer danos a estrutura” (Droneng, 2016).

A partir disso, para dimensionar a bateria os tópicos a serem observados são:

- Tamanho Físico;
- Capacidade;
- Potência;
- Conectores;
- Taxa de Descarga;
- Composição da Bateria.

O tamanho da bateria, pode-se referir-se à capacidade, sendo que a razão entre duração de voo e capacidade é proporcional: quanto maior a capacidade, maior a duração de voo, entretanto, vale ressaltar que a duração em questão depende do peso global do drone.

Uma bateria com grande capacidade, mais com a somatória do seu próprio peso, junto com o peso dos outros componentes, pode reduzir drasticamente o tempo de voo” (eletronPi), assim pode-se concluir basicamente que:

$$PT=PB+PE+PC$$

Sendo que, o Peso Total do Drone equivale a PT, Peso da Bateria (PB), Peso da Estrutura (PE) e Peso da Carga Útil presente (PC).

Outro tópico a ser visto, é a densidade de energia da bateria que é correspondente a “energia máxima que a bateria pode armazenar dividida pelo o seu peso” (eletronPi), sendo expressa em W.h/kg (“watts hora por quilograma”):

$$E=P \times T$$

Onde:

E = energia total armazenada na bateria

P = potência de saída

T = tempo

Com isto, é possível estar dimensionando a densidade de energia da bateria, expressa em Wh/kg (“watts hora por quilograma”):

$$D = \frac{E}{PB}$$

Onde:

- D = Densidade de Energia;
- E = Energia máxima armazenada na bateria;
- PB = Peso da Bateria em Kg.

Assim, ao selecionar o motor a ser utilizado no drone, é necessário ter o peso global aproximado, para poder determinar o mínimo de força de impulsão/potência gerada pela Hélice, necessária levantar/impulsionar o quadricóptero, conhecida como *Thrust*:

$$Thrust\ por\ Motor = \frac{Peso\ x\ Variavel}{4}$$

Considerando que a variável é definida pelo objetivo do drone, ou seja, caso o drone deva possuir maior tempo de voo, o *Thrust* deve ser 2 vezes o peso do Drone. Se for para fazer acrobacias, o *Thrust* deve ser 3 a 4 vezes o peso do Drone.

O empuxo líquido também é um dos principais requisitos para estar analisando para dimensionamento do conjunto motor/hélice. É necessário verificar qual é a força útil para que o drone consiga levantar voo, sendo que, o peso dos motores e das hélices não entram no valor final pois trata-se do empuxo útil (força útil) que cada conjunto de motor/hélice pode fornecer para ser utilizada pelo VANT. Para tal processo, é necessário verificar o TE (empuxo específico), que é quantas gramas de empuxo são obtidos para cada watt de potência entregue ao motor (G/W).

Para o Empuxo Total (TT), é necessário considerar a potência do Drone parado no ar como o valor médio de consumo, utilizando uma margem de segurança, no caso, 20% para compensar as aproximações destes cálculos e permitir que o Drone faça as manobras.

O cálculo para encontrar Empuxo Total (TT), deve considerar o *Thrust* por motor, quantidade de conjunto motor/hélice, e um fator reserva de empuxo para realização de manobras (80%):

$$TT\ médio=PT$$

$$TT\ total=Trusht\ x\ Qtd.\ Motores\ x\ \% \text{ Reserva para Empuxo de Manobras}$$

Assim, o peso máximo para a bateria tem de ser:

$$PB=TT-PE-PC$$

Onde:

- PE= Peso da estrutura do Drone (suportes, placas eletrônicas, fios)
- PC = Peso da carga útil.

A potência PW necessária para manter o drone parado no ar é dada por:

$$PW = \frac{TT}{TE}$$

Assim, considerando o tempo de voo $TV = 40$ minutos, $TV = 0,66h$. A energia gasta em 40 minutos (0,66h) é dada por:

$$ET = \frac{PW}{TV}$$

Onde:

- ET = Energia gasta no tempo estimado
- TV = Tempo estimado de voo (em horas)

Com este resultado, é possível obter a densidade de energia necessária para atingirmos a autonomia de voo.

$$D = \frac{ET}{PB}$$

Aqui encontra-se uma determinada restrição, pois, as baterias disponíveis no mercado, tem, em média, uma densidade de energia da ordem de 140 Wh/Kg. Neste cenário, supondo que o resultado da densidade seja 168 Wh/Kg, e o tempo estimado inicialmente era de 40 minutos (0,66h), a estimativa de voo do drone consiga voar pode ser calculada:

$$TV = 140168 \times 0,66$$

$$TV = 0,55 \text{ h (33 minutos)}$$

Após a realização dos cálculos e dimensionamentos de componentes apresentados anteriormente é necessário analisar outros pontos como: o rádio e receptor que nos permitem controlar o drone com um tempo de resposta muito expressivo, e como os seus ajustes garantem um voo mais seguro e com um tempo de resposta satisfatória.

Existe a possibilidade de configuração do ganho PID (controlador proporcional integral derivativo) do drone, assim deixando o drone com uma resposta mais afinada. O modelo trabalha com o PID no *Roll* que ajusta o sistema de rolagem do aeromodelo, o ganho *Pitch* que movimenta para baixo ou para cima o nariz do drone e o ganho proporcional do *Yaw* que nos permite ajustar a rotação do aeromodelo no próprio eixo em relação o horizonte, sendo possível ainda ajustar a curva dos ganhos dos canais.

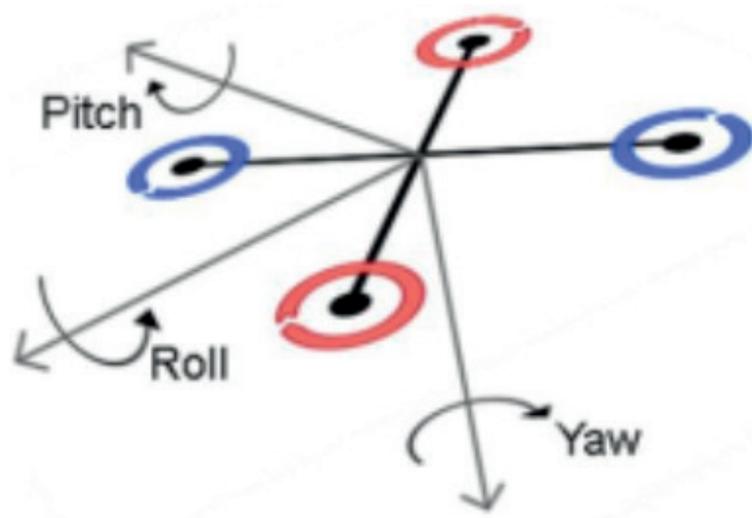


Figura 2 - Movimento em função dos eixos.

Estas especificações do drone demonstram que a construção de um modelo coerente com as especificações é complexa e demanda uma atenção especial a cada uma das etapas do desenvolvimento.

5 | RESULTADO

O resultado deste trabalho é um VANT funcional baseado no método de design proposto, sendo que, para alcançar esse resultado, as peças foram selecionadas com base nas especificações anteriores e são detalhadas nesta seção.

A primeira parte do projeto, foi o projeto da estrutura. Projetar um frame a partir do zero, é uma tarefa árdua devido aos testes aerodinâmicos e ao material gasto na impressão 3D de vários protótipos.

Para otimizar esta etapa, um novo quadricóptero baseado no DJI f450 foi projetado usando o software SolidWorks versão 2017, resultando em uma estrutura de luz com boa resistência. O modelo final foi impresso em 3D usando 50 \% de material PLA Premium.



Figura 3 - Vistas do projeto

Para rádio, foi escolhido FLYSKY FS-I6x modo 2, trabalhando com a tecnologia de comunicação AFHDS 2A (segunda geração digital de sistema com salto automático de frequência), permite uma comunicação limpa e confiável, com alta proteção contra interferências. As funções encontradas no circuito de rádio escolhido são numerosas, algumas delas são importantes para este trabalho.

Após todos os estudos para criação de nosso protótipo de drone, respeitando os valores calculadas previamente, nos possibilitou a criação de um drone de custo e baixo e com funcionalidades personalizadas.

Para comprovar o custo do projeto, em função do custo de um drone com mesmas características, foi feito um estudo de mercado para comprovar que o projeto é de baixo custo.

Na tabela abaixo, é possível verificar a relação do custo de drones disponíveis no mercado com o valor do custo do projeto na coluna projeto*:

	Modelos				
	Drone Dji Phaton	MI Drone	Drone Protensic T2X	Hubson Zino	Projeto*
Características					
Peso (gramas)	1000	1450	1020	700	921
Tempo de voo (minutos)	25	27	10	28	30
Auto Return	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Controle de instabilidade	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Expansão de bateria	Não	Não	Não	Não	Sim
Ângulo de voo (graus)	35	45	35	35	45
Distância máxima de voo (metros)	1000	2000	300	1000	1500
Preço (US\$)	936,07	986,34	622,97	836,87	288,87

Tabela 1 - TABELA DE VALORES DE MERCADO

A fabricação e montagem de um VANT mostraram que, é uma tarefa difícil construir um modelo consistente com as especificações por requerer atenção em cada estágio de montagem e também nas configurações dos equipamentos.

Foi utilizado no projeto um componente de alta precisão, para monitorar a posição do modelo e permitir um controle fino do VANT para que seus movimentos sejam mais uniformes e suaves. O Arduino Uno R3 recebe todos os comandos enviados pelo receptor e as informações transmitidas pelo MPU-6050 são combinadas, transformando-o em um sistema de controle de estabilidade, dependendo das variáveis de ambiente.

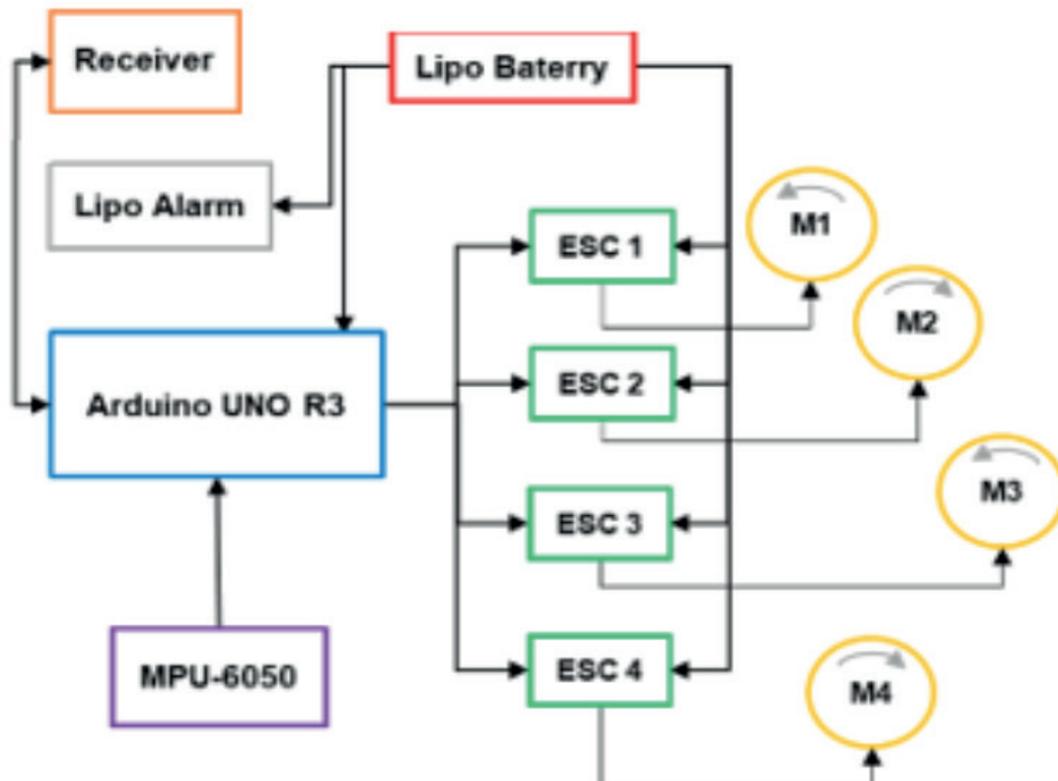


Figura 4. Arquitetura do sistema de hardware do quadricóptero.

Todos os componentes e sistemas funcionam de maneira correlacionada, assim como o receptor que recebe todos os comandos feitos pelo piloto, bem como a transmissão de informações do drone ao piloto por telemetria, que transmite em tempo real a tensão de trabalho dos componentes e a tensão de operação real da bateria. O Arduino Uno R3 recebe todos os comandos enviados pelo receptor e as informações transmitidas pelo MPU-6050 são combinadas, transformando-o em um sistema de controle de estabilidade, dependendo das variáveis de ambiente.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste projeto foi a construção de um drone de baixo custo, cujo os componentes são dimensionados de acordo com as especificações iniciais identificadas

no início do projeto. Analisando o que foi apresentado, é possível concluir que o resultado foi satisfatório e que o processo gerou uma documentação que pode ser utilizada na criação de drones com uma abordagem detalhada e completa.

Referente a montagem de todo o conjunto houve algumas dificuldades, pois alguns componentes eram extremamente específicos (como os encaixes estruturais que eram extremamente precisos), e algumas peças acabaram não seguindo o projeto realizado para os encaixes, e por isto, fez-se necessário a realização de algumas adaptações e mudanças de furação.

Na fase de montagem, foi encontrada a necessidade de utilização de componentes que não foram levantados inicialmente para a correta implementação do hardware e do software do projeto, e também tivemos contratempos na questão de configuração, que ao realizar a calibragem dos motores, acabou ultrapassando a capacidade da estrutura de cabos e motor, o que ocasionou o travamento das a hélice e queimou o motor.

Como trabalhos futuros imediatos, tem-se a implementação de um sistema de controle robusto em função ao GPS, além do acréscimo de uma câmera incrementando o microcontrolador Raspberry Pi.

Após a conclusão dos ajustes será possível a elaboração de novos drones com estruturas específicas às suas atividades e a utilização de outro microcontrolador ao invés do Arduino, pois o Arduino não é o microcontrolador mais adequado para esta aplicação devido suas limitações de processamento, já á estudos em andamento para subir o micro por uma APM 2.8 com integração de GPS.

REFERÊNCIAS

Berezny, N., Greef, L., Jensen, B., Sheely, K., Sok, M., Lingenbrink, D. and Dodds, Z. (2012). **Accessible Aerial Autonomy**. In IEEE.

Bristeau, P.J., Callou, F., Vissière, D. and Petit, N. (2011). **The Navigation and Control technology inside the AR.Drone micro UAV**. In 18th IFAC World Congress.

ROSKAM, J., “**Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls**”, DARcorporation, Lawrence, 2003.

Morar, I.R. and Nascu, I. (2012). **Model Simplification of an Unmanned Aerial Vehicle**. In IEEE.

T. Bresciani: **Modelling, Identification and Control of a Quadrotor Helicopter**, Department of Automatic Control, Lund University, 2008.

Droneng. (16 de Agosto de 2016). **O que você deve saber sobre Baterias Lipo, o combustível do VANT**. Fonte: DronEng Drones e Engenharia: <http://blog.droneng.com.br/baterias-lipo/>

eletronPi. (s.d.). **Cálculo da Autonomia de Voo de um Drone**. Acesso em 08 de Maio de 2019, disponível em Eleetron Pi: <http://www.eletronpi.com.br/pd04-autonomia-de-drone.aspx>

HFPC. (30 de 11 de 2014). **O MEU DRONE**. Acesso em 28 de 04 de 2019, disponível em Escolher os Motores e Helices: <https://omeudrone.blogs.sapo.pt/escolher-os-motores-e-helices-5022>

Ornando. (12 de Maio de 2015). **Baterias LiPo, diferenças entre 10C, 20C, 30C, 40C**, 60. Fonte: Tecnologia Urbana: <http://tecnologiaurbana.com.br/2015/05/baterias-lipo-diferencas-entre-10c-20c-30c-40c-60c/>

Ribeiro, D. (2016). Outros.net. Fonte: **Como construir um drone**: <http://www.outros.net/2016/05/25/como-construir-um-drone-quadricoptero-do-zero/5/>.

RASTREAMENTO E CONTAGEM DE PEDESTRE EM TEMPO REAL POR MEIO DE IMAGENS DIGITAIS

Data de aceite: 07/08/2020

Data de Submissão: 19/05/2020

Alexssandro Ferreira Cordeiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Grupo de Inteligência Computacional GIC

Foz do Iguaçu – PR

<http://lattes.cnpq.br/6847257623235837>

Cristhian Urunaga Ojeda

Universidad Privada del Este – Centro Latino-
americano de Tecnologias Abertas (CELTAB)

Presidente Franco - Paraguai

Pedro Luiz de Paula Filho

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Grupo de Inteligência Computacional GIC

Medianeira – PR

<http://lattes.cnpq.br/8149364045680042>

Gustavo Rafael Valiati

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Centro Latino-americano de Tecnologias Abertas
(CELTAB)

Medianeira – PR

<http://lattes.cnpq.br/7415706459134750>

RESUMO: Este trabalho apresenta o uso de dois modelos neurais trabalhando em conjunto a fim de efetuar a tarefa de detecção de pedestres, rastreamento e contagem por meio de imagens digitais. A ideia é poder mensurar a quantidade de pessoas em um determinado local. Foi utilizado uma rede de classificação

para efetuar a detecção dos pedestre e repassado as coordenadas das detecções para uma rede de rastreamento, possibilitando definir sua trajetória e assim efetuar a contagem referente a entrada ou saída do pedestre de um determinado local.

PALAVRAS-CHAVE: Rastreamento; Contagem de pedestre; Detecção pedestre; Redes convolucionais; Deep Learning.

REAL-TIME PEDESTRIAN TRACKING AND COUNTING USING DIGITAL IMAGES

ABSTRACT: This work presents the use of two neural models working together in order to carry out the task of pedestrian detection, tracking and counting by means of digital images. The idea is to be able to measure the number of people in a given location. A classification network was used to make the detection of pedestrians and passed the coordinates of the detections to a tracking network, making it possible to define their trajectory and thus carry out the counting regarding the entry or exit of the pedestrian from a given location.

KEYWORDS: Tracking; Pedestrian count; Pedestrian detection; Convolutional networks; Deep Learning.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, as aplicações baseados na detecção e contagem de pessoas em um espaço representam grande interesse em diferentes aplicações (DOLLAR, 2012, p. 743). A estimativa do número de pessoas presentes em uma área pode ser uma informação extremamente útil por várias razões, dentre elas segurança e otimização, como uma mudança anômala no número de pessoas, podendo ser a causa ou o efeito de um evento perigoso, ou a otimização do cronograma de um sistema de transporte público com base no número de passageiros. Assim, vários trabalhos nas áreas de análise de vídeo e vigilância por vídeo inteligente abordaram essas tarefas (XU; HU; MEI, 2016, p. 12155) (SIDLA, et al., 2006) (BROGGI, et al., 2009) (VELASTIN, et al. 2005).

A contagem de pessoas é uma das principais técnicas de vigilância por vídeo. Essa tarefa geralmente encontra muitos desafios em ambientes populosos, como oclusão pesada, baixa resolução, variabilidade de ponto de vista de imagem (WANG; YEUNG, 2013, p.1). Motivado pelo sucesso de redes neurais convolucionais na detecção de objetos (ROSS, et al., 2014, p. 580), este trabalho busca a implementação de um aplicativo para contagem de pessoas por meio da detecção e rastreamento, executando a fase de detecção a cada N quadros, possibilitando rastrear o objeto até alcançar o N-ésimo quadro, desta forma se tem um ciclo de detecção e rastreamento de objeto otimizando a carga computacional.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em análise ao problema proposto, o qual deseja mensurar a quantidade de pessoas em um determinado local por meio de imagens, foram levantados os requisitos bem como as tecnologias compatíveis a fim de desenvolver um software capaz de solucionar o problema. A abordagem se deu na divisão do problema em três etapas. Primeiramente foi necessário definir a metodologia de detecções de pedestres em uma imagem digital, após isso, efetuar o rastreamento e por fim a contagem dos pedestres conforme demonstrado no fluxograma da Figura 1.

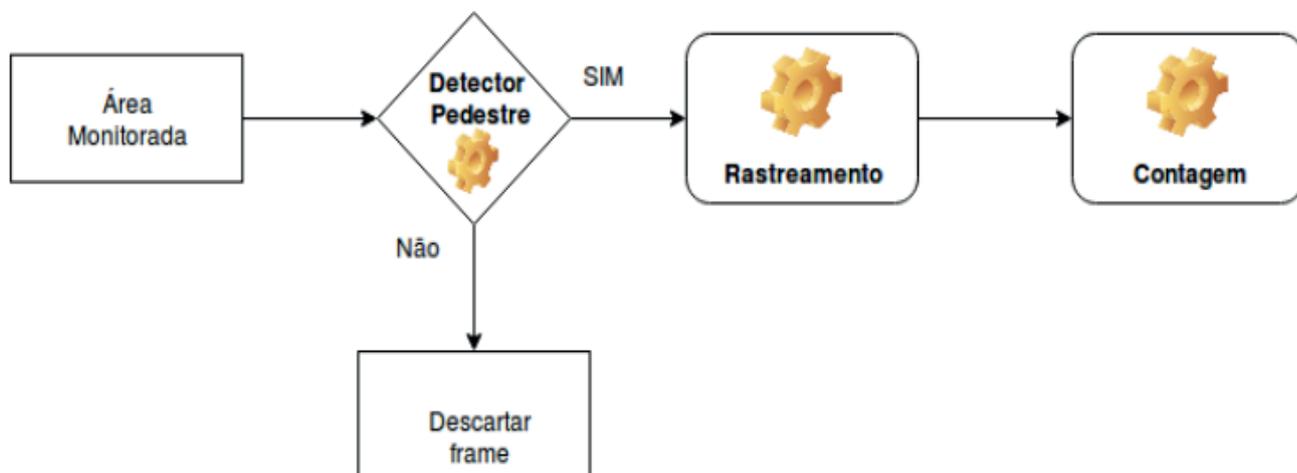


Figura 1 - Ilustração do fluxo do processo de detecção, rastreamento e contagem de pedestres por frames.

Fonte: Autoria Própria.

Conforme demonstrado no fluxograma da Figura 1, a rede neural responsável pela detecção ficará analisando as imagens enviadas à rede, caso houver detecções e forem pertencentes a classe *person* (pedestre), os dados referentes as coordenadas dos pedestres detectados serão enviados para a rede neural responsável pelo rastreamento, a qual irá mapear os movimentos dos pedestres de forma individual, desta maneira permitindo a contagem referente a entrada ou saída de um determinado local.

Para o desenvolvimento, validação e testes do sistema, foi utilizado uma câmera IP de vigilância modelo Axis 210¹ e um notebook com um processador Intel Core I7-6700HQ, 16 GB de memória RAM DDR3, 250GB de armazenamento em disco e uma placa de vídeo NVIDIA 960M com 640 CUDA Cores e 4GB GDDR5.

Os tópicos a seguir apresentam as três etapas que constituem a solução. O tópico Detecção de pedestre apresenta a metodologia utilizada para efetuar a classificação dos objetos detectados pela rede neural a fim de obter somente a classe alvo. O tópico Rastreamento de pedestre apresenta a metodologia utilizada para efetuar o rastreamento dos pedestres detectados pela etapa anterior e o tópico Contagem de pedestres descreve como é efetuado o processo de contagem utilizando os dados recebidos da etapa de rastreamento.

A. DETECÇÃO DE PEDESTRE

O processo de detecção de pedestres ficou a cargo da rede YOLO (*You-Only-Look-Once*) de (REDMON; FARHADI, 2018), a qual se utiliza do modelo neural Darknet-53 como backbone. A YOLO, na sua terceira versão (YOLOv3), apresenta resultados competitivos com trabalhos no estado da arte de desafios como o COCO (MAIRE, et al., 2014).

YOLO é uma rede neural pré treinada capaz de detectar mais de 200 classes e

1

<https://www.axis.com/pt-br/products/axis-210>

prever mais de 9000 categorias de objetos conforme (REDMON; FARHADI, 2016), ela permite obter acurácia e desempenho em tempo real, desta maneira permitindo seu uso no projeto, pois uma das classes de conhecimento da rede é a classe person, classe alvo deste projeto.

De acordo com (REDMON; FARHADI, 2016), a rede YOLO realiza a detecção por meio do uso de *Bouding Boxes* (BB), caixas delimitadoras que são espalhadas pela imagem a fim de obter características locais do objeto a ser reconhecido, assim obtendo probabilidade de tais características pertencerem as classes informadas previamente no treinamento, conforme demonstrado na Figura 2. Com o uso dos BB a YOLO é capaz de detectar múltiplos objetos em uma imagem.

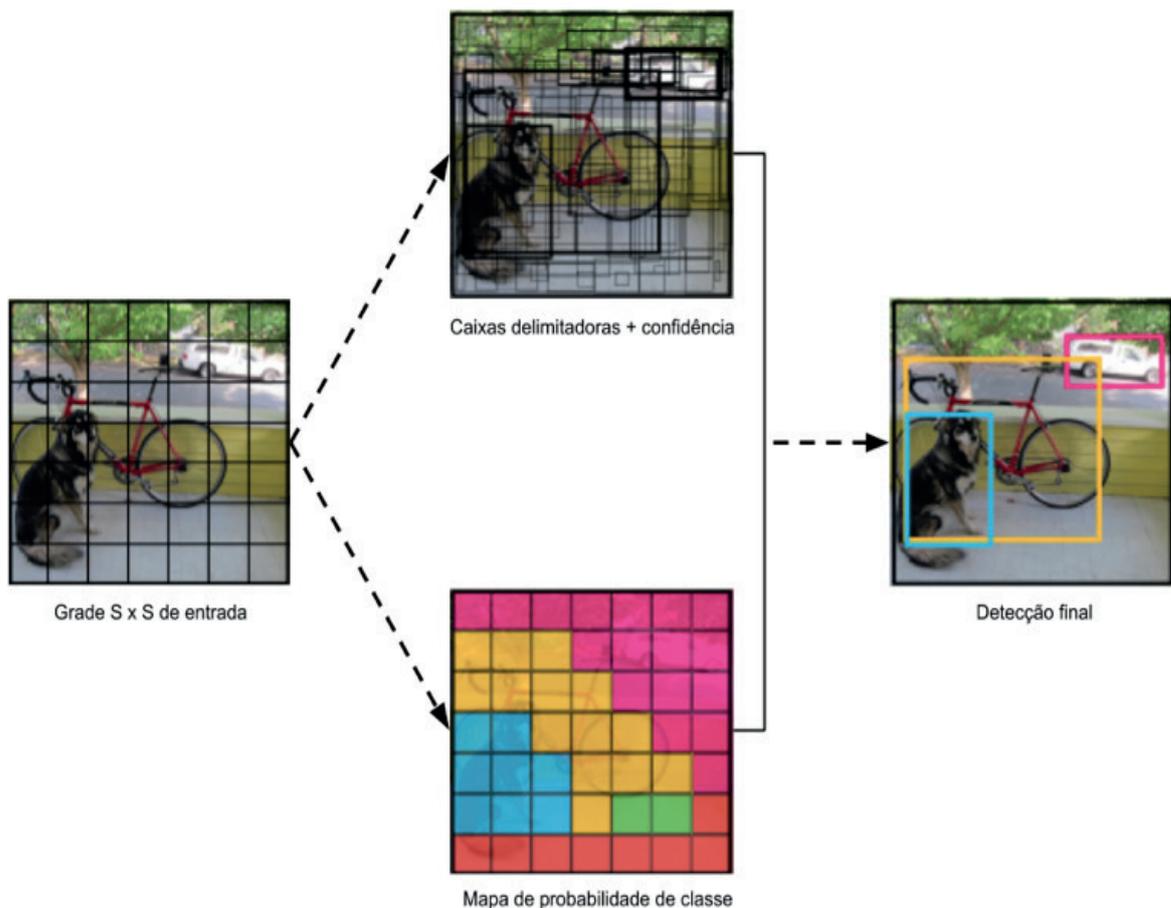


Figura 2. Demonstração do funcionamento da rede Yolo com o uso de bounding box.

Fonte (REDMON; FARHADI, 2016).

A rede YOLO divide as imagens de entrada em uma grade $S \times S$, onde cada grade prediz M BB, e cada BB consiste de 5 predições, sendo x , y , w , h e a confiança dada pela intersecção sobre a união (IOU) conforme demonstrado na Equação 1, onde as coordenada (x,y) representam o centro do BB em relação aos limites da grade, a largura e altura (w,h) em relação a imagem inteira e a confiança representada entre a caixa de predição da rede e qualquer caixa definida como correta passada para o treino (ground

truth), vale destacar que o treinamento de rede YOLO é supervisionado.

$$IOU = \frac{area(B_p \cap B_{(gt)})}{area(B_p \cup B_{(gt)})} \quad (1)$$

A YOLO é compatível com a tecnologia CUDA² proprietária da NVIDIA³ para computação massivamente paralela, essa tecnologia visa aumentar o processamento paralelo, proporcionando uma significativa queda no tempo de treinamento e utilização da rede por meio de Unidade de Processamento Gráfico (GPU).

Para exibição das imagens/vídeos processadas pelo YOLO, utilizou-se a biblioteca Open Source Computer Vision Library (OpenCV)⁴, o qual provê uma infraestrutura para aplicações de visão computacional, facilitando o tratamento das imagens.

No estudo foi utilizada a rede YOLO padrão versão 3 acelerada com CUDA versão 10 e utilizando a infraestrutura do OpenCV versão 4. A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento da solução foi o Python na versão 3.7.

Após o processamento, a rede YOLO devolve a localização do elemento detectado na imagem, bem como a probabilidade deste elemento pertencer a uma determinada classe de conhecimento da rede. Para o problema proposto, qualquer detecção não correspondente a classe person é ignorada, caso contrário, as coordenadas do BB do pedestre detectado são repassadas para a rede de rastreamento.

B. RASTREAMENTO DE PEDESTRE

A rede de rastreamento utilizada é a proposta por (DANELLJAN, et al., 2014), onde utiliza-se uma abordagem por meio da aprendizagem de filtros de correlação discriminativos, utilizando uma estimativa de escala genérica, assim possibilitando sua aplicação em diversos métodos de rastreamento.

Conforme demonstrado na Figura 3, a rede necessita de uma informação de entrada, o qual será fornecida pela detecção do YOLO. Com base nas coordenadas do BB é possível a rede efetuar o rastreamento de múltiplos pedestres.

2 <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>

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

4 <https://opencv.org/>

Entrada :

Imagem I_t

Posicao previa do alvo S_{t-1} e escala S_{t-1}

Translacao do modelo A_{t-1}^{trans} , B_{t-1}^{trans} e a escala do modelo A_{t-1}^{escala} , B_{t-1}^{escala}

Saida :

Estimar a posicao do alvo P_t e escala S_t

Atualizar a translacao do modelo A_t^{trans} , B_t^{trans} e a escala do modelo A_t^{escala} , B_t^{escala}

Figura 3. (Adaptado) Algoritmo do funcionamento da rede de rastreamento.

Fonte: (DANELLIAN, et al., 2014)

Para cada detecção será criado um identificador, desta forma é possível rastrear cada pedestre de forma independente e permitindo o rastreamento de múltiplos pedestres concomitantemente.

Para auxiliar no desenvolvimento do software foi utilizado a biblioteca DLIB⁵, o qual implementa o algoritmo de rastreamento por filtros de correlação, evitando trabalho em duplicidade e acrescentando agilidade no desenvolvimento.

C. CONTAGEM DE PEDESTRE

A contagem de pedestre elaborada neste trabalho tem como objetivo mensurar a quantidade de pessoas em um determinado local, logo a ideia é identificar quantas pessoas entraram ou saíram.

A vantagem de se utilizar uma contagem de pessoas por meio de imagens, é a possibilidade de efetuarla sem a necessidade de interação com as pessoas. Logo, o uso de sensores, catracas e outros dispositivos os quais interagem com os usuários e alteram o fluxo está descartada. Desta maneira foi posicionada a câmera na porta, permitindo um fluxo controlando de pessoas de forma natural, prevenindo oclusões e permitindo melhora na acurácia e desempenho do software.

Para definir qual ação está acontecendo durante a filmagem (entrada ou saída do pedestre), criou-se uma linha vertical no meio da imagem conforme Figura 4.

5 <http://dlib.net/>



Figura 4. Demonstração do cenário utilizado na contagem de pedestres.

Fonte: Autoria Própria.

Na primeira detecção efetuada do pedestre, o software obtém o local de origem (esquerda ou direita), assim caso ultrapasse a linha é possível saber sua ação (entrada ou saída). A Figura 5 apresenta o fluxograma da contagem de pedestre efetuada pelo software.

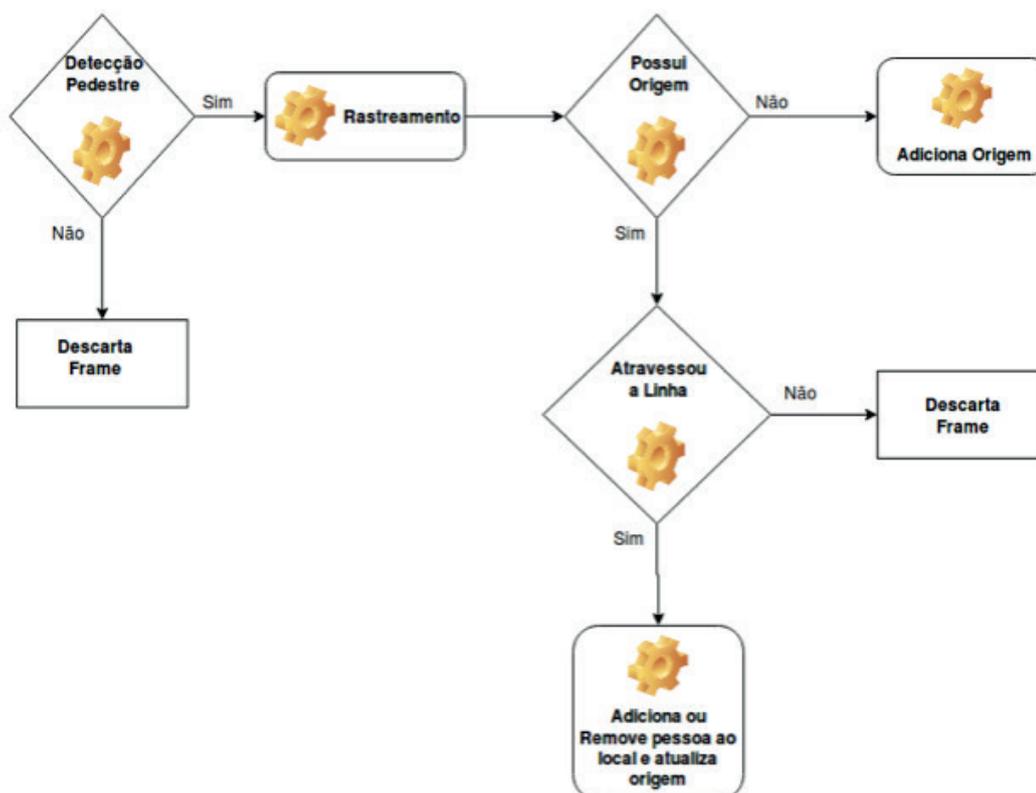


Figura 5. Fluxograma da contagem de pedestres.

Fonte: Autoria Própria.

Conforme demonstrado no fluxograma da Figura 5, ao tocar na linha o software efetua a atualização da origem do pedestre e a contagem com base na sua origem anterior, assim, caso não saia completamente da imagem e deseja retornar será contado novamente e o ciclo se repetirá até que saia completamente da imagem.

Caso o pedestre seja detectado, porém, retorne sem atravessar a linha, o software não irá computar nenhuma ação, pois nenhum pedestre atravessou a linha.

3 I RESULTADOS PRELIMINARES

Os resultados preliminares dos testes sem oclusão dos pedestres foram satisfatórios, efetuando a contagem de todos os pedestres que passaram na área monitorada conforme pode ser observado na Figura 6.

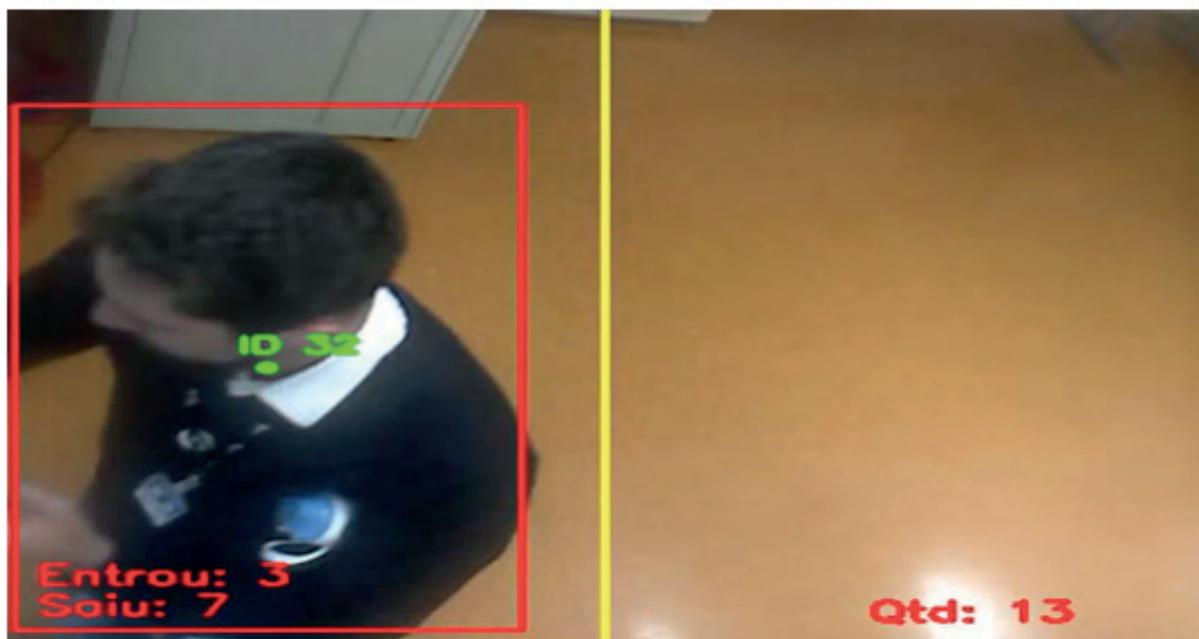


Figura 6. Demonstração da contagem de pedestres.

Fonte: Autoria Própria.

Foram detectados problemas quando há oclusões de pedestres, em momentos que há multidões, ocorre uma perda na taxa de detecção de aproximadamente 50% conforme demonstrado na Figura 7, onde a rede YOLO apresenta falhas na detecção de pedestres com oclusão e conseqüentemente efetua marcações incorretas de BB, por sua vez esse erro é repassado para a rede de rastreamento, ocasionando falhas no rastreamento dos pedestres, assim não permitindo mensurar com exatidão a quantidade de pessoas em um determinado local. Acredita-se que é possível melhorar a acurácia por meio de ajustes no posicionamento da câmera, a fim de evitar ou suavizar as oclusões.

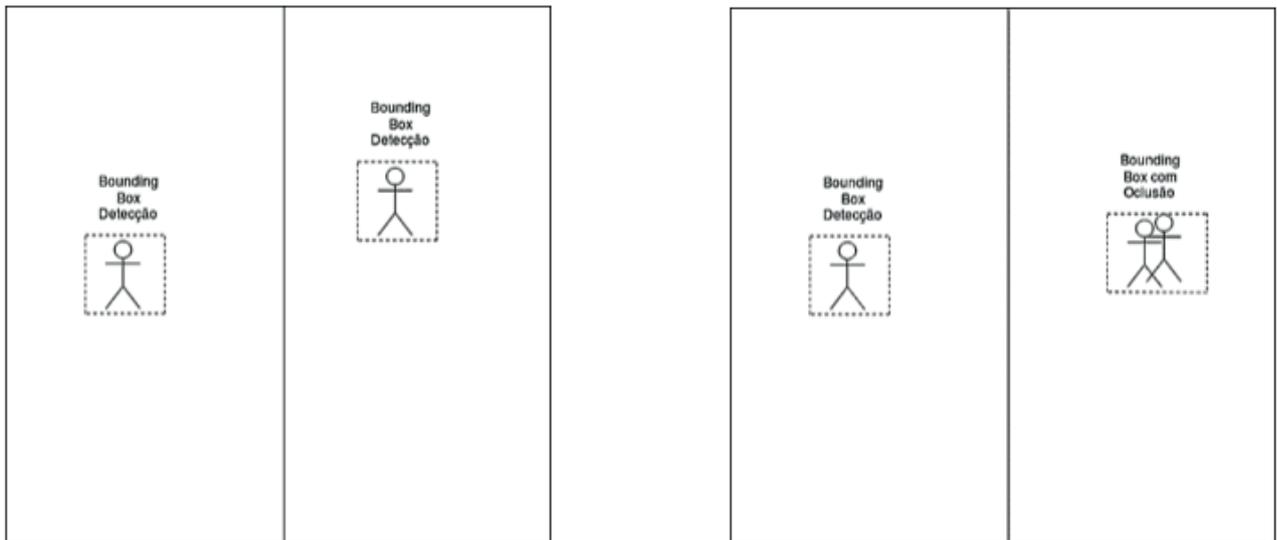


Figura 7. Imagem a esquerda demonstra detecções de pessoas onde não há oclusão, apresentando de forma eficaz as marcações dos BB nas detecções das pessoas e permitindo o rastreamento de forma correta. A imagem a esquerda apresenta momentos em que há oclusão de pessoas nas imagens, a YOLO começa a efetuar marcações incorretas, marcando 2 pessoas como uma detecção somente (um BB), assim, afetando a acurácia da rede de rastreamento.

Fonte: Autoria Própria.

Para aliviar a carga de processamento no computador, foi definido após testes, que somente será processado 1 frame a cada 6, em um sistema de captação de imagens de 30 Frames Por Segundo (FPS), o qual percebeu-se que não afetou a acurácia do sistema e evitando sobrecarga no processador e nos CUDA cores da GPU.

4 | CONCLUSÃO

Os Resultados preliminares foram satisfatórios, porém, ainda é necessário efetuar ajustes no sistema de aquisição de imagens bem como uma análise de possíveis correções no processamento das imagens, as quais servem de entrada na rede neural a fim evitar ou suavizar os problemas relacionados a oclusão, possibilitando uma melhora na acurácia.

O desempenho apresentado pela rede em tempo real foi satisfatório, não apresentando travamento e ocupando uma carga de 75% de processamento em média dos CUDA cores e 70% de um dos 8 núcleos do processador, porém acredita-se que é possível melhorar ainda mais o desempenho com estudos em torno do sistema de aquisição de imagens e da forma como está o processamento das imagens.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao programa de Mestrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Medianeira, ao Parque Tecnológico Itaipu (PTI) e ao Centro Latino-Americano de Tecnologias Abertas (CELTAB) pelo apoio ao projeto.

REFERÊNCIAS

BROGGI, A. et al. **A New Approach to Urban Pedestrian Detection for Automatic Braking**, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, p. 594-605, V. 10, 2009. Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/document/5290131>>.

DANELLIAN, M. et al. **Accurate Scale Estimation for Robust Visual Tracking**, British Machine Vision Conference, 2014. Disponível em < <http://www.bmva.org/bmvc/2014/files/paper038.pdf> >.

DOLLAR, P. et al. **Pedestrian Detection: An Evaluation of the State of the Art**, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 34, no. 4, pp. 743-761, 2012. Disponível em <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5975165>>.

GIRSHICK, J. et al. **Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection and Semantic Segmentation**, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Columbus, OH, pp. 580-587, 2014. Disponível em <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6909475>>.

LIN, T. Y. et al. **Microsoft COCO: Common Objects in Context**. European Conference on Computer Vision - ECCV 2014, v 8693. Springer-Cham, 2014. Disponível em < <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-10602-1>>.

NAIYAN, W.; DIT-YAN, Y. **Learning a deep compact image representation for visual tracking**, Proceedings of the 26th International Conference on Neural Information Processing Systems, v.1, p. 809–817, 2013. Disponível em <<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2999611.2999702>>.

REDMON, J.; FARHADI, A. **YOLOv3: An Incremental Improvement**, CoRR, Vol. abs/1804.02767, 2018. Disponível em < <https://arxiv.org/abs/1804.02767> >.

REDMON, J.; FARHADI, A. **YOLO9000: Better, Faster, Stronger**, CoRR, Vol. abs/1612.08242, 2016. Disponível em < <https://arxiv.org/abs/1612.08242>>.

REDMON, J.; FARHADI, A. **You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection**, CoRR, Vol. abs/1506.02640, 2016. Disponível em < <https://arxiv.org/abs/1506.02640>>.

SIDLA, O. et al. **Pedestrian Detection and Tracking for Counting Applications in Crowded Situations**, IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance, p. 70, 2006. Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/document/4020729>>.

VELASTIN, A. et al. **PRISMATICA: toward ambient intelligence in public transport environments**, IEEE Transactions on Systems, p. 164-182, V. 35, 2005. Disponível em < <https://ieeexplore.ieee.org/document/1369353>>.

XU, Z.; HU, C.; Mei, L. **Video structured description technology based intelligence analysis of surveillance videos for public security applications**, Multimedia Tools and Applications, p. 12155-12172, V. 75, 2016. Disponível em < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-015-3112-5>>.

SEGURANÇA EM REDES SOCIAIS: UMA ABORDAGEM BASEADA NA CONSCIENTIZAÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES EM UMA ESCOLA MUNICIPAL DA CIDADE E SANTARÉM

Data de aceite: 01/07/2020

Clayton André Maia dos Santos

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

João Vitor Mota dos Santos

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Yan Marcos Bentes dos Anjos

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Angel Pena Galvão

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Irley Monteiro Araújo

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Juarez Benedito da Silva

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Aloísio Costa Barros

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Pablo Nunes de Oliveira

CST em Redes de Computadores. Instituto
Esperança de Ensino Superior (IESPES)
Santarém – PA – Brasil

Brenda da Silva Nunes

Colégio Álvaro Adolfo da Silveira.
Santarém – PA – Brasil

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo sobre a segurança em redes sociais. O estudo foi aplicado com crianças e adolescentes entre 9 e 15 anos de idade de Escola da Cidade de Santarém. Nessa pesquisa buscou-se analisar o comportamento dos indivíduos nesses meios sociais de comunicação digital e propor maneiras de como prevenir alguns incidentes. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa quantitativa através da aplicação de um questionário. Através dos resultados obtidos é possível afirmar que são necessárias mais ações de conscientização por parte das escolas, pais, professores, órgãos municipais e estaduais, com o objetivo de reduzir as ameaças e vulnerabilidades as quais essas crianças e jovens estão expostos.

ABSTRACT: This paper presents a study on social network security. The study was applied to children and adolescents between 9 and 15 years old from Escola da Cidade de Santarém. This research sought to analyze the behavior of individuals in these social media of digital communication and to propose ways on how to prevent some incidents. For this, a bibliographic research and a quantitative research were carried out through the application of a questionnaire. Through the results obtained, it is possible to affirm that more awareness actions are needed by schools, parents, teachers, municipal and state agencies, with the aim of reducing the threats and vulnerabilities to which these children and young people are exposed.

1 | INTRODUÇÃO

Com a popularização do acesso à Internet e a massificação dos dispositivos pessoais como PDAs (*Personal Digital Assistants*), celulares e *smartphones* houve o crescimento notável na utilização de RSO (Redes Sociais Online). Através das RSO, os usuários buscam construir um perfil público ou semi-público, como o intuito de se manter ligado a uma gama de usuários, dividindo conexões que permitem encontrar, interagir e compartilhar conteúdos com diversas pessoas ao redor do mundo.

Atualmente as RSO são o principal motivo para uma pessoa se conectar a Internet, devido características como: a rápida velocidade com que as informações se propagam, a grande quantidade de pessoas que conseguem atingir, a facilidade de acesso, a grande quantidade de informações pessoais que apresentam, a dificuldade de exclusão e controle sobre as informações divulgadas e o tempo em que as informações ficam disponíveis, evidenciam as redes sociais tornando-as alvos para os criminosos, ataques virtuais tendo como foco a informação e o dinheiro dos usuários é cada vez mais freqüentes.

Os usos de sistemas informatizados interligados por meio de redes tornam as informações, que circulam nessas redes, vulneráveis e a mercê de várias ameaças que podem comprometê-las, colocando em risco o próprio sistema, as empresas, instituições ou o usuário. Segundo a ESET [2017], “As crianças utilizam as redes sociais desde muito cedo, ao contrário do que as próprias redes sociais recomendam como adequado (o Facebook, por exemplo, foi criado para maiores de 18 anos)”. Esse é um fator preocupante se considerar a falta de maturidade e conhecimento dos usuários que cada vez mais novos tem acesso, negligenciando a própria segurança.

A criança e o adolescente com acesso ao mundo virtual livre podem sentir uma falsa segurança de que, como estão à frente de uma tela estão seguras deixando de lado os cuidados com suas fotos de roupa íntima, locais da casa e o modo de como

vivem naquele ambiente, o que demonstra a sensibilidade e os riscos que esse jovem este exposto. Já a Intel Security [2015], revelou que 83% das crianças entre 8 e 12 anos já são ativas nas redes sociais. O índice sobe para 97% entre adolescentes de 13 a 16 anos. A superexposição nas redes sociais também pode causar muitos danos às crianças hoje e no futuro, pois a criança muitas vezes encara a mídia social como uma ferramenta para a sua popularidade entre os amigos e não tem noção do alcance dessas informações. Ao divulgar os locais onde frequenta, ostentar seus pertences ou postar foto com uniforme da escola, ela está divulgando informações pessoais que podem ser usadas por criminosos.

Smith (2009) destaca que cada vez mais os jovens vivem conectados, assim ficando expostos a atividades que podem lhe causar malefícios como exposição a predadores sexuais e acesso a conteúdo impróprios para sua idade.

Segundo Bryant (2013), 40% dos usuários dão acesso livre a seus perfis, permitindo que qualquer um veja suas informações e 60% restringem o acesso a amigos, familiares e colegas, demonstrando que as crianças e os adolescentes tem dúvidas dos cuidados que precisam ter, como citado na pesquisa, interagir com estranhos, ou mesmo com suas informações pessoais, uma porcentagem baixa se comparado o medo de ser hackeado, sem ter cuidado com a exposição que esses usuários podem fazer de seus dados pessoais poupando o trabalho que mal intencionado precisaria ter para acessar essas informações, que em posse dessas informações são capazes de ser qualquer um, e tendo a disposição esses dados se aproximam e usam esses conhecimento para ludibriar esses jovens que sem conhecimento ou falta de cuidado são levados a situações de risco, a agressões físicas e psicológicas

O presente trabalho tem como objetivo identificar e evidenciar as principais ameaças e vulnerabilidades que acometem o uso das RSO pelos jovens, destacando contramedidas para prevenção e atenuação dos efeitos das mesmas. Através de pesquisa bibliográfica, utilizando-se de artigos, monografias, sites, relatórios de empresas fabricantes de antivírus e livros que abordam o tema, conceituando e esclarecendo aspectos referentes à segurança em redes sociais, suas vulnerabilidades, ameaças e contramedidas ou mecanismos de segurança que protejam os usuários de tais fragilidades.

2 | PRINCIPAIS AMEAÇAS, VULNERABILIDADES E CONTRAMEDIDAS

Para o melhor entendimento faz-se necessário definir alguns conceitos, que segundo Ribeiro et al. [2012]: i) Ameaça: agente ou ação, espontâneo ou proposital, que se aproveita de vulnerabilidades de um sistema para obter êxito, sendo um fator externo; ii) Vulnerabilidade: caracterizada por ser uma fragilidade do sistema, sendo portanto um fator interno; iii) Contramedida: Medidas preventivas de minimização de riscos que podem ser alcançadas através da diminuição das vulnerabilidades. Laorden et al. [2010] categorizam

algumas ameaças encontradas em RSO, tais como: 1) Divulgação de informações privadas; 2) Perdas Financeiras; 3) Roubo de Propriedade Intelectual; 4) Roubo de Segredos Corporativos; 5) Comprometimento da Segurança Física; 6) Consumo de Recursos da Rede e do Computador e; 7) Roubo de Identidade Digital através de Perfil Falso.

Ainda segundo Laorden et al. [2010], algumas vulnerabilidades podem ser destacadas, tais como: 1) Vulnerabilidades associadas à plataforma (dificuldades para remover completamente todas as informações do usuário ao excluir sua conta; métodos de autenticação fraca e não validação de dados de usuários durante o processo de registro); 2) Vulnerabilidades associadas aos dados (divulgação de dados da navegação e informações divulgadas pelo status do usuário) e; por fim, 3) Vulnerabilidades associadas com imagens (marcação por outros usuários e informação implícita no conteúdo da imagem). Para isso, o ESET [2017] enumera algumas contramedidas como: Evitar clicar em links suspeitos; Evitar inserir informações pessoais em formulários duvidosos; Não acessar sites de reputação duvidosa; Ter precaução com os resultados conseguidos por sites de busca; Atualizar o sistema operacional e seus aplicativos; Aceitar somente contatos conhecidos; Baixar aplicativos de sites oficiais; Evitar abrir arquivos suspeitos; Utilizar tecnologias de segurança e Utilizar senhas fortes.

3 | METODOLOGIA

O recurso utilizado na pesquisa baseia-se em pesquisa bibliográfica e questionário. Além disso, para efeito de conscientização foram ministradas palestras, com o intuito de alertar sobre as principais ameaças e vulnerabilidades que acometem o uso das RSO pelos jovens, destacando contramedidas para prevenção e atenuação dos efeitos das mesmas. O estudo foi aplicado na Escola Municipal da Cidade de Santarém, com o total 110 alunos.

Fazem parte do conteúdo do questionário perguntas como: Qual seu sexo? Qual sua idade? O que você busca nas redes sociais? Em qual área as redes sociais causam mais impactos? Qual o fator mais negativo no uso das redes sociais? Que tipo de resultado você já obteve através das redes sociais? Para qual finalidade você utiliza as redes sociais? Qual você acredita ser o maior risco da utilização das redes sociais? Muitas pessoas já realizaram encontros com amigos virtuais. Se isso já aconteceu com você, assinale a alternativa que indica o ocorrido após o encontro. Costumam divulgar suas informações publicamente (local, com quem está, o que faz, onde trabalha, ...)? Costuma alterar senhas frequentemente? Quando acontece um problema, com quem você conversa nas redes sociais? Seus pais sabem que você utiliza redes sociais?

Como forma de contextualizar a pesquisa, na Seção 4, alguns resultados são discutidos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do questionário e coleta dos dados, obteve-se os seguintes resultados. Ao serem questionados sobre o sexo, pode-se observar que 57% dos entrevistados são do sexo feminino e 43% do sexo masculino. A pesquisa revela que 21% dos entrevistados possuem sua idade abaixo de 12 anos, 72% possuem entre 12 e a 14 anos, 5% são possuem entre 15 anos e 17 anos e, apenas 2% possuem acima de 18 anos, conforme Figura 1.

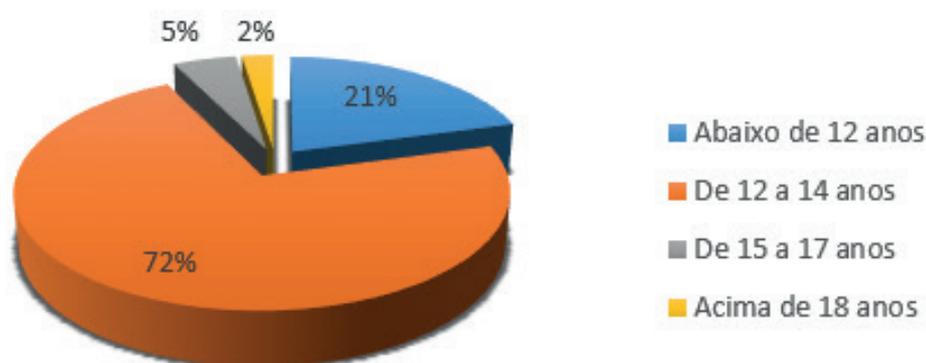


Figura 1: Faixa etária dos entrevistados.

Fonte: Autores, 2018.

Ao serem perguntados sobre o uso das redes sociais, 62% afirmaram utilizar o *Facebook*, 15% o *Instagram* e 23% utilizam o *Twitter*, conforme Figura 2.

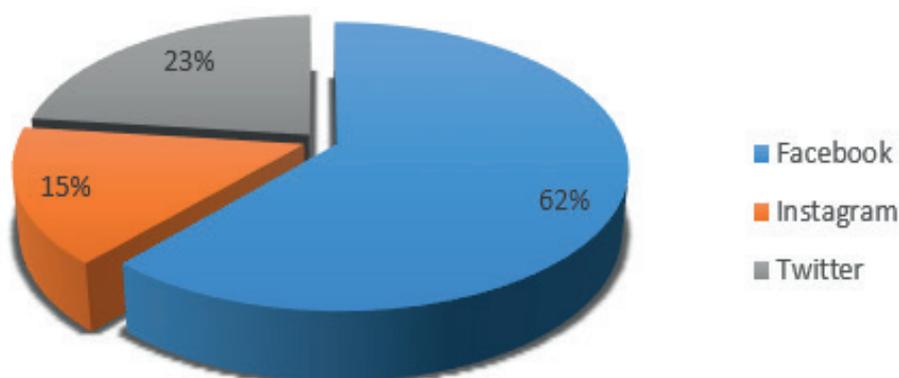


Figura 2: Rede Social preferida pelos entrevistados.

Fonte: Autores, 2018.

Correlacionando esses dados é possível observar que grande parte dos entrevistados possui acesso a algum tipo de rede social, o que não seria permitido, uma vez que o *Facebook*, por exemplo, possui restrição de idade mínima de 18 anos.

Ao serem questionados sobre o que buscavam nas redes sociais, 54% dos entrevistados tinham interesse em conhecer amigos novos, 10% buscavam fama ou

algum tipo de reconhecimento, 10% desejavam aumentar a autoestima e os outros 26% buscavam relacionamento amoroso, conforme descrito na Figura 3.. Estes dados podem gerar um alerta, pois jovens de 12 a 14 anos em sua maioria estão buscando relações amorosas em redes sociais, na sua maioria, sem consentimento dos pais.

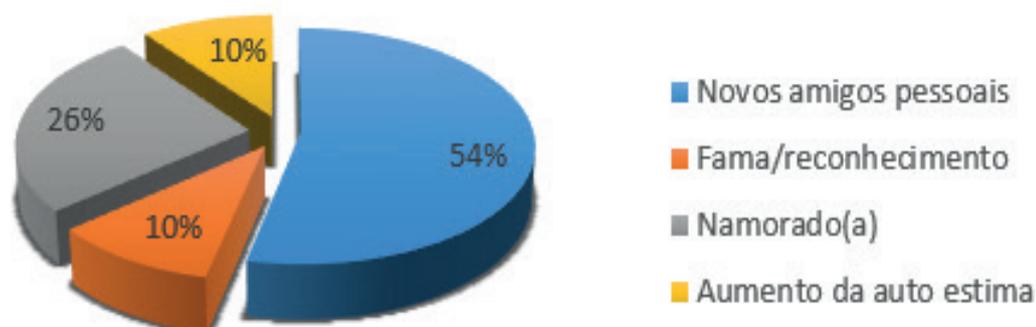


Figura 3: Objetivos conquistados por meio das redes sociais.

Fonte: Autores, 2018.

A pesquisa buscou saber qual o conhecimento dos jovens sobre os perigos na utilização das redes sociais (Figura 4). 45% dos jovens preocupam-se quanto a invasão de privacidade, 34% têm medo na divulgação de dados pessoais, 8% temem a pedofilia, 8% que a exposição dos dados leve a sequestro e, apenas 5% ficam receosos com a distorção de fotos.

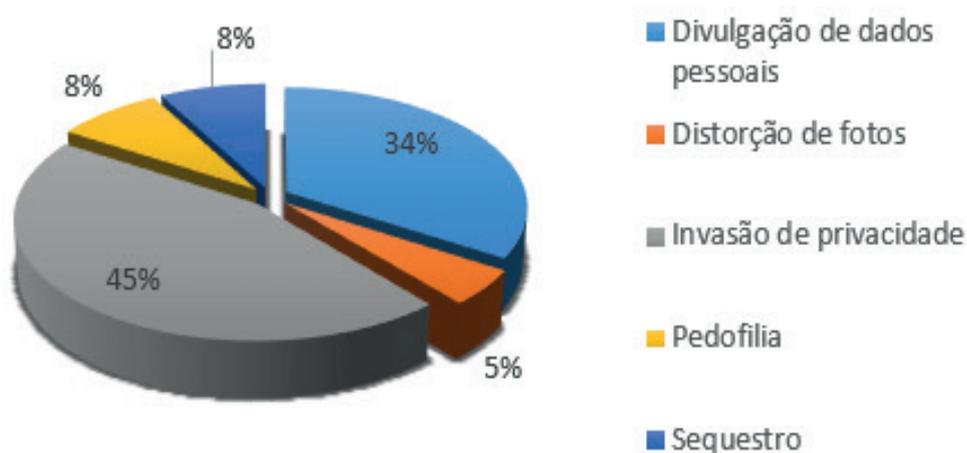


Figura 4: Maior risco da utilização de redes sociais

Fonte: Autores, 2018.

A utilização de fotos distorcidas pode ser usada para devidos fins, como exemplo, *cyberbullying* e *memes*. É importante alertar os jovens quanto aos perigos no uso de RSO, pois violação da privacidade pode servir para roubo de informações pessoais, tais como senhas e clonagem de cartão de crédito, divulgação de boatos, fotos e conteúdo

íntimo, *bullying*, extorsão, injúria, calúnia e difamação.

O estudo revela que 71% dos usuários não tem conhecimento do risco que estão correndo com o acesso indevido às redes sociais. Isso mostra a necessidade de investimento em ações de conscientização do usuário sobre o uso seguro da Internet. O estudo revela ainda que a maioria dos pais desconhecem o uso de Redes Sociais pelos filhos. Isso talvez seja dado devido o não domínio das tecnologias da informação pelos pais e, muitas das vezes repassarem a escola o papel de educar, monitorar e educar seus filhos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, RSO representam um dos importantes serviços de Internet baseados na Web 2.0. A maioria das empresas ainda hesita em integrar as RSO em seu modelo de negócios. Para isso é ideal conhecer as ameaças, vulnerabilidades e formas de mitigar os riscos aos usar os serviços fornecidos pelas RSO. Neste trabalho são apresentados as principais as ameaças exploradas pelas vulnerabilidades e algumas contramedidas, além de obter a percepção dos jovens quanto ao uso seguro das Redes Sociais.

Nesse sentido foi observado a adição repentina e prematura desses jovens a esses meios de comunicação ditos sociais, que prendem não só os jovens mais também os adultos, levando a uma estagnação de não conviver mais diretamente com seus familiares, apenas por meios virtuais, compartilhando fotos, textos, por algumas horas, ou até o dia inteiro usando celular ou um computador.

O trabalho realizado demonstrou o quanto os jovens não possuem o conhecimento necessário para se proteger nas redes sociais. Vale ressaltar que, de nada adianta as empresas definirem vários sistemas para segurança no acesso, se o usuário não tem a consciência do uso corretos desses meios de comunicação, negligenciando as regras básicas de uso seguro ocasionando assim problemas devido ao uso indevido.

Como trabalho futuro, busca-se ampliar o escopo do trabalho, levando esse conhecimento a mais jovens das escolas do município de Santarém, além de alertar os pais sobre os perigos da Internet. Busca-se ainda praticar esse conhecimento através da elaboração de vídeos e cartilhas eletrônicas (e-books), para que se possa educar os usuários que utilizam as RSO, considerados “o elo mais fraco”.

REFERÊNCIAS

ESET (2013). Guia de Segurança em Redes Sociais. Disponível em: http://www.eset-la.com/pdf/documento_redes_sociais_baixa_pt.pdf.

Intel Security (2017). Realidade cibernética: O que os pré-adolescentes e adolescentes estão fazendo online. Disponível em: <https://www.ligacaoteen.com.br/geek-games/pesquisa-da-intel-security-revela-o-comportamento-de-criancas-e-adolescentes-na-internet/67975/> >. Acesso: 25 ago. 2017.

Laorden, C., Sanz, B., Alvarez, G., & Bringas, P. G. (2010). A Threat Model Approach to Threats and Vulnerabilities in On-line Social Networks. In: *Computational Intelligence in Security for Information Systems 2010* (pp. 135-142). Springer Berlin Heidelberg.

Bryant, Charles. (2013) 10 coisas que não devem ser compartilhadas em redes sociais. Informatica.hsw.uol, 2013. Disponível em: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/10-coisas-nao-compartilhar-redes-sociais.html>. Acesso em 08 ago. 2017.

Ribeiro, I., Guimarães, F. Q., Kazienko, J. F., Rocha, A., Velloso, P., Moraes, I. M., & Albuquerque, C. V. N. (2012). Segurança em Redes Centradas em Conteúdo: Vulnerabilidades, Ataques e Contramedidas. *Minicursos do XII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais—SBSeg 2012*, 151-195.

Smith, Gregory S (2009). Como Proteger seus Filhos na Internet - Um Guia Para Pais E Professores. Novo Conceito. 2009.

SISREMO – SISTEMA DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS COM BASE NA TÉCNICA REMO

Data de aceite: 07/08/2020

Data de submissão: 05/05/2020

Carlos Ricardo Bandeira de Souza

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação
Tecnológica (FUCAPI).

Distrito Industrial Manaus-AM, Brasil.

Sérgio Roberto Costa Vieira

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação
Tecnológica (FUCAPI).

Distrito Industrial Manaus-AM, Brasil.

RESUMO: Este artigo apresenta um sistema de elicitação de requisitos orientado pela modelagem de processo de negócio. O sistema é denominado SISREMO e segue como base a técnica REMO (v3). O propósito do sistema é de registrar os requisitos adequados ao contexto da modelagem de processo de negócio BPMN através da leitura do padrão XPDL. Foi feito um estudo experimental comparando a aplicação da técnica REMO com e sem o SISREMO. A análise das respostas do questionário pós-estudo, baseado no Modelo TAM, aponta o sistema como uma tecnologia útil para a elicitação de requisitos baseados em modelagem de processo de negócio.

PALAVRAS-CHAVE: Elicitação de Requisitos. BPMN. XPDL.

SISREMO - REQUIREMENTS ELICITATION SYSTEM BASED ON THE REMO TECHNIQUE

ABSTRACT: This paper presents a requirements elicitation system oriented by business process modeling. The system is called SISREMO and is based on the REMO technique (v3). The purpose of the system is to record requirements appropriate to the BPMN business process modeling context by reading the XPDL standard. An experimental study was done comparing the application of the REMO technique with and without SISREMO. The analysis of the responses of the post-study questionnaire, based on the TAM model, points the system as a useful technology for the elicitation of requirements based on business process modeling.

KEYWORDS: Elicitation of Requirements. BPMN. XPDL.

1 | INTRODUÇÃO

A elicitação de requisitos busca entender as necessidades do negócio do cliente e corresponde ao processo de levantamento de requisitos. Segundo Pfleeger (2004), um requisito é uma característica do sistema ou a

descrição de algo que o sistema é capaz de realizar, para atingir os seus objetivos.

Por meio das técnicas de modelagem de processos de negócio, é possível compreender melhor o ambiente no qual o sistema que vai ser construído funcionará, o que possibilita identificar requisitos correspondentes às reais necessidades do negócio (POHL e CHRIS, 2012).

Nesse contexto a técnica de elicitação de requisitos denominada REMO (*Requirements Elicitation Oriented by business processos Modeling*) tem como objetivo a elicitação de requisitos a partir da modelagem de processos de negócios, utilizando a notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) (VIEIRA, 2012).

Portanto, o SISREMO foi desenvolvido para apoiar a elicitação de requisitos baseada em modelos de processos BPMN usando como base a técnica REMO visando automatizar a extração dos requisitos a partir de modelos de processos de negócios, através da importação do modelo XPDL (*XML Process Definition Language*) no sistema para relacionar as heurísticas da técnica REMO (v3).

Com o SISREMO o analista tem os requisitos em mãos e apenas realiza um processo de validação, confirmando se os requisitos estão adequados ao contexto de negócios ou não. O SISREMO visa auxiliar o analista neste processo de análise de requisitos com base na técnica REMO (v3), sem precisar aplicar a técnica de forma manual.

Através de pesquisa das ferramentas livres que trabalham com BPMN foi possível definir as ferramentas BPMS (*Business Process Management Suite*) que exportam os modelos BPMN para o modelo XPDL, como o BIZAGI (ferramenta de modelagem de processo de negócio), dessa maneira padronizando uma ferramenta auxiliar para o SISREMO.

Para o desenvolvimento do SISREMO foi criada uma base de regras de leitura do arquivo XPDL em PL/PGSQL (*Procedural Language for the POSTGRESQL*). Após o desenvolvimento do SISREMO, foi realizado um estudo comparativo do sistema, onde se avaliou a extração dos requisitos sem a utilização do sistema e com utilização do sistema, permitindo realizar uma comparação de sua contribuição. Essa mesma avaliação verifica a aceitação do sistema em termos de facilidade de uso e utilidade através do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). O resultado da análise dos dados mostra indícios de que o sistema é fácil de usar e útil para minimizar o problema de pesquisa.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a relação do padrão BPMN com o padrão XPDL e apresenta a técnica REMO na sua última versão. A Seção 3 apresenta o SISREMO. A Seção 4 apresenta o resultado do estudo comparativo na utilização do SISREMO. Por fim, a Seção 5 descreve a conclusão e as considerações sobre o trabalho desenvolvido.

2 | BPMN X XPD

Segundo Valle e Oliveira (2013), o BPMN oferece uma notação padrão para a modelagem de processos de negócios. A notação possui diversos elementos, sendo que os básicos são apenas quatro: atividades, eventos, gateways (símbolos de decisões) e conectores.

Para Campos (2014), uma atividade pode ser uma tarefa ou um processo, um evento é algo que ocorre durante um processo de negócio, e os gateways são elementos de modelagem utilizados para controlar como a sequência do fluxo que interage dentro de um processo ao convergir e divergir, e a sequência de fluxo mostra a ordem em que as atividades serão executadas no processo.

De acordo com Campos (2014), o BPMN possui a vantagem de evoluir para o padrão XPD 2.0, que é explicitamente uma linguagem de descrição de workflow, possibilitando a construção de um modelo em uma ferramenta do fornecedor A, exportar no padrão XPD e importar em outra ferramenta, desde que as ferramentas tenham sido construídas conforme os padrões publicados.

O XPD é uma linguagem gerenciada pela WFMC (Workflow Management Coalition) que atualmente está na versão 2.2 podendo ser utilizado no formato de arquivo BPMN 2.0. Os modelos BPMN são representados em arquivos que utilizam uma sintaxe baseada na XML para especificar a declaração de um processo de negócio. Os principais elementos são: *Package*, *Application*, *Workflow-Process*, *Activity*, *Transition*, *Participant*, *Datafield* e *Datatype* (WFMC, 2012).

A Tabela 1 apresenta a relação de um elemento de um modelo BPMN e a sua representação no padrão XPD.

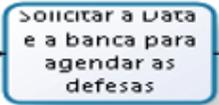
Elemento BPMN	 <p>Atividade</p>
Mapeamento para o XPD	<pre> <Activity Id="af0aecd9-6286-42df-a752-f654e18eb0fd" Name="Solicitar a Data e a banca para agendar as defesas"> <Description /> <Implementation> <Task /> </Implementation> <Performers /> <Documentation /> <Loop LoopType="None" /> <NodeGraphicsInfos> <NodeGraphicsInfo ToolId="BizAgi_Process_Modeler" Height="60" Width="90" BorderColor="-16553830" FillColor="-1249281"> <Coordinates XCoordinate="177" YCoordinate="39" /> </NodeGraphicsInfo> </NodeGraphicsInfos> <ExtendedAttributes /> </Activity> </pre>

Tabela 1 Relação do BPMN e XPD

Na subseção 2.1 será apresentada uma técnica que utiliza os elementos BPMN para elicitación de requisitos de sistemas. Este trabalho tem como base as definições das heurísticas desta técnica.

2.1 TÉCNICA REMO

De acordo com Vieira (2012) a técnica REMO utiliza um conjunto de elementos da própria notación BPMN, permitindo a integração da modelagem de processos de negócios no desenvolvimento de software, especificamente durante a elicitación de requisitos possibilitando a extração dos requisitos a partir dos diagramas de processos de negócios. A técnica é apoiada por um conjunto de heurísticas que no decorrer dos experimentos foi evoluindo conforme os resultados da pesquisa até a sua versão final REMO (v3) e possui duas etapas para sua aplicação, onde a primeira etapa é a compreensão dos processos de negócios e a segunda etapa é a elicitación dos requisitos. A Figura 1 apresenta o modelo de aplicação da técnica REMO (VIEIRA, 2012).

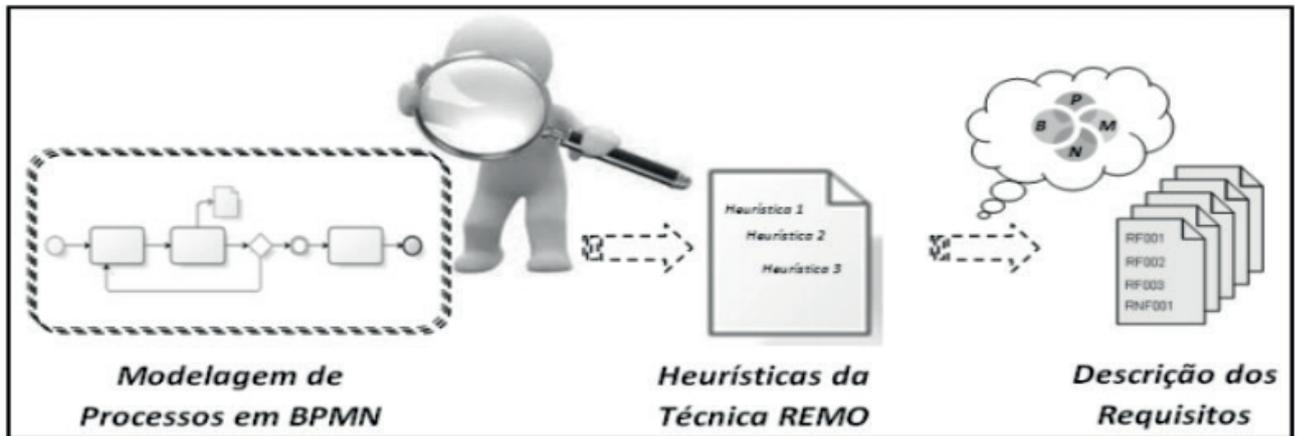


Figura 1 Modelo de aplicação da técnica REMO

As heurísticas da técnica REMO são baseadas em ações encontradas nos diagramas de processos de negócios, que utilizam instruções para guiar o analista de sistemas durante a extração. A técnica REMO (v3) contempla o conjunto dos elementos básicos da notação BPMN, conforme são apresentadas na Tabela 1. Os requisitos são apresentados como: RF – Requisito Funcional, RNF– Requisitos Não Funcionais e RN – Regras de Negócios.

BPMN	Heurística	Tipo Requisito
 <p>Tarefa</p>	H1 – Atividades/Tarefas do Processo	RF e RNF
 <p>Gateway ou Decisão</p>	H2 – Condições de Decisão	RF e RN
 <p>Evento Intermediário</p>	H6 – Eventos Intermediários	RF e RN

Tabela 2 Destaque das heurísticas H1, H2 e H6.

Na seção 3 será apresentado o SISREMO um sistema que controla os requisitos elicitados aplicando a técnica REMO (v3).

3 | SISREMO

O Sistema de Elicitação de Requisitos Orientado pelo Modelo de Processo de Negócio (SISREMO) tem como finalidade de automatizar os processos de elicitação de requisitos aplicando a técnica REMO (v3). Com base no trabalho de VIEIRA (2012) e da exportação do modelo BPMN para o modelo XPDL 2.2, foi possível desenvolver um sistema que gerasse um documento de requisitos a partir da leitura do arquivo XPDL, viabilizando a relação das heurísticas da técnica REMO (v3) e registros de sugestões de requisitos de acordo com a modelagem de processo de negócio.

O sistema foi implementado na linguagem PHP 5, utilizando um framework JavaScript JGRID e JSON. A arquitetura baseou-se no padrão MVC (*Model-View-Controller*) que divide o sistema em camadas de lógicas, de negócios e de apresentação. Como servidor de aplicação foi utilizado o XAMP, o SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) POSTGRES SQL 9.2 e HTML na camada de apresentação.

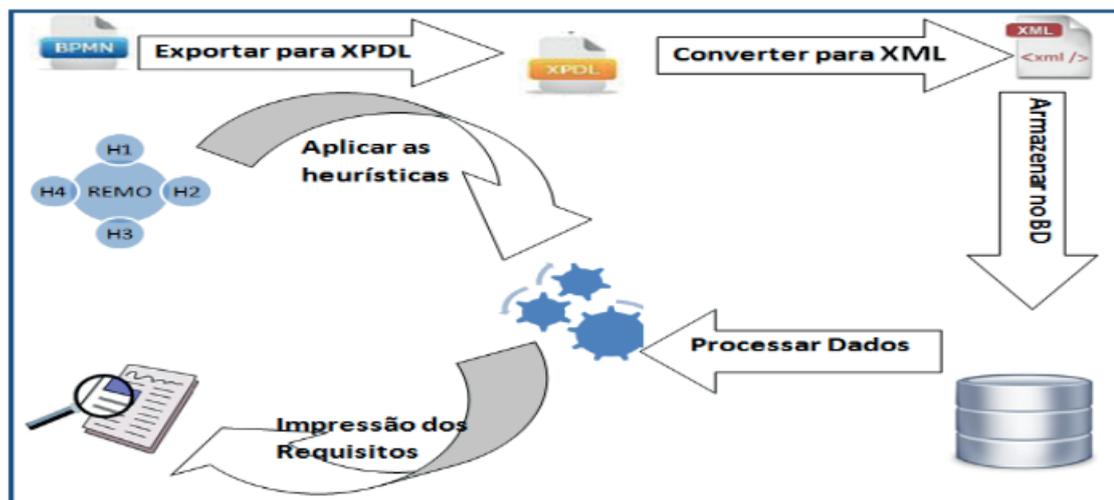


Figura 2 Processos fundamentais do SISREMO

Na Figura 2 representa os processos fundamentais realizados com o SISREMO. Utilizando uma ferramenta BPMS os modelos BPMN são exportados para o modelo XPDL e este modelo é importado no SISREMO que o converte para o formato XML para armazenamento no banco de dados. Após o armazenamento do XML o sistema extrai os dados do XML através de funções PL/PGSQL que relaciona as tags com as heurísticas da técnica REMO registrando sugestões de requisitos. E por fim o SISREMO possibilita gerar um relatório desses requisitos.

A partir desses processos fundamentais o SISREMO foi desenvolvido para atender um cenário de uma fábrica de software onde os usuários deste sistema são os gerentes de projetos que podem cadastrar os analistas de sistema e acompanhar os projetos relacionados a esses analistas de sistema. Os analistas de sistema mantêm os modelos dos projetos, além dos requisitos extraídos através da importação do modelo BPMN no

padrão XPDL e da aplicação das heurísticas do REMO.

O sistema possui três perfis de acesso. O primeiro é o perfil de administrador. Nesse perfil o usuário poderá cadastrar usuários, login e senha, e definir o perfil do usuário. O sistema disponibiliza dois perfis o de gerente e o de analista. Para cada perfil é habilitado funcionalidades distintas.

No cenário proposto o gerente de projetos mantém os analistas e mantém os projetos. O gerente acessa o sistema que disponibiliza os módulos de CADASTRAR ANALISTA e GERENCIAR PROJETOS. Para manter os analistas é necessário que os mesmos possuam um login e senha no sistema com perfil de analista, o gerente informa nome e o usuário do analista para cadastrá-lo. Na tela de LISTAGEM DE PROJETO o gerente mantém os projetos informando nome, descrição, e a data de início e fim do projeto. O gerente pode adicionar ou remover um analista do projeto conforme a Figura 3

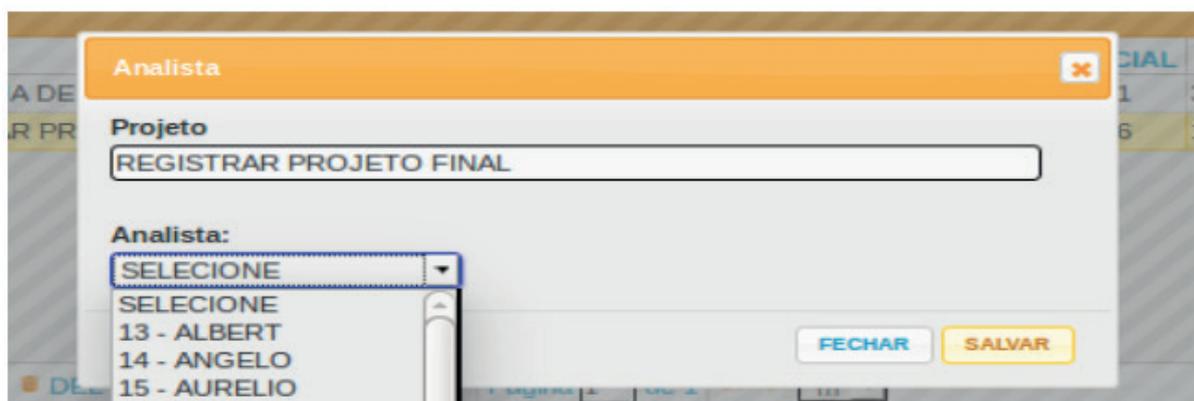


Figura 3 Tela de cadastro do analista no projeto

O SISREMO provê a gerentes um rápido acesso às informações de cada projeto, seus analistas envolvidos e a documentação de requisitos do projeto em PDF conforme a Figura 4.

DOCUMENTO DE REGISTRO DOS REQUISITOS ELECIDADOS DO PROJETO			
Projeto: REGISTRAR PROJETO FINAL			
DESCRICAO:	REGISTRAR PROJETO FINAL		
DATA INICIAL:	2016-05-15	DATA FINAL:	2016-05-19
MODELO:	AURELIO_ATIVIDADE_MODELAGEM	ANALISTA:	AURELIO
DESCRICAO DO MODELO:	Atividades		
REQUISITOS DO MODELO			
TIPO	HEURISTICA	DESCRICAO	
RF	1	O Orientando deve Comunicar informações ao coordenador	
RF	4	Comunicado aos participantes	
RF	3	Receber e-mail da reunião	

Figura 4 Documento de requisitos do Projeto em PDF

O analista recebe os modelos BPMN e os exporta para o modelo XPDL utilizando uma ferramenta BPMS como o BIZAGI. Para que o analista tenha acesso aos projetos destinado a ele, além de possuir um login com perfil analista, deve estar cadastrado. Assim que acessa o sistema o analista pode acessar o módulo GERENCIAR REQUISITOS.

Neste módulo são apresentadas às telas de LISTAGENS DE PROJETOS do analista e de MODELOS DO PROJETO. Na tela de LISTAGEM DE PROJETOS são apresentados os registros de projetos do analista que pode imprimir o documento de orientação às heurísticas da técnica REMO e também visualizar os modelos de outros analistas que estão no mesmo projeto.

Na tela de LISTAGEM DOS MODELOS o analista poderá cadastrar os modelos e manter os requisitos. Na tela de CADASTRO DO MODELO DO PROJETO o analista deve informar o arquivo XPDL para importá-lo no sistema. Clicando em salvar o sistema gera os requisitos para manutenção conforme a Figura 5.

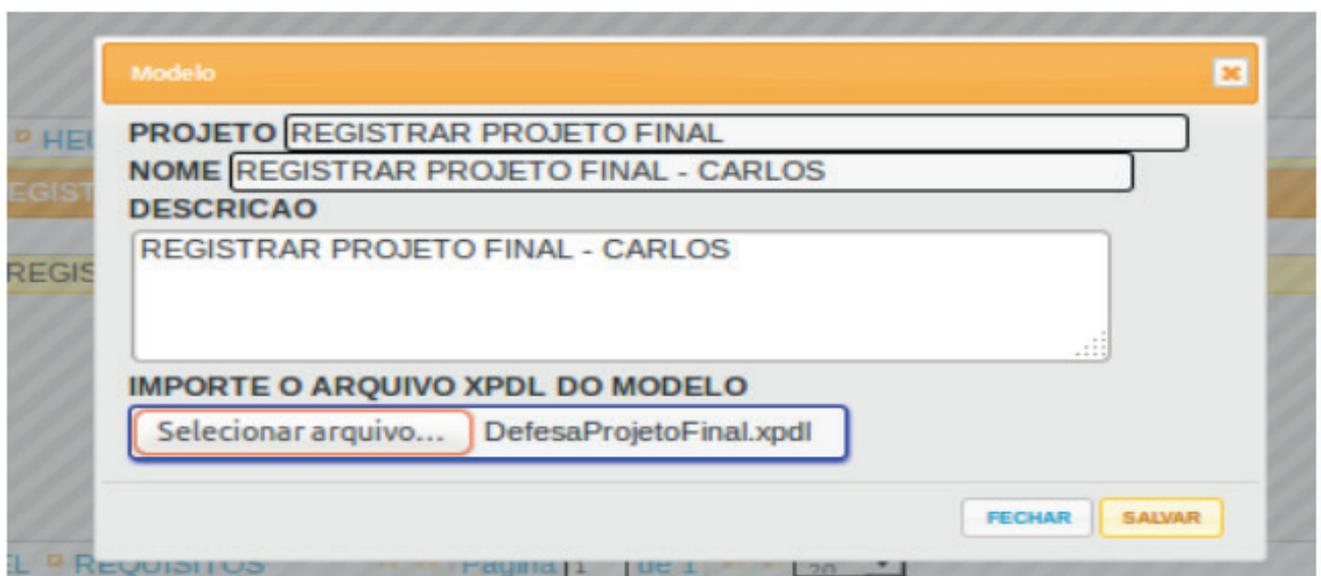
A imagem mostra uma janela de software intitulada "Modelo". Dentro dela, há um formulário com os seguintes campos: "PROJETO" com o texto "REGISTRAR PROJETO FINAL"; "NOME" com o texto "REGISTRAR PROJETO FINAL - CARLOS"; e "DESCRICAO" com o texto "REGISTRAR PROJETO FINAL - CARLOS". Abaixo desses campos, há uma seção "IMPORTE O ARQUIVO XPDL DO MODELO" com um botão "Selecionar arquivo..." e o nome de um arquivo "DefesaProjetoFinal.xpdl". Na base da janela, há dois botões: "FECHAR" (em azul) e "SALVAR" (em amarelo). O fundo da janela mostra partes de outros menus ou telas, como "HEURISTICA", "REGISTRO" e "REQUISITOS".

Figura 5 Tela de cadastro do modelo do projeto

Em seguida o analista deve manter os requisitos gerados no sistema. Na tela de MANTER REQUISITOS o analista pode editar duplicar, gerar documento de requisitos do modelo em PDF ou XLS, e adicionar as regras de negócio para cada requisito funcional ou não funcional. Clicando no requisito e no botão EDITAR o analista poderá alterar o tipo do requisito, a heurística da técnica REMO, a descrição e a situação (VÁLIDO ou FALSO) na tela de MANTER REQUISITO conforme a Figura 6.

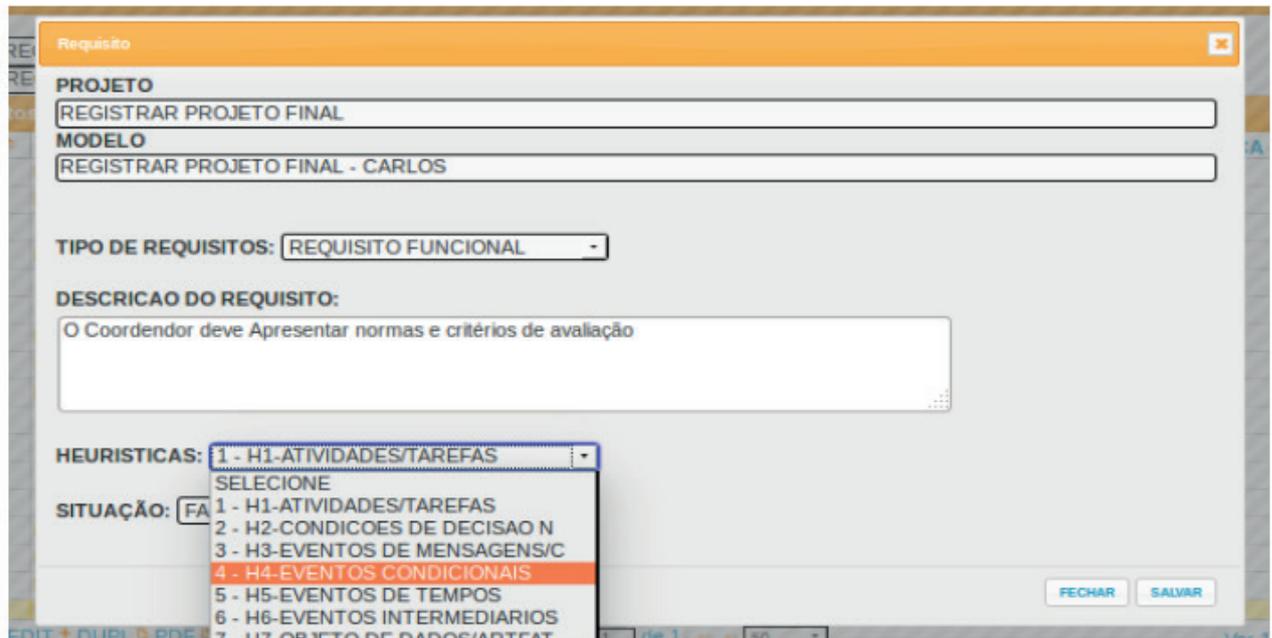


Figura 6 Tela de manter requisitos

Clicando no requisito funcional ou não funcional e no botão “REGRA DE NEGOCIO” o analista poderá adicionar regras de negócios ao requisito selecionado. Na tela de regras de negócios são listados os requisitos do tipo RN (Regra de Negócio) e estes registros devem estar previamente cadastrados no sistema conforme a Figura 7.

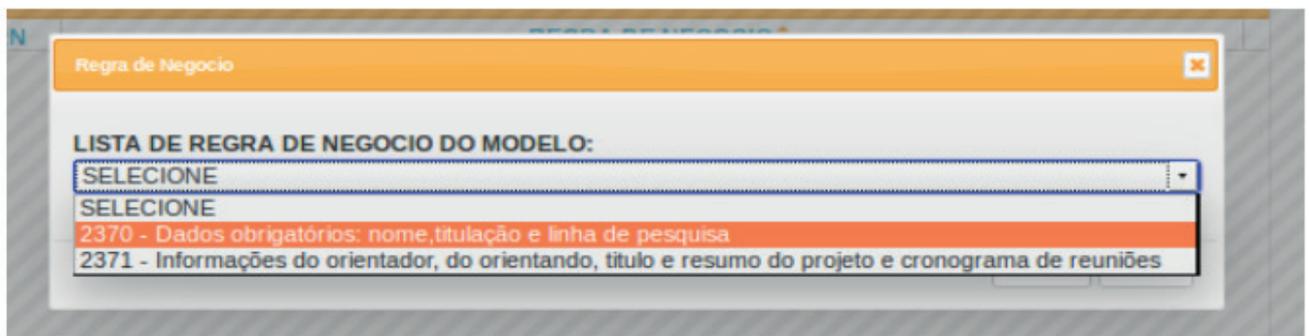


Figura 7 Tela de cadastro de regras de negócio

O analista tem a possibilidade de gerar um documento em PDF de requisitos dos modelos do projeto que está envolvido conforme a Figura 8.

DOCUMENTO DE REGISTRO DOS REQUISITOS ELICITADOS DO MODELOS				Emissao : 25/10/06
Modelo: DEFESA DE PROJETO				Usuario/Horario: SISREMO - 01:08
(RN)(RF)(RFN)	CODIGO	DESCRICAO DO REQUISITO	HEURISTICA	REGRA DE NEGOCIO
RF	RF0001	O Coordenador deve Solicitar a Data e a banca para agendar as defesas	H1	RN004
	0002	E-mail sobre defesa	H3	
	0003	Dados da Defesa	H6	
RF	RF0004	O Coordenador deve Registrar dados da defesa de cada projeto	H1	
	0005	Material da Banca		
RF	RF0006	O Coordenador deve Entregar do material da banca	H1	RN004
	0007	Aguardar o tempo da defesa	H5	

Figura 8 Documento de Requisitos do Modelo em PDF

Na seção 4 será apresentada a avaliação do SISREMO comparando a aplicação da técnica REMO (v3) de forma manual e de forma automatizada utilizando o sistema.

4 | AVALIAÇÃO DO SISREMO

A avaliação foi realizada numa instituição de ensino superior, tendo como participantes 20 alunos de graduação na área de sistema de informação. Foram divididos dois grupos de 10 participantes, cada grupo recebeu um modelo de processo de negócio BPMN. Os modelos P1-Registrar Projeto Final e o modelo P2-Realizar Monitoria de Disciplina.

Para as duas etapas da avaliação foram quantificadas o número de requisitos registrados pelos participantes, o número de requisitos excluídos, o número de requisitos válidos e o número de requisitos adequados à técnica REMO.

Os requisitos foram excluídos pelo pesquisador de acordo com os critérios de exclusão adotados para esta avaliação. Os critérios são: requisitos duplicados com descrições duplicadas e/ou requisitos com mesmo sentido; requisitos com a mesma descrição dos elementos do modelo; e requisitos inadequados ao modelo de processo de negócio. Com objetivo de alcançar um número de requisitos válidos de acordo com a técnica REMO para cada modelo BPMN e não para cada participante.

Na primeira etapa os participantes tiveram que aplicar a técnica REMO sem a utilização do SISREMO. Para o estudo da avaliação foram utilizados os seguintes arquivos digitais: os modelos BPMN; o documento de orientação da técnica REMO (v3); e uma planilha eletrônica para registrar os requisitos elicitados. Na Tabela 3 apresenta o resultado quantitativo da primeira etapa de cada grupo de modelo.

P1	ETAPA 1			
	Requisitos do Alunos			
ALUNO	Registrados	Excluídos	Válidos	REMO
1	14	3	11	10
2	6	1	5	5
3	16	5	11	10
4	24	8	16	16
5	18	4	14	14
6	21	16	5	4
7	17	10	7	7
8	25	14	11	11
9	18	6	12	12
10	37	13	24	24
TOTAL	196	80	116	113

P2	ETAPA 1			
	Requisitos do Alunos			
ALUNO	Registrados	Excluídos	Válidos	REMO
1	13	6	7	7
2	15	5	10	10
3	34	24	10	9
4	25	6	19	18
5	20	12	8	8
6	21	17	4	4
7	20	11	9	9
8	40	17	23	22
9	27	16	11	8
10	57	27	30	30
TOTAL	272	141	131	125

Tabela 3 Quantidade de requisitos da primeira etapa

A segunda etapa do estudo aplicou a técnica REMO (v3) utilizando o SISREMO. Nessa etapa os participantes tiveram que realizar tarefas no SISREMO. A princípio exportaram os modelos BPMN utilizando a ferramenta BIZAGI para o formato XPDL e em seguida acessaram o SISREMO. Seguindo o documento de passo a passo os participantes foram interagindo com o SISREMO, como: cadastrar o modelo, importar o arquivo XPDL, manter os requisitos e gerar o documento de requisito em PDF. Na Tabela 4 apresenta o resultado quantitativo da segunda etapa de cada grupo de modelo.

P1	ETAPA 2			
	Requisitos do SISGREMO			
ALUNO	Registrados	Excluídos	Válidos	REMO
1	38	21	17	17
2	38	13	25	25
3	38	8	30	30
4	39	5	34	34
5	38	27	11	11
6	48	4	44	44
7	38	8	30	30
8	38	0	38	38
9	38	17	21	21
10	38	0	38	38
TOTAL	391	103	288	288

P2	ETAPA 2			
	Requisitos do SISGREMO			
ALUNO	Registrados	Excluídos	Válidos	REMO
1	61	47	14	14
2	61	35	26	26
3	62	56	6	6
4	62	58	4	4
5	61	17	44	44
6	62	11	51	51
7	61	20	41	41
8	61	18	43	43
9	64	48	16	16
10	65	0	65	65
TOTAL	620	310	310	310

Tabela 4 Quantidade de requisitos da segunda etapa

E durante a segunda etapa os participantes preencheram o formulário TAM (DAVIS, 1989) para capturar o nível de aceitação, verificando a percepção deles quanto à funcionalidade e quanto à facilidade de uso do SISREMO.

A seguir na subseção 4.1 serão apresentados os resultados obtidos desta avaliação.

4.1 RESULTADOS

Os resultados do estudo de avaliação foram divididos da seguinte maneira: a verificação quantitativa de requisitos adequados da primeira etapa do estudo com a segunda etapa para viabilizar a contribuição de registro de requisitos com o SISREMO, e a apuração das respostas do formulário TAM para verificar o nível de aceitação do SISREMO.

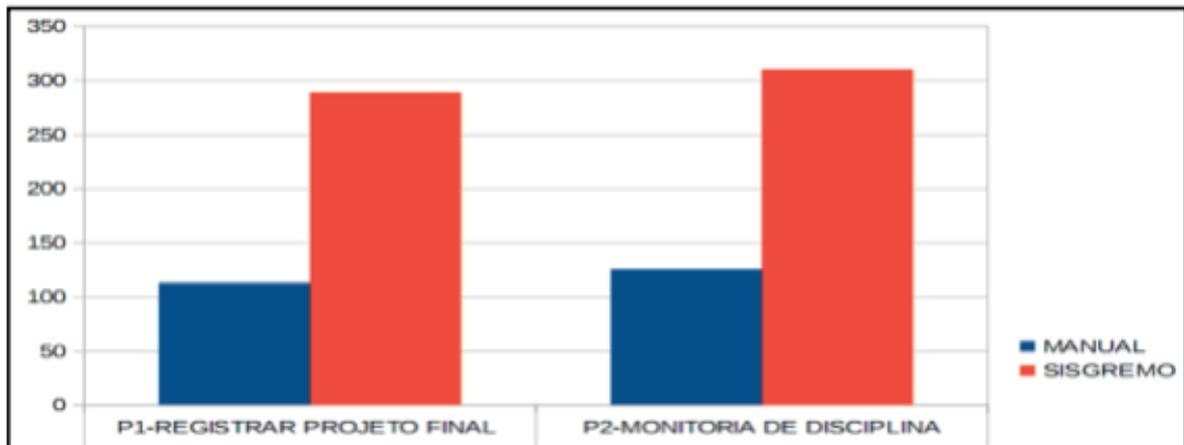


Figura 9 Comparativo entre o manual e o SISREMO

Na Figura 9 apresenta o gráfico comparativo entre os requisitos adequados de cada etapa. Nela é possível perceber um aumento excepcional de requisitos adequados pelo SISREMO, indicando que o SISREMO contribuiu para registros de requisitos adequados de acordo com a técnica REMO.

No formulário TAM os participantes tinham que responder quatro questões relacionadas à opinião sobre a percepção obtida com o uso do sistema. As respostas dos participantes tinham que estar dentro de uma escala de quatro opções: “sim em todas às vezes”; “sim em boa parte das vezes”; “não em boa parte das vezes” e “não em nenhuma das vezes”.

A segunda amostra apresenta os dados quantitativos de repostas do formulário para identificar se o SISREMO é considerado uma tecnologia aceitável. As repostas marcadas foram contabilizadas por perguntas e depois levando em consideração os três grupos: utilidade percebida, facilidade de uso e a intenção de uso.

Para o grupo de resposta em relação à percepção sobre utilidade percebida em que grau de concordância em que o SISREMO melhora o desempenho das tarefas, é possível verificar na Figura 10 que a maioria das respostas das quatro questões é “SIM EM BOA PARTE DAS VEZES” indicando que a utilização do SISREMO aumenta a desempenho em elicitar requisitos aplicando a técnica REMO (V3).

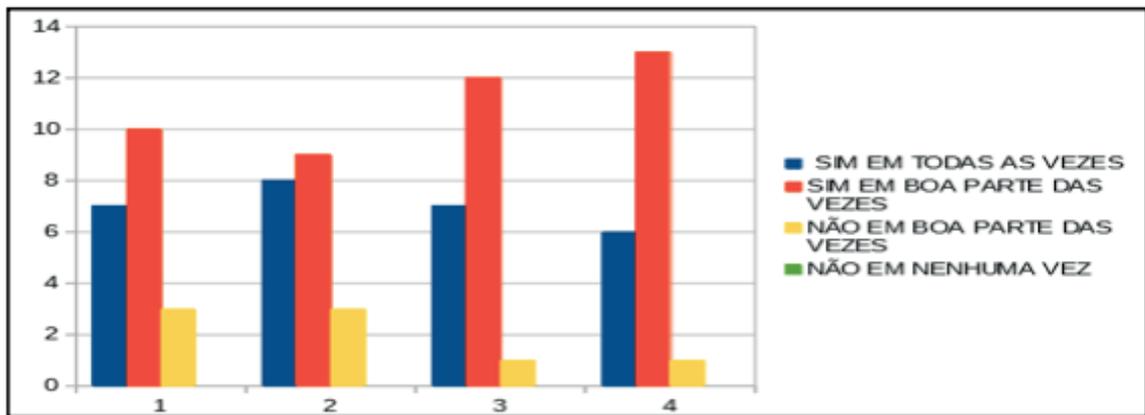


Figura 10 Contagem de resposta do grupo utilidade percebida

Para o grupo de resposta em relação à percepção sobre facilidade de uso em que grau apresenta a percepção quanto ao SISREMO em termos de facilidade de aprendizado e de operação, é possível verificar na Figura 11 que a maioria das respostas das quatro questões é “SIM EM BOA PARTE DAS VEZES” indicando que é fácil operar e manter os requisitos com o SISREMO possibilitando compreensão da aplicação da técnica REMO (V3).

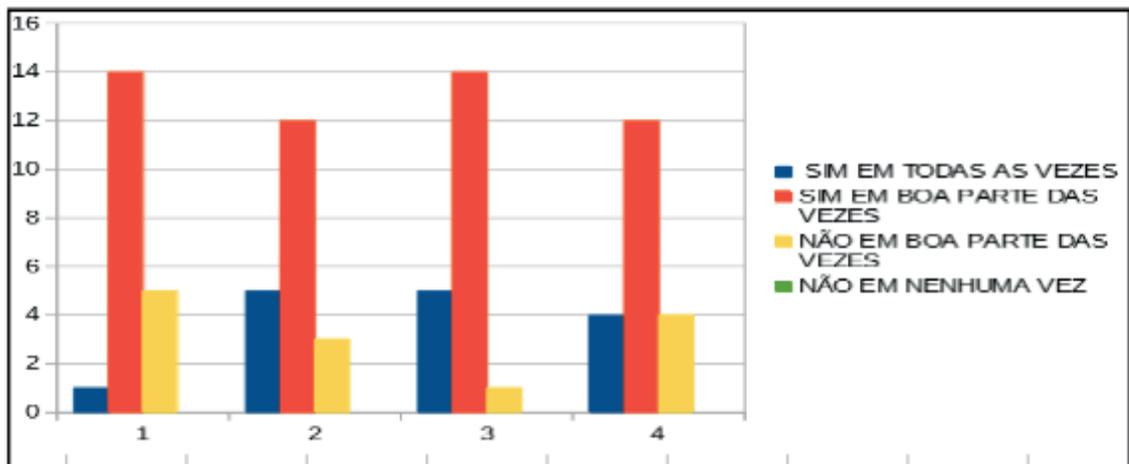


Figura 11 Contagem de resposta do grupo facilidade de uso

Para o grupo de resposta em relação à percepção sobre a intenção de uso é possível verificar na Figura 12 que a maioria das respostas das quatro questões é “SIM EM BOA PARTE DAS VEZES” indicando que os recursos de navegação estão claros e que possui uma interface agradável.

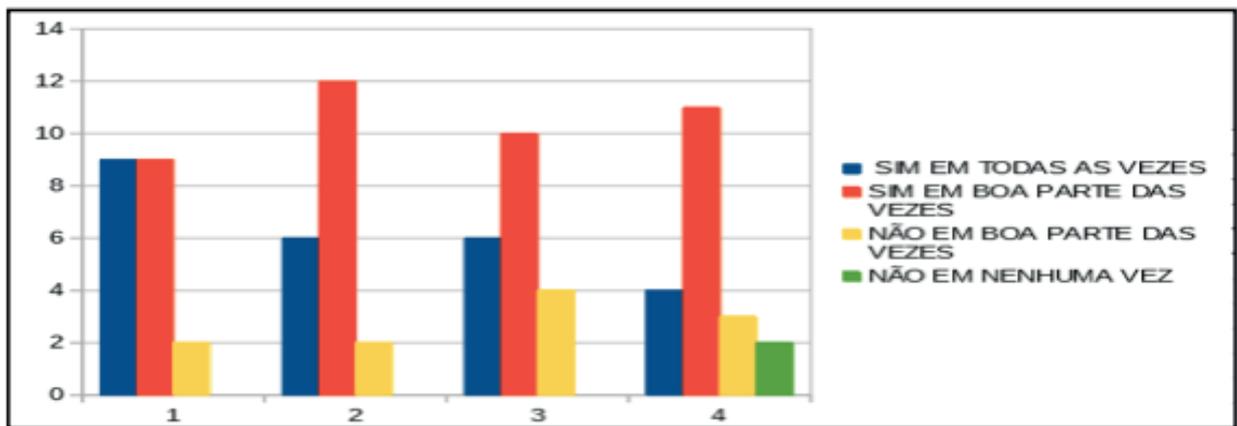


Figura 12 Contagem de resposta do grupo intenção de uso

A seguir apresenta os resultados obtidos com este trabalho, sua relação com os objetivos propostos e as oportunidades que foram deixadas para os trabalhos futuros.

5 | CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou o desenvolvimento de um sistema de informação para apoiar a aplicação da técnica REMO (v3). Importando arquivos no formato XML do padrão XPDL de modelagem de processo de negócios BPMN para o sistema gerando registros de sugestões de requisitos de acordo com o modelo de negócio.

O resultado do estudo comparativo da aplicação da técnica REMO (v3) com a utilização do sistema e sem a utilização, mostrou que o sistema contribuiu para registros de requisitos adequados ao contexto do modelo de processos de negócio. Mas com o resultado das respostas preenchidas pelos participantes, mostra que o sistema tem problemas de usabilidade, mas nada que se afaste ou prejudique o usuário a interagir com o sistema aplicando a técnica REMO (v3).

O SISREMO pode contribuir com o processo de elicitação de requisitos permitindo que os analistas de sistemas e engenheiros de requisitos, documentem os modelos e seus requisitos gerados pelo padrão XPDL. Embora os requisitos sejam registrados automaticamente o SISREMO possibilita a edição desses requisitos para que estejam mais adequados ao contexto em que o sistema do cliente será desenvolvido. Portanto, o trabalho alcançou o objetivo principal, apoiando a técnica REMO (v3) com o sistema desenvolvido, aumentando o número de registro de requisitos adequados ao contexto do modelo de processo de negócio.

Como trabalhos futuros, será utilizada uma nova base de regras para registrar requisitos mais adequados. Um estudo de usabilidade para identificar os problemas de interação do sistema para proporcionar a melhor experiência com o usuário. Um estudo de um padrão que possibilite a integração entre o SISREMO com os sistemas de gerenciamento de requisitos existentes no mercado. E importação de outros modelos,

como o modelo de atividades do UML, no SISREMO oportunizando a evolução da técnica REMO (v3).

REFERÊNCIAS

CAMPOS, André L. N. **Modelagem de processos com BPMN**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

FRANCISCO, Rosemary et al. **Traduzindo a Definição de Processo em XPDL para modelos em Redes de Petri**. XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, BA, 2009. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_109_723_12948.pdf> Acessado em: 10 abr. 2016.

PFLEEGER, S. L. (2004). **Engenharia de software: teoria e prática. Identificando Requisitos**. 2. Ed. São Paulo: Prentice Hall. Cap.4 p.111-138.

POHL, Klaus; CHRIS, Rupp. **Fundamentos da Engenharia de Requisitos – Um guia de estudo para o exame CPRE-FL Certified Professional for Requirements Engineering – Foundation Level, em conformidade com o padrão IREB**. São Paulo: T&M, 2012.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9 ed. São Paulo: Person Addison Wesley, - 2011.

VIEIRA, Sérgio Roberto Costa. **“REMO – Uma Técnica de Elicitação de Requisitos orientada pela Modelagem de Processos de Negócios”**. 2012. .129 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Programa de Pós-graduação em Informática (PPGI) – Manaus/ Amazonas, 2012.

VALLE, Rogério; OLIVEIRA, Saulo. **Análise e modelagem de processo de negócio: foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. 1. Ed. - 7. Reimpressão – São Paulo: Atlas, 2013.

WFMC, **Process Definition Interface - XML Process Definition Language**, 2012. Disponível em:< [http://www.xpdl.org/standards/xpdl-2.2/XPDL%20\(2012-08-30\).pdf](http://www.xpdl.org/standards/xpdl-2.2/XPDL%20(2012-08-30).pdf)>. Acessado em 13 mai. 2016.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL: VISUALIZAÇÃO DE DADOS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA APLICADO A MÚLTIPLOS PONTOS

Data de aceite: 07/08/2020

Data de submissão: 07/05/2020

Vania Elisabete Schneider

Instituto de Saneamento Ambiental da
Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/9940289333509769>

Odacir Deonísio Gracioli

Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/7380113794983717>

Helena Graziottin Ribeiro

Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/7373035136785578>

Adriano Gomes da Silva

Instituto de Saneamento Ambiental da
Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/9796517738655066>

Mayara Cechinatto

Instituto de Saneamento Ambiental da
Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/5601532382228058>

Taison Anderson Bortolin

Instituto de Saneamento Ambiental da
Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS)

Caxias do Sul - RS

<http://lattes.cnpq.br/4843516980586649>

RESUMO: Sistemas de Informação podem se configurar como ferramentas para apoio ao estudo e à tomada de decisões relacionadas às questões ambientais. Em conjunto com bancos de dados em formato datawarehouse, estas decisões podem estar voltadas ao âmbito histórico dos dados. O Sistema de Informação Ambiental - SIA, foi desenvolvido para armazenar e permitir a consulta de dados históricos ambientais de diversas centrais hidrelétricas instaladas na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de recursos de visualização de dados para o Índice de Qualidade da Água em múltiplos pontos da região.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água, Bacia Hidrográfica, Sistema de Informação Ambiental.

ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM:
VISUALIZATION OF WATER QUALITY INDEX
DATA APPLIED TO MULTIPLE POINTS

ABSTRACT: Information Systems may be configured as tools to support the study and decision making related to environmental issues. Together with databases in a data warehouse format, these decisions may be geared towards the historical scope of the data. The Environmental Information System - SIA,

was developed to store and allow queries of environmental historical data from the Taquari-Antas Hydrographic Basin, in which are installed several hydroelectric plants. This paper presents the development of data visualization capabilities for the Water Quality Index at multiple points in the region.

KEYWORDS: Water Quality, Hydrographic Basin, Environmental Information System.

1 | INTRODUÇÃO

Informações sobre o meio ambiente tornaram-se mais necessárias e detalhadas na medida em que a sua preservação foi adquirindo importância como política pública ao redor do mundo (GUNTHER, 1997). Dentre os requerentes desse tipo de informação estão as empresas que precisam reportar o seu impacto ambiental aos órgãos de fiscalização. As Tecnologias da Informação (TI) se apresentam como grandes aliadas no armazenamento de dados históricos e no processo de tomada de decisão, uma vez que a informação precisa estar disponível para o gestor em grande escala e de forma condensada (O'BRIAN e MARAKAS, 2007).

Para atender as necessidades de armazenamento histórico, consultas considerando diferentes granularidades e exposição aos órgãos de fiscalização de informações ambientais coletadas ao longo de anos por empreendimentos hidrelétricos instalados na Bacia Taquari-Antas, localizada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, foi desenvolvido o Sistema de Informações Ambientais – SIA. Os dados utilizados pelo SIA são pertinentes à qualidade da água, ao clima e à fauna da região. Para permitir o armazenamento temporal e processamento analítico, esses dados estão armazenados em um Data Warehouse (DW), um banco de dados que armazena conjuntos de dados históricos de longos períodos para que estes possam ser processados e disponibilizados à gerência com diferentes níveis de detalhe para fornecer indicadores para análise (ELMASRI e NAVATHE, 2018), com uma subdivisão em datamarts (KIMBALL e ROSS, 2013) separados pelos domínios dos módulos, compartilhando da mesma dimensão tempo. Para tornar mais simples a compreensão dos dados, algo de suma importância para a ciência dos dados e suporte à tomada de decisão (CAO, 2017), (MOORE, 2017), (BIKAKIS, 2018), são utilizados elementos de visualização das informações como relatórios, tabelas, gráficos e um webmapa, para a produção de indicadores, análises estatísticas, consultas a índices e comparações com determinadas legislações ambientais, permitindo a seleção de diferentes filtros de consulta, como agrupamento por regiões e período.

Dentre os índices presentes no sistema está o Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual possui o objetivo de avaliar a qualidade da água bruta para sua disponibilização para o abastecimento público após o tratamento (VON SPERLING, 2007). Seus parâmetros são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2018).

Utilizando os dados históricos de monitoramento de qualidade da água armazenados no DW do SIA, este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de recursos para a visualização agrupada do IQA de diferentes pontos de monitoramento presentes no módulo de qualidade da água. A necessidade de se desenvolver uma ferramenta através da qual o IQA possa ser estudado de forma agrupada e em diferentes pontos da bacia se deve à importância da visualização de dados de indicadores em modo comparativo para a tomada de decisões.

2 | METODOLOGIA

O SIA é uma aplicação acessível pela web e utiliza a estrutura cliente-servidor (SOMMERVILLE, 2011). No lado servidor o desenvolvimento foi na linguagem PHP. No lado cliente são utilizadas as linguagens HTML, CSS e de programação Javascript para processar as requisições e enviar dados ao lado servidor. Algumas bibliotecas do Javascript são utilizadas para visualização de dados, como C3.js, para gráficos gerados dinamicamente, e JQGrid, para a tabela com dados provenientes das consultas sobre o IQA dos pontos.

O armazenamento de dados do sistema é no lado servidor, com a utilização do SGBD PostgreSQL. A estrutura do banco segue o padrão de um DW floco de neve (KIMBALL, 2013), com vistas a eventualmente permitir a consulta utilizando diferentes granularidades sobre a dimensão de tempo. Seus domínios estão subdivididos em datamarts para água, clima e fauna, com diversas tabelas fato e dimensão para cada domínio. Para este trabalho a tabela fato utilizada foi a de medições de qualidade da água, com registros datando do ano 2000 até 2019. Nela estão dispostas colunas de informação temporal (data da coleta, data de inserção e data de análise), campos pertinentes aos valores, limites destes valores e campos relacionados a tabelas dimensão pertinentes ao ponto de coleta, qual parâmetro foi coletado, qual o método de análise e qual o de coleta, além do laboratório responsável.

O processamento destes dados e o cálculo do IQA ocorre no lado servidor a cada consulta, em vistas do número de pontos de monitoramento de água presentes no sistema e na existência de campanhas de monitoramento contínuas, sendo esta uma funcionalidade implementada após a estruturação do SIA e do DW. Após isto, os resultados são fornecidos ao gráfico gerado com a biblioteca C3.js e ocorre seu envio ao lado cliente, junto da tabela de consulta, utilizando os mesmos dados que serão dispostos no gráfico.

3 | RESULTADOS

A ferramenta desenvolvida, intitulada IQA Multipontos, é constituída inicialmente de uma tabela de seleção de pontos (Figura 1), alimentada com dados dos pontos pertinentes ao módulo de água do SIA por meio de uma consulta ao DW. O usuário pode selecionar os pontos por meio da opção de seleção automática, utilizando os parâmetros especificados em cada uma das duas caixas de seleção, escolhendo um ponto pertencente a um recurso hídrico, município, sub-bacia ou empreendimento de sua escolha, com vistas a permitir diferentes granularidades de consulta. Esta seleção passa por um processamento em Javascript, no lado cliente, e então é feita uma requisição ao lado servidor, onde uma classe controladora em PHP solicita ao DW os dados necessários e retorna-os ao lado cliente, onde alimentam uma tabela. Neste caso, ocorre na consulta a verificação no banco se as coordenadas de localização do ponto estão contidas nos pontos geográficos que formam o polígono do ponto escolhido no DW. Além disso, o usuário pode selecionar manualmente os pontos desejados.

Escolha de pontos

Seleção automática de pontos

Todos os pontos que pertençam **ao mesmo recurso hídrico** Qual: **Arrolo Belo** 5 Pontos selecionados.

Seleção manual de pontos

<input type="checkbox"/> Prata 8	<input type="checkbox"/> Prata 9	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 1	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 10	<input checked="" type="checkbox"/> QUAL-UCS 11
<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 12	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 13	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 14	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 15	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 2
<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 3	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 4	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 5	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 6	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 7
<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 8	<input type="checkbox"/> QUAL-UCS 9	<input checked="" type="checkbox"/> RHC Belo 1	<input checked="" type="checkbox"/> RHC Belo 2	<input checked="" type="checkbox"/> RHC Belo 3
<input checked="" type="checkbox"/> RHC Belo 4	<input type="checkbox"/> RHC Faxinal 1	<input type="checkbox"/> RHC Faxinal 2	<input type="checkbox"/> RHC Faxinal 3	<input type="checkbox"/> RHC Maestra 1
<input type="checkbox"/> RHC Maestra 2	<input type="checkbox"/> RHC Piaí 1	<input type="checkbox"/> RHC Piaí 2	<input type="checkbox"/> RHC Piaí 3	<input type="checkbox"/> RHC Piaí 4
<input type="checkbox"/> RHC Piaí 5	<input type="checkbox"/> RHC Pinhal 1	<input type="checkbox"/> RHC Pinhal 2	<input type="checkbox"/> RHC Pinhal 3	<input type="checkbox"/> RHC Pinhal 4
<input type="checkbox"/> RHC Tega 1	<input type="checkbox"/> RHC Tega 10	<input type="checkbox"/> RHC Tega 11	<input type="checkbox"/> RHC Tega 12	<input type="checkbox"/> RHC Tega 2
<input type="checkbox"/> RHC Tega 3	<input type="checkbox"/> RHC Tega 4	<input type="checkbox"/> RHC Tega 5	<input type="checkbox"/> RHC Tega 6	<input type="checkbox"/> RHC Tega 7
<input type="checkbox"/> RHC Tega 8	<input type="checkbox"/> RHC Tega 9	<input type="checkbox"/> SCAI 1	<input type="checkbox"/> SCAI 2	<input type="checkbox"/> SCAI 2 10m

Limpar Enviar

Figura 1. Tabela de seleção de pontos.

Após o envio da consulta, são gerados os componentes de visualização dos resultados (Figura 2). Para esta geração ocorre a aplicação do cálculo do IQA sobre os pontos solicitados, com dados provenientes do DW. O gráfico apresenta historicamente o resultado deste cálculo para os diferentes pontos de amostragem selecionados, ou seja, para cada ponto de amostragem é gerado uma linha no gráfico, onde cada ponto sobre ela é uma coleta com um valor de IQA calculado, em função do tempo, disposto no eixo X. Ao posicionar o mouse sobre um determinado ponto no gráfico, é possível visualizar essas informações para a coleta selecionada e para as outras realizadas na mesma data. Vale destacar que os pontos de amostragem variam quanto a quantidade e periodicidade das coletas.

As diferentes faixas de cores presentes atrás do gráfico enquadram cada IQA calculado em uma classificação dos recursos hídricos de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA 357 a partir dos valores dos parâmetros de qualidade da água. A tabela gerada, apresentada na Figura 2, é uma outra forma de exibição dos dados históricos presentes no gráfico. Nela o usuário pode visualizar o IQA calculado para cada campanha de monitoramento presente no gráfico, com o mesmo padrão de cores aplicado sobre o gráfico.



Figura 2. Componentes de visualização dos resultados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A funcionalidade desenvolvida permite ao usuário a visualização agrupada do IQA em múltiplos pontos. Desta forma, foi facilitada a comparação da qualidade da água em diferentes pontos da Bacia Hidrográfica. Essa vantagem diminui o tempo de trabalho do gestor ou pesquisador que busca utilizar dessas informações em suas pesquisas e estudos relacionados ao meio ambiente da região, aumentando a eficiência do SIA como ferramenta de apoio a gestão ambiental e a geração de conhecimento. Futuramente, pretende-se inserir à funcionalidade um filtro de consulta temporal, no qual o usuário poderá definir a data de início e fim do período para o qual deseja gerar o gráfico. Além disso, pretende-se acrescentar a visualização em múltiplos pontos para outros índices presentes no SIA.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos as empresas Brookfield, Ceran, Certel e Hidrotérmica pelo fomento ao contínuo desenvolvimento do SIA e pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.asp>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- BIKAKIS, N. Big Data Visualization Tools. **Encyclopedia of Big Data Technologies**, 2018. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1801.08336.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2019.
- GÜNTHER, O. Environmental information systems. **Acm Sigmod Record**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.3-4, mar. 1997.
- KIMBALL, R. e ROSS, M. The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. **John Wiley & Sons**, [s.l.], 3. ed., 2013. 564 p.
- VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
- O'BRIEN, J. A. e MARAKAS, G. M. Management Information Systems. **Dias Technology Review**, [s.l.], v. 4, n. 2, p.102-112, out. 2008.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- ELMASRI, R. e NAVATHE, S.B. **Sistemas de Bancos de Dados**. São Paulo: Pearson Education do Brasil , 2018.
- CAO, L. Data science: challenges and directions. **Communications Of The Acm**, [s.l.], v. 60, n. 8, p.59-68, ago. 2017.
- MOORE, J. Data Visualization in Support of Executive Decision Making. **Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management**, [s.l.], v. 12, p.125-138, 2017.

TÉCNICAS PARA SEGURANÇA EM APLICAÇÕES WEB - BASEADO EM MESSAGE-DIGEST ALGORITHM

Data de aceite: 07/08/2020

Data de submissão: 30/04/2020

Daniel Rodrigues Ferraz Izario

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9174775045358016>

Yuzo Iano

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Campinas - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1819902045004845>

João Luiz Brancalhone Filho

Instituto Nacional de Telecomunicações - Inatel
Santa Rita do Sapucaí - Minas Gerais
<https://orcid.org/0000-0001-9086-3915>

Karine Mendes Siqueira Rodrigues Ferraz Izario

Faculdade Anhanguera - Anhanguera
Indaiatuba - São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-9848-7029>

RESUMO: Este artigo aborda técnicas para segurança em aplicações web, juntamente com um processamento computacional e cálculos matemáticos, para permitir que um sistema seja seguro de possíveis ataques cibernéticos. O algoritmo proporciona aos órgãos públicos ou desenvolvedores de website, ter uma ferramenta capaz de deixar o sistema seguro e livre de invasores, mantendo em tempo real

a segurança de dados e requisições. Todas as aplicações inerentes da ferramenta favorecem a área de criptografia, internet e de algoritmos de segurança, além de proporcionar uma melhor confiabilidade de todo o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Ataques Cibernéticos, Dispersão Criptográfica, *Message-Digest Algorithm*, Segurança Web.

TECHNIQUES FOR SECURITY IN WEB APPLICATIONS - BASED ON MESSAGE-DIGEST ALGORITHM

ABSTRACT: This article covers techniques for securing web applications, along with computational processing and mathematical calculations, to allow a system to be safe from possible cyber-attacks. The algorithm provides public agencies or website developers with a tool capable of making the system safe and free from intruders, maintaining the security of data and requests in real time. All inherent applications of the tool favor the area of cryptography, internet and security algorithms, in addition to providing better reliability of the entire process.

KEYWORDS: Cyber-Attacks, Cryptographic Scattering, Message-Digest Algorithm, Web Security.

1 | INTRODUÇÃO

Todo e qualquer sistema que envolva segurança sempre atrai preocupações para pessoas em geral, mas principalmente órgãos públicos que precisam manter dados em sigilos ou informações importantes que sejam atualizadas em tempo real.

O Ministério do Planejamento do Brasil vem fomentando o desenvolvimento de aplicações web em parceria com empresas privadas, para a criação de sistemas de gestão de município, o qual é composto pelos módulos de Educação, Saúde, Financeiro, Patrimonial, Gestor, Cidadão, Recursos Humanos, *Business Intelligence* e Geoprocessamento. Em quase todos os módulos citados, existirá informações cruciais e sigilosas para manter toda a sociedade em perfeito funcionamento, sendo assim, é de suma importância aplicar junto a base do desenvolvimento do código fonte do sistema a técnica criada e apresentada no próximo tópico.

Em conjunto as diversas formas de segurança, é importante também se fazer uso da criptografia, que é o ato de codificar os dados, para que pessoas não consigam ter acesso às informações que foram cifradas (Rodarte, 2017).

Outro fato essencial, é que seja em casa, nas ruas ou no trabalho, sistemas ou aplicações com câmeras de segurança, como citado no artigo: “*Digital image processing with data storage for security applications*” (Izario, 2017), precisam também se manter seguros para não serem hackeadas e invadidas por pessoas indesejadas, então é sempre aconselhável instalar barreiras para proteger esse acesso.

2 | METODOLOGIA

A aplicação criada para efetuar os testes de forma online em um website, foi desenvolvida utilizando a linguagem de marcação HTML (*HyperText Markup Language*) (Keith, 2016) e a de programação *javascript* (Flanagan, 2011). O algoritmo criado, tendo como base a técnica “*message-digest algorithm 5*”, pode ser aplicado a qualquer sistema que faz uso das linguagens: HTML, pascal, PHP (*Hypertext Preprocessor*), *python*, SQL (*Structured Query Language*) e *javascript*.

O “*message-digest algorithm 5*” (Black, 2006) ou MD5 como é abreviada, é considerada uma dispersão criptográfica de 128 *bits* unidirecional (não pode ser transformado novamente no texto de origem) desenvolvido pela RSA Data Security, Inc. Como qualquer outra técnica usada em sistemas de criptografia, a matemática está presente em todo o algoritmo. Os especialistas estimam que para alguém conseguir quebrar uma criptografia, usando chaves de 64 bits na base da tentativa e erro, levaria cerca de 100.000 anos com um computador comum, como a MD5 que utiliza 128 *bits* e pode se considerar um dos modelos mais seguros atualmente disponível no mercado.

A técnica desenvolvida utiliza o MD5, mas junto desse sistema de dispersão

criptográfica, existe uma identificação automática de modelos pré-selecionados de ataques cibernéticos, efetuando uma análise minuciosa dos dados de entrada, de informações fornecidas, requisições feitas a aplicações de banco de dados, entre outras formas. Todo o processo pode ser visualizado no diagrama representativo da FIGURA 1. O algoritmo criado é organizado por seis módulos, cada um deles é responsável em manter a segurança do *website*, corrigindo os problemas ou ameaças causadas pelo possível padrão de ataque, como é explicado na listagem abaixo.

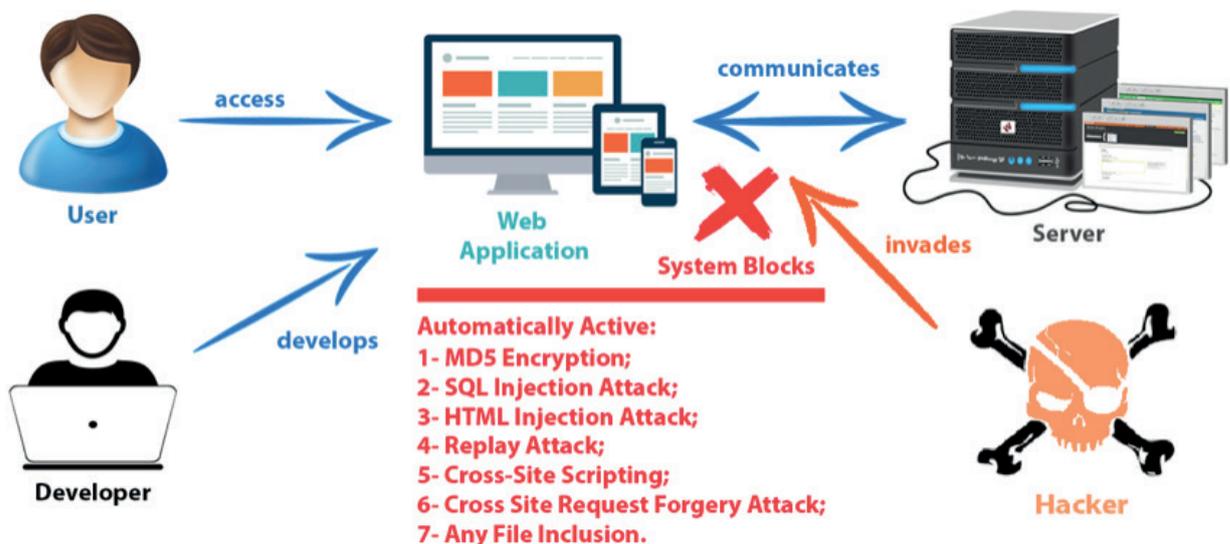


Figura 1: Diagrama explicativo da técnica desenvolvida.

A. SQL Injection Attack

O modelo de ataque cibernético *SQL Injection* (Voitovych, 2016) é uma técnica baseada na manipulação do código SQL, linguagem utilizada para troca de informações entre aplicativos e bancos de dados relacionais. Por exemplo, os comandos SQL são adicionados nos formulários web, página de login ou sistemas de autenticação, como apresentado na FIGURA 2.

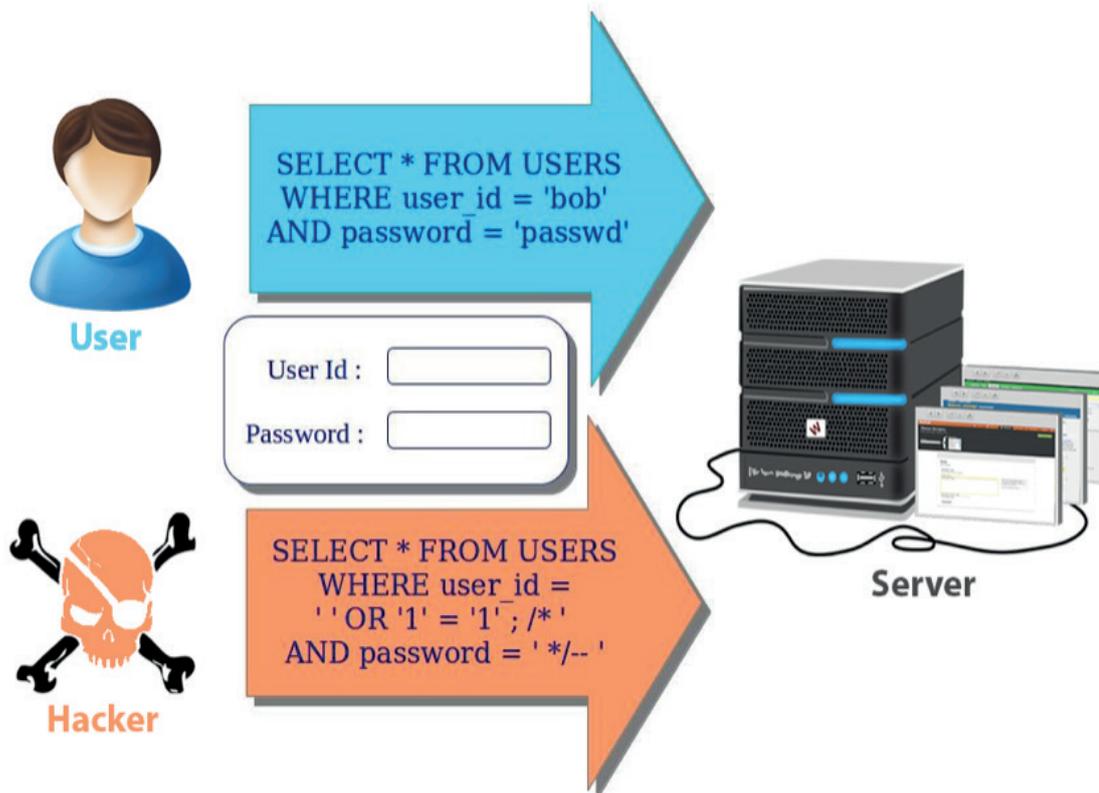


Figura 2: Exemplo de SQL Injection Attack.

Baseado na FIGURA 2, quando o User Id e o Password são digitados e armazenados no banco de dados, o servidor executa a consulta SQL:

```
SELECT * FROM USERS WHERE user_id = 'bob'
AND password = 'passwd'
```

Como o *user_id* e o *password* são considerados entrada a partir do utilizador do sistema, o *hacker* insere "OR '1' = '1'", na situação, se os cuidados adequados não forem tomados ao escrever o código, o servidor irá executar a seguinte consulta:

```
SELECT * FROM USERS WHERE user_id = ""
OR '1' = '1'; /*' AND password = '*/--'
```

Como resultado, os dados salvos de todos os usuários serão revelados.

B. HTML INJECTION ATTACK

O modelo de ataque cibernético *HTML Injection* (Shema, 2017) é uma técnica, na qual o *hacker* se aproveita da vulnerabilidade do *website* e adiciona seus próprios conteúdo HTML, fazendo com que o usuário forneça informações confidenciais.

Em uma página web que hospeda um sistema de fórum, por exemplo, usuários criam posts, cada um contém título e descrição, como apresentado no trecho de código abaixo:

```
<form action = "/posts" method = "post">
<input type = "text" name = "titulo">
<textarea name = "desc"></textarea>
</form>
```

Do lado do servidor, o post é salvo no banco de dados da seguinte forma:

```
@Post("/posts")
public void salva(String titulo, String desc)
{
    postDAO.salva(new Post(titulo, desc);
}
```

Depois é feita a visualização do post para outros usuários, utilizando JSP (*JavaServer Pages*):

```
<h1>${post.titulo}</h1>
<div>${post.desc}</div>
```

Se o usuário que criou o post colocar na descrição qualquer texto contendo código HTML como:

```
<script>alert("olá");</script>
```

Esse simples trecho de código seria executado no navegador de todos os visitantes, possibilitando ataques cibernéticos.

C. REPLAY ATTACK

Um *Replay Attack* (Malladi, 2002) é um modelo de ataque em que o hacker repete ou retarda uma transmissão válida e retransmite. Usando essa abordagem, ele pode se auto autenticar a um sistema não autorizado, como apresentado na FIGURA 3.

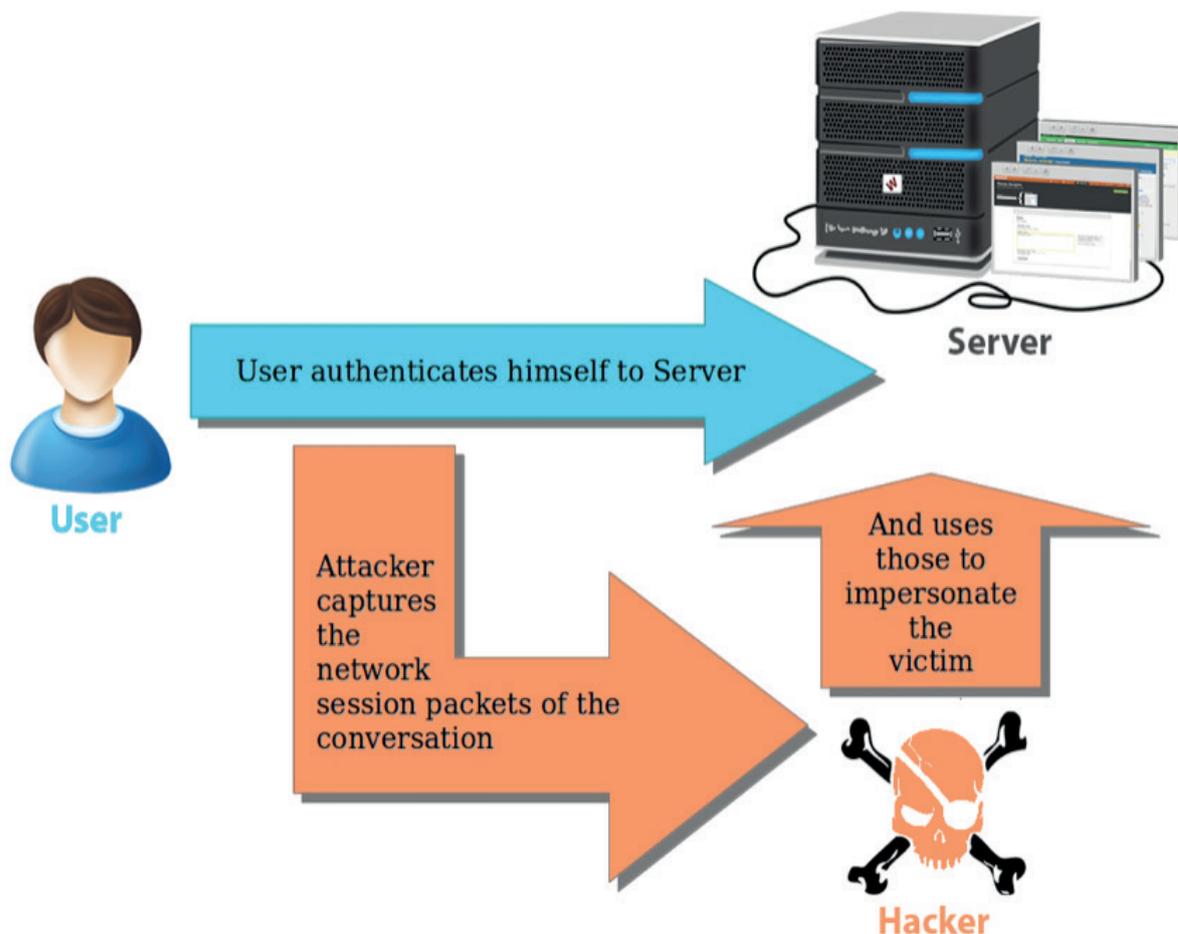


Figura 3: Exemplo de Replay Attack.

D. CROSS-SITE SCRIPTING

O modelo *Cross-Site Scripting* (Kumar, 2014) é uma vulnerabilidade, que permite inserir códigos *javascript*, *VBScript*, *activeX* e *flash* maliciosos no navegador do usuário, parecendo parte do site e imperceptível para a vítima, permitindo o acesso nas informações confidenciais dos *cookies*. Esse ataque pode ser classificado em 3 categorias:

1. Reflected (non-persistent): esta falha aparece quando os dados fornecidos por um cliente web, mais comumente em parâmetros de consulta HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) ou envios de formulários HTML, são imediatamente utilizados pelos scripts do lado do servidor para analisar e exibir uma página de resultados de e para o usuário, sem a limpeza adequada do pedido.

2. Persistent: ocorre quando os dados fornecidos pelo atacante são salvos pelo servidor e, em seguida, exibidos em páginas “normais” retornadas para outros usuários no curso de uma navegação normal, sem HTML adequada.

3. Server-side versus DOM-based vulnerabilities: o dado de entrada do usuário seria enviado para o servidor e, em seguida, enviado de volta para o usuário como

página web.

Em JAVA, um exemplo com caracteres especiais executando a validação do sistema:

```
public static String HTML Encode(String s) {
    StringBuffer out = new StringBuffer();
    for (int i = 0; i < s.length(); i++) {
        char c = s.charAt(i);
        if(c=="'" || c=="&" || c=="<" || c==">")
            out.append("&#" + (int) c + ";");
        else out.append(c);
    }
    return out.toString();
}
```

E. CROSS SITE REQUEST FORGERY ATTACK

O modelo *Cross Site Request Forgery Attack* (Acunetix, 2017) é uma vulnerabilidade, no qual comandos não autorizados são transmitidos através de um utilizador em quem o website confia, como apresentado na FIGURA 4.

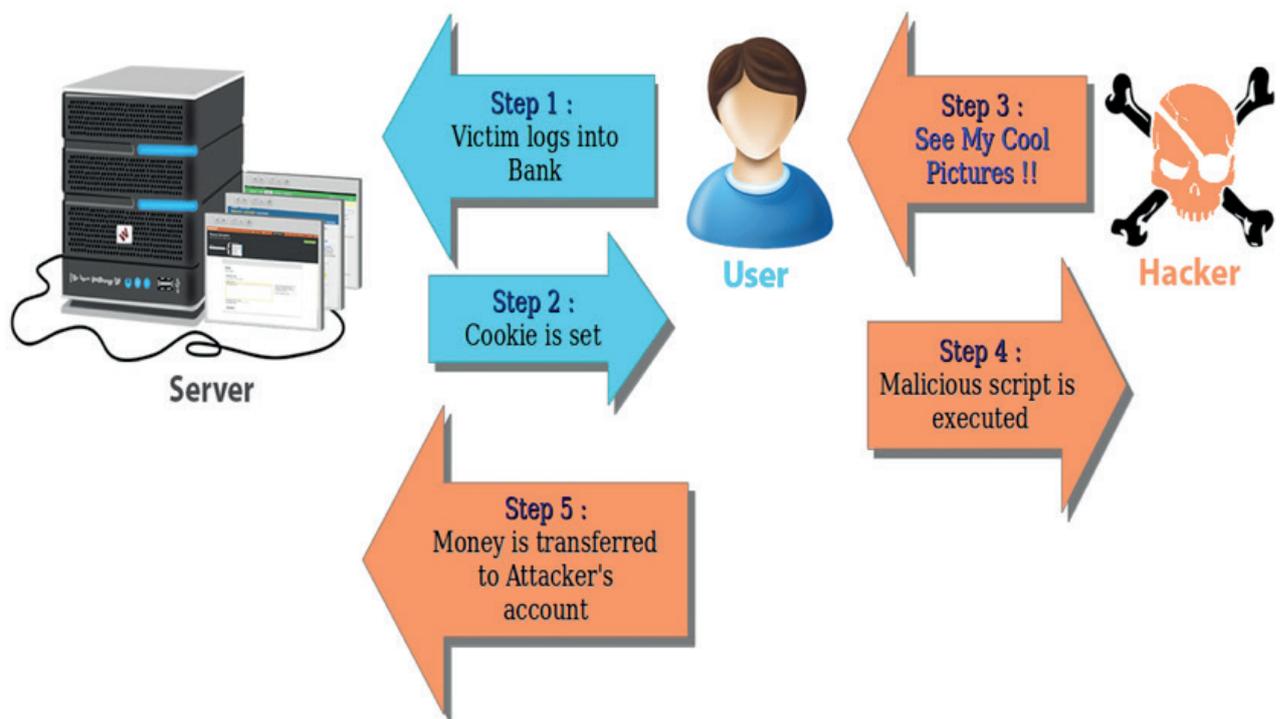


Figura 4: Exemplo de Cross-Site Request Forgery Attack.

Baseado na FIGURA 4, o hacker quer acessar o cookie e enganar o usuário para transferir dinheiro para sua conta bancária com o pedido HTTP:

```
http://bank.com/transfer.do?  
    acct=hacker&amount=10000
```

O *hacker* envia um e-mail para o usuário com esse *link* de uma página *web* em uma simples imagem:

```
<a href="http://bank.com/transfer.do?acct=  
    hacker&amount=10000">Pictures</a>
```

Quando o usuário clica no link, enquanto está autenticado ao site bancário, a ação será executada.

F. ANY FILE INCLUSION

O modelo *Any File Inclusion* (Jingling, 2015) é uma vulnerabilidade, que permite o *hacker* inserir um arquivo qualquer em uma URL (*Uniform Resource Locator*) do website acessado ou em um servidor remoto, estes arquivos podem carregar e executar comandos maliciosos que permitem ter acesso a senhas de serviços ou de usuários, roubo de dados confidenciais, entre outros.

Considerando o PHP *script*:

```
<?php  
    if ( isset( $_GET['language'] ) ) {  
        include( $_GET['language'] . '.php' );  
    }  
?>  
  
<form method = "get">  
    <select name = "language">  
        <option value = "eng">English</option>  
        <option value = "fre">French</option>  
        ...  
    </select>  
    <input type="submit">  
</form>
```

O desenvolvedor pretende que o usuário selecione entre o idioma *english* ou *french*, que irá alterar o comportamento do aplicativo para exibir a linguagem de escolha. Mas é possível injetar outro caminho usando o parâmetro *language* da linguagem PHP.

A linha de código injeta um arquivo hospedado remotamente contendo um código malicioso:

```
/vulnerable.php?language =  
http://evil.example.com/webshell.txt?
```

A linha de código executa um algoritmo de um arquivo carregado:

```
/vulnerable.php?language =  
C:\\ftp\\upload\\exploit
```

A linha de código permite que um hacker leia o conteúdo do arquivo *passwd* em um UNIX, que é um sistema operativo portátil.

```
/vulnerable.php?language =  
../../../../etc/passwd%00
```

3 | RESULTADOS

Depois de realizada todas as implementações citadas anteriormente, foram efetuados vários testes para provar que o algoritmo da nova técnica desenvolvida é adequado para implementação nos *websites*.

O primeiro teste realizado é para medir o tempo que o algoritmo leva para identificar o tipo de ameaça que está tentando invadir o sistema. Para isso, a aplicação criada foi inserida em um servidor de teste e, com origem em outro computador, foi efetuado os ataques cibernéticos pela rede. Os seis módulos foram testados de diferentes maneiras, levando alguns segundos para identificação do problema, como apresentado na FIGURA 5.

Testing: Identifying Threats

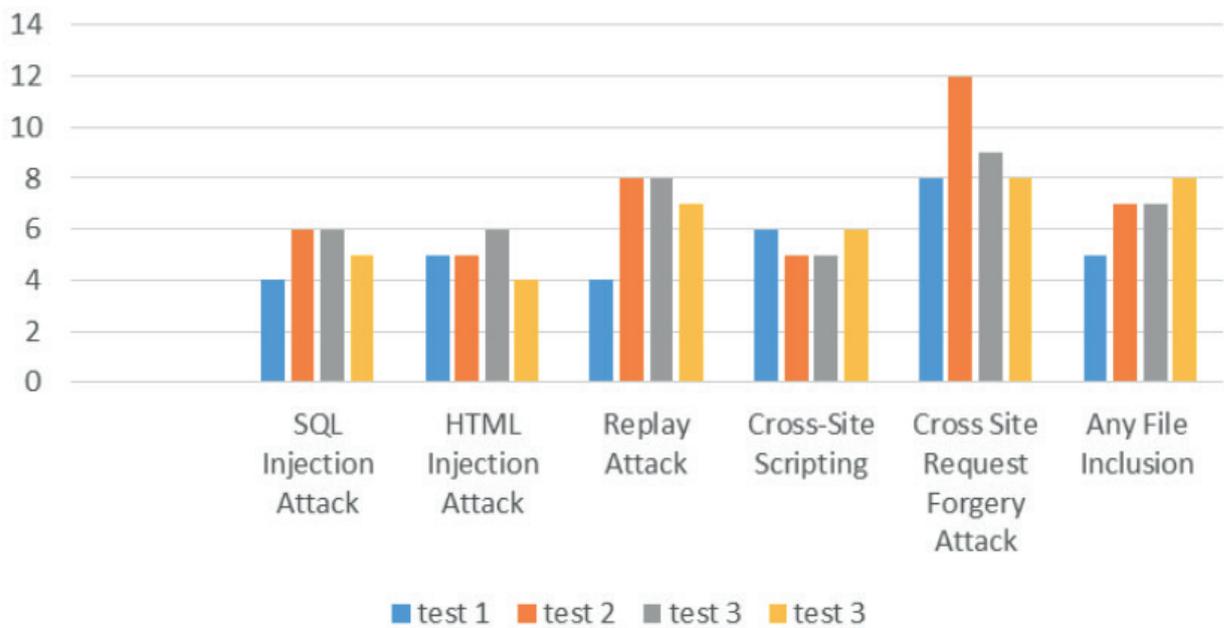


Figura 5: Gráfico de visualização dos modelos implementados em testes.

O segundo teste realizado, é para analisar o *message-digest algorithm 5* implementado junto ao sistema. Primeiro foi feito um levantamento em modelos de formulários existentes no mercado, que tenha código aberto para executar os testes. Ao todo foram 18 formulários testados, 16 sem nenhum sistema de segurança e 2 com sistemas em *javascript* aplicados, o problema é que esses últimos, em aproximadamente 3 horas, os dados foram revelados por tentativa e erro. Aplicando a nova técnica nas mesmas páginas web testadas anteriormente, usando um computador com processador *Intel® Core™ i7-7700*, o sistema invasor não conseguiu descobrir nenhum dado cadastrado no servidor, em todas as vezes a defesa criada pela nova técnica acusou o ataque e bloqueou o acesso.

4 | CONCLUSÃO

A sofisticação dos ataques vem aumentando, principalmente em websites dos setores públicos da sociedade. Neste cenário é imprescindível ter técnicas de segurança nas aplicações desenvolvidas, mantendo todo o sistema protegido. Para isso, a utilização da técnica desenvolvida e explicada no presente artigo, baseado em *message-digest algorithm* para aplicações web que fazem uso de linguagens HTML, pascal, PHP, *python*, SQL e *javascript*, garantindo uma excelente segurança e confiabilidade nas informações fornecidas.

No futuro será possível aplicar a técnica em outras linguagens com todo o conjunto de algoritmos específicos desenvolvidos e disponibilizados de forma online e pública,

para que os desenvolvedores de *websites* possam estudar esse novo algoritmo e inserir em suas criações. Fazendo com que qualquer input do usuário seja sanitizado antes de qualquer criação *web*, isso significa passar filtros específicos para remover tags potencialmente perigosas.

REFERÊNCIAS

- A. Kumar; K. Reddy, **Constructing secure web applications with proper data validations**, *IEEE International Conference on Recent Advances and Innovations in Engeneering, ICCRAIE Jaipur, Índia*, 2014.
- C. Rodarte, **Criptografia MD5: Entre no mundo da criptografia, conheça os usos desta técnica e saiba como proteger seus dados utilizando a Criptografia MD5**, DEVMEDIA. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/criptografia-md5/2944>>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.
- D. Flanagan, **JavaScript: The Definitive Guide**, 6th ed., O'Reilly Media, 2011.
- D. Izario; B. Izario; D. Castro; Y. Iano, **Digital image processing with data storage for security applications**, *Brazilian Technology Symposium, BTSym Campinas, Brasil*, 2017.
- J. Black; M. Cochran; T. Highland, **A Study of the MD5 Attacks: Insights and Improvements**, *International Workshop on Fast Software Encryption, FSE Graz, Austria*, 2006.
- J. Keith; R. Andrew, **HTML5 for Web Designers**, 2nd ed., A Book Apart, 2016.
- M. Shema, **HTML Injection, Deadliest Web Attacks**. Disponível em: <<https://deadliestwebattacks.com/html-injection-quick-reference/>>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.
- O. P. Voitovych; O. S. Yuvkovetskyi; L. M. Kupershtein, **SQL Injection Prevention System**, *International Conference Radio Electronics & InfoCommunications, UkrMiCo Kiev, Ukraine*, 2016.
- S. Malladi; J. A. Foss; R. B. Heckendorn, **On Preventing Replay Attacks on Security Protocols**, *Center for Secure and Dependable Systems Department of Computer Science, University of Idaho*, 2002.
- Acunetix, **CSRF Attacks, XSRF or Sea-Surf, Integrated Vulnerability Management Prioritise & Manage security threats**. Disponível em: <<https://www.acunetix.com/websitesecurity/csrf-attacks/>>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.
- Z. Jingling; G. Rulin, **A New Framework of Security Vulnerabilities Detection in PHP Web Application**, *9th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, IMIS Blumenau, Brasil*, 2015.

UMA PROPOSTA INOVADORA UTILIZANDO BLOCKCHAIN PARA A GESTÃO FINANCEIRA EM OBRAS PÚBLICAS, TENDO COMO BASE O SISTEMA BRASILEIRO

Data de aceite: 01/07/2020

Ricardo Silva Parente

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9725512588492306>

Ítalo Rodrigo Soares Silva

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4067572648225204>

Paulo Oliveira Siqueira Júnior

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3532486918877548>

Jorge de Almeida Brito Júnior

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3423176906589920>

Manoel Henrique Reis Nascimento

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0850846128967798>

David Barbosa de Alencar

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4890967546423188>

Jandecy Cabral Leite

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7279183940171317>

Paulo Francisco da Silva Ribeiro

Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da
Amazônia – ITEGAM - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0090613918945313>

RESUMO: O mal investimento de verbas em obras públicas em diversos setores no Brasil se torna mais eminente, devido à grande concentração de tecnologias e novas metodologias, analisar formas de prever um bom planejamento varia de estado para estado onde a legislação corrente amplifica a má gestão, prejudicando os indivíduos da sociedade diretamente. Tendo isto em vista este artigo propõe uma metodologia/sistema que possa aumentar a confiança dos dados na entrada e saída do dinheiro público com uma rede blockchain e dessa forma permitir o espelho das receitas e despesas realizadas em obras públicas, além de ter objetivos específicos como obter mais transparência, confiabilidade e aumento de fiscalização. Uma metodologia baseada em blockchain para ajudar no setor de administração pública é complexa, porém a sociedade necessita de mecanismos tecnológicos de proteção mais transparentes e confiáveis que trabalhe juntamente com a administração pública, e esta tecnologia traz exatamente isto.

PALAVRAS-CHAVE: Blockchain; Administração pública; Corrupção; Inovação tecnológica.

AN INNOVATIVE PROPOSAL USING BLOCKCHAIN FOR FINANCIAL MANAGEMENT IN PUBLIC WORKS, BASED ON THE BRAZILIAN SYSTEM

ABSTRACT: The poor investment of funds in public works in different sectors in Brazil becomes more eminent, due to the great concentration of technologies and new methodologies, analyzing ways to predict good planning varies from state to state where current legislation amplifies mismanagement, directly harming individuals in society. In view of this, this article proposes a methodology / system that can increase the confidence of data in the inflow and outflow of public money with a blockchain network and thus allow the mirror of the revenues and expenses made in public works, in addition to having specific objectives such as obtain more transparency, reliability and increased inspection. A blockchain-based methodology to help the public administration sector is complex, but society needs more transparent and reliable technological protection mechanisms that work together with public administration, and this technology does just that.

KEYWORDS: Blockchain; Public administration; Corruption; Technologic innovation.

1 | INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a grande temática que diversos pesquisadores investem é a tecnologia da informação, trazendo como base principal o compartilhamento de forma fácil de grandes massas de dados, partindo desse princípio existem os que manipulam dados que pode ocorrer de forma expressiva quando divulgada em público. Um grande exemplo é o portal da transparência que é uma plataforma pública fornecido em muitos estados para divulgar a movimentação financeira no estado corrente por instituições e organizações governamentais e do estado. Tal mecanismo pode ser facilmente manipulado desde que haja o devido acesso ou a troca de informação de forma errada.

Nesta questão entra a transparência, tendo que a má fé em mecanismos como esse enfraquece a democracia e a confiança no Estado da forma com que o dinheiro público é investido (PEREIRA, 2005).

A administração pública do Brasil tem mecanismos de transparência, porém é preciso melhorar bastante para que a haja mais efetividade ao combate de irregularidades no repasse de recursos públicos para a mão de terceiros, principalmente em obras de arquitetura e urbanismo. Seguindo a mesma linha, De Miranda e Zaganelli (2018) afirmam “a disponibilização de informações públicas torna-se imprescindível para viabilizar o controle social pelos cidadãos e minimizar a malversação dos recursos públicos”. Assim se faz interessante o uso de novos mecanismos para que se tenha uma clareza maior no que acontece com o dinheiro público (quanto sai, quanto entra, para onde vai, com que

foi gasto etc.).

Dois grandes assuntos têm sido debatidos de forma exaustiva nos últimos anos e ganharam os olhares de toda a comunidade acadêmica quanto da sociedade em geral. São eles, a procura por maior transparência na administração pública em vários países do planeta e o outro assunto é simplesmente o crescimento de uma tecnologia denominada blockchain (TAYLOR, 2015) que seria o grande start de uma nova revolução tecnológica, alcançando uma vasta área de aplicações, sendo está a principal revolução desde o surgimento da *internet* (JÚNIOR, 2019).

A tecnologia que o ser humano tem em seu poder é grande e poderosa que pode ser usada tanto para coisas benéficas como maléficas e a proposta do sistema exposto neste artigo é usar um recurso inovador tendo como principal enfoque a gestão financeira controlando o fluxo de caixa e investimento em obras públicas, utilizando metodologias de segurança da informação, deixando o processo transparente aos olhos da população. Sendo blockchain uma tecnologia relativamente nova onde seu uso não se limita a um determinado ramo ou área e suas aplicações são diversas, é possível solucionar grandes problemas da sociedade. Neste trabalho é proposto uma metodologia em forma de sistema que faz uso de blockchain.

Propor uma metodologia/sistema que possa aumentar a confiança dos dados na entrada e saída do dinheiro público com uma rede blockchain e dessa forma permitir o espelho das receitas e despesas realizadas em obras públicas é o objetivo macro deste artigo, além de ter objetivos específicos como obter mais transparência, confiabilidade e aumento de fiscalização.

2 | CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Blockchain

Blockchain é uma tecnologia inovadora cujo funcionamento é baseado em transações descentralizadas, sendo a primeira aplicação a utilizá-la a criptomoeda *Bitcoin*. O interesse dessa tecnologia por parte dos cientistas de tecnologia é enorme e vem crescendo bastante desde a sua criação em 2008. O grande aumento de sua popularidade e potencial são advindos de suas características centrais que proporcionam segurança, transparência, anonimato e integridade dos dados trafegado na rede, sem a interferência de uma entidade centralizadora (FERREIRA, PINTO E DOS SANTOS, 2017).

A rede *blockchain* possui uma potencialidade alta em alterar o fluxo de segurança que se tem neste momento, possibilitando uma vasta gama de aplicações possíveis, uma diminuição de dependência de organizações e entidades centralizadoras, aumentando a confiabilidade dos dados na rede, com essa tecnologia bem aplicada na sociedade, poderá trazer frutos de imenso caráter benéfico, substancial e concreto, desde a confiança dos

utilitários como a transparência dos dados e informações.

O caráter descentralizado da rede *blockchain* transforma-a em uma tecnologia de igualdade, que pode ser utilizada para maximizar a possibilidade da liberdade para todas as instituições no mundo (SWAN, 2015).

Conforme mencionado por Drescher (2018) os modelos arquitetônicos da atualidade são baseados em consultas e requisições em concentradores ou provedores de dados que geralmente se encontram em localidades com grande concentração de clima frio, facilitando no esfriamento do hardware que compõe o equipamento, as requisições podem variar de serviço a serviço tendo um grande desgaste por meio de infraestrutura quando o número de processadores e servidores é pouco para a quantidade de clientes solicitantes na rede centralizada, isso acontece pelo fato de um equipamento ser limitado mesmo tendo um grande poder de processamento, logo se vê o investimento em equipamentos e técnicas de replicação para que haja a redução de gargalo e permita uma transação rápida nas requisições, como por ventura também é necessário viabilizar o serviço inibindo possíveis ataques Dos(Denial of Services) garantindo a segurança e disponibilidade dos dados.

As vantagens de um sistema descentralizado em comparação a sistemas centralizados é a maior capacidade de processamento, redução de custos, maior confiabilidade e a capacidade de expandir-se naturalmente, aumentando a proteção e replicação de dados (DRESCHER, 2018).

Na Figura 1 é possível entender que o modelo (B) representa um modelo centralizado que é muito utilizado por atender necessidades básicas de um serviço, porém exige o investimento em técnicas e equipamentos para viabilizar o seu uso, ao lado do mesmo se vê o modelo (A) distribuído que é a arquitetura idealizada pela tecnologia *blockchain*, a ideia é concentrar dados criptografados e únicos, mantendo-os em pontos localizados para que se consiga replicar os mesmos sem perda de informação, através dos algoritmos de consenso viabilizar um estado global consistente que exija que dados não sejam replicados e valide-os quando necessário ao obter qualquer transação feita em *blockchain*, só pode ser validada quando todo um “bloco” é preenchido com transações, dessa forma o *hash* que assegura a integridade do bloco se torna confiável carregando um pedaço do anterior.

Na Figura 1 é visualizado o modelo arquitetônico dos sistemas supracitados.

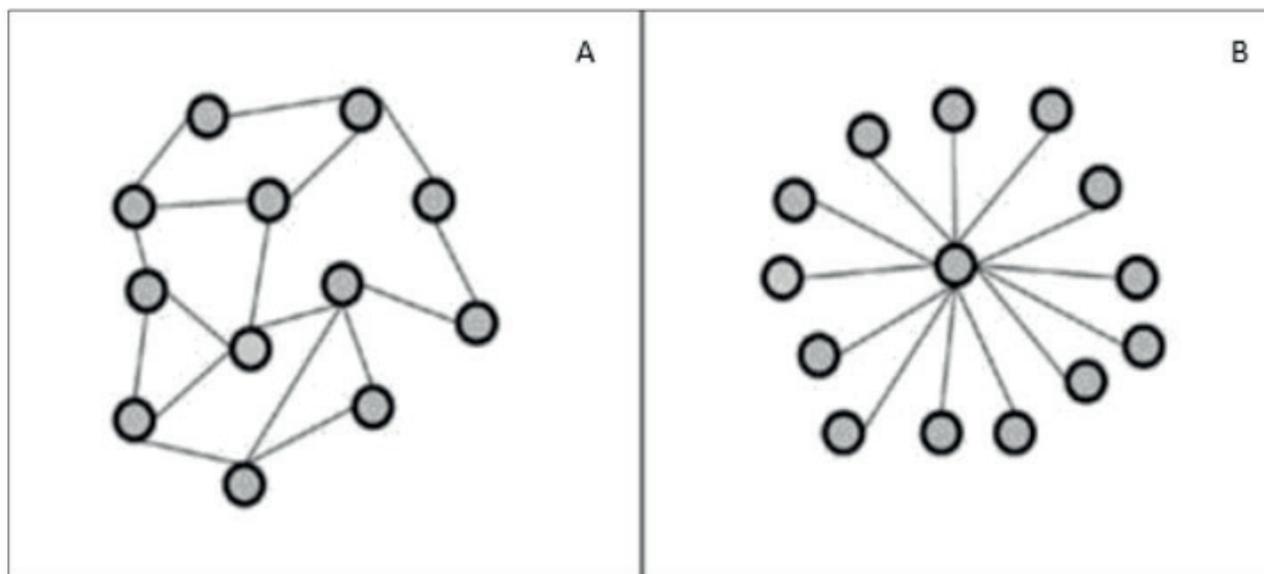


Figura 1 - Arquitetura distribuída (A), Arquitetura centralizada (B).

Fonte: Drescher (2018).

Mougayar (2018) afirma que:

Blockchains, e todas as tecnologias relacionadas que eu chamo de '*cripto 2.0*', fornecem uma solução atrativa. Em vez de esperar que as partes com as quais interagimos ajam honrosamente, estamos criando sistemas tecnológicos que inerentemente incluem as propriedades desejadas no sistema, de maneira que elas continuarão funcionando com as garantias que esperamos, mesmo que muitos dos atores envolvidos sejam corruptos.

A rede *blockchain* faz uso de uma forte criptografia com o intuito de satisfazer as condições de segurança das aplicações (GREVE, 2018). Com isso a confiabilidade de sistemas que utilizam desta tecnologia é bastante alta. Esta tecnologia é um novo estágio de segurança no mundo digital, revolucionando aplicações em todas as áreas de conhecimento.

2.2 Tecnologia na administração pública

Segundo Moura (2018) “percebemos que a *blockchain* e a administração pública possuem uma forte possibilidade de correlação e que a tecnologia afeta e altera a dinâmica social, produtiva e organizacional através dos instrumentos confeccionados para as novas problemáticas da contemporaneidade”.

É notório que a administração pública precisa evoluir em termos administrativos de fiscalização e a tecnologia de *blockchain* pode desempenhar um papel fundamental para essa evolução, sua implantação no processo de administração pública se faz necessário cada vez mais.

Moura (2018) também evidenciou que

Em julho de 2017, o Governo Federal realizou o 1º workshop de *Blockchain*, realizado em parceria com a Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), reunindo 11 órgãos públicos. Angelino Caputo, secretário adjunto de Tecnologia da Informação, explicou que foi feita uma abordagem introdutória sobre o assunto para que os órgãos pudessem conhecer esta tecnologia e avaliar a aplicabilidade dela na solução de seus problemas em políticas públicas.

Seguindo o relato descrito por Moura é evidente a preocupação do governo brasileiro em melhorar suas políticas públicas e uma das maneiras para conseguir alcançar esta meta é por meio da tecnologia, dentre elas, *blockchain*.

De acordo com Alcântara (2019) “O uso da tecnologia *blockchain* já é uma realidade em vários países. Governos como Dubai, Estônia e Holanda têm investido massivamente nas possíveis aplicações da *blockchain* no setor público”.

O sistema que é sugerido neste artigo irá reforçar a Lei nº 12.527/2011 na qual segundo Ferreira et al (2017):

Essa norma entrou em vigor em 16 de maio de 2012 e criou mecanismos que possibilitam, a qualquer pessoa, física ou jurídica, sem necessidade de apresentar motivo, o recebimento de informações públicas dos órgãos e entidades. Abrangendo os três poderes da União, Estados, Distrito Federal e Município bem como os Tribunais de Conta e Ministério Público, a Lei prevê, inclusive, que as entidades privadas sem fins lucrativos devem dar publicidade quanto ao recebimento e destinação de recursos públicos recebidos.

Sabendo-se disso logo se percebe que esta tecnologia é necessária e por ela pode ser alcançado a transparência, confiabilidade, integridade das informações e o principal ponto a se destacar para a melhoria da administração pública, o aumento de fiscalização por meio de tecnologia.

O empenho em buscar uma administração pública transparente com a sociedade é um pilar fundamental para que ocorra a consolidação da democracia no Brasil (JOHNSTON, 2002).

“A transparência do Estado se efetiva por meio do acesso do cidadão à informação governamental, o que torna mais democráticas as relações entre o Estado e a sociedade civil” (PEREIRA, 2005).

Segundo Avritzer e Filgueira (2011) a transparência é um artefato importante para a disseminação da informação, “mas não pode constituir-se em um fim em si mesmo para a Administração Pública”. É necessário avançar na formulação de oportunidades para a inclusão e efetiva participação do indivíduo de uma sociedade no plano e monitoramento das ações governamentais quanto ao gasto do dinheiro público em obras públicas, para que atuem na fiscalização, comprometendo e dificultando os atos ilícitos de corrupção

neste processo.

Seguindo as palavras de Ferreira et al (2017):

Sabe-se que a administração pública tem uma responsabilidade imensa em cada obra superfaturada, em cada obra paralisada devido a falhas na fiscalização, em cada empresa que abandona o projeto antes da conclusão, assim sendo, muito tem a ser feito para que o processo funcione de forma sinérgica, o que poderá ocorrer a partir do investimento em governança corporativa na administração pública.

O investimento em governança corporativa na administração pública deve ser feito em tecnologia, usar a tecnologia a favor da sociedade brasileira. A proposta não se trata da quantidade de dinheiro a ser ganho, mas na quantidade a não se perder.

Ferreira *et al* (2017) complementa com o comentário a seguir: "...a população hoje conta com mecanismos de controle da obra pública (Lei de acesso à informação; portal transparência) de modo que qualquer cidadão pode se tornar um agente fiscalizador". Esses mecanismos podem ser potencializados com o uso do sistema recomendado e proporcionar não somente a fiscalização por meio da sociedade, mas fazendo com que essa denúncia também seja feita pelo próprio sistema aumentando a fiscalização que é uma das brechas que há no atual modelo de administração pública.

2.3 Problemática

A oportunidade é uma variável de extrema importância para abrir as possibilidades para a corrupção e de acordo com as palavras de L'Astorina (2011) "é esta a variável que as organizações mais dedicam seus esforços aumentando os controles". Se há oportunidades existe uma grande probabilidade do ato corrupto se cumprir, logo atuar de forma preventiva e anulando boa parte das oportunidades fará com que o percentual de corrupção diminua naquele setor/área.

Conforme L'Astorina (2011) "as contratações e as execuções de OP (Obras Públicas) envolvem muitos agentes, tecnologias e expertises. Contemplam ou contrariam grandes interesses e, sobretudo, movimentam grandes somas de recursos. Portanto, são terrenos férteis para a ocorrência de corrupções". Sabendo disso e que não há uma forte fiscalização nas obras públicas em todo o seu conjunto de etapas (início, meio e fim), estas obras servem de desvio de dinheiro por uma parcela de empresas terceirizadas.

As obras públicas somadas a pouca fiscalização geram um mar de oportunidades ao corrupto, para atuar e usufruir de forma ilícita do dinheiro público. Desta forma, a adoção de mais e novas políticas públicas na administração pública do Brasil são de extrema importância para alcançar uma visibilidade maior por parte dos cidadãos, em relação a forma e com que é gasto o dinheiro da sociedade brasileira.

Em seu trabalho sobre análise do índice de percepção de corrupção da Transparência Internacional, Fernandes (2017) chega à conclusão, que é necessário o desenvolvimento de ferramentas capazes de amarrar o as finanças públicas, para ter uma maior confiabilidade, diminuindo assim a angústia da sociedade. É nesta perspectiva de criar uma ferramenta capaz de dificultar e conseqüentemente diminuir a ação corrupta que há na administração pública, é que incide a aplicação da metodologia proposta.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo como principal fator para a ideia proposta, o gerenciamento de movimentações financeiras e a gestão pública em obras orçamentadas pelo estado que visa o controle de receitas e despesas mediante ações do poder público, buscou-se propor uma ferramenta no qual os métodos a serem utilizados para se obter uma transparência maior se baseiam em tecnologias da informação, arquitetura distribuída e mapeamento de ações, que resultem no gerenciamento do dinheiro público e controle digital por meio de software e considerações contratuais a serem realizadas no ato da solicitação do fornecimento de verbas entre o poder responsável e a empresa contratada.

Para alcançar tais objetivos é necessário o uso do compartilhamento das informações tornando-as pública, por meio de espelhos ou extratos visualizados em plataforma web, tendo em vista a tecnologia *blockchain*, pelo conceito que permite segurança e unicidade dos dados, no qual os algoritmos de consenso viabilizarão a estabilização de dados em uma rede distribuída par a par, de forma que o estado global consistente não seja quebrado nem tão pouco a identificação única de um registro seja violada, dessa maneira, permitir o mapeamento das ações feitas com o dinheiro público, influenciando diretamente no controle de entrada e saída do que é investido, por meio de baixas eletrônicas e o fornecimento de comprovantes de materiais necessários para o projeto de uma obra pública, o gerenciamento deverá contar com o apoio de uma plataforma web que viabilize o cadastro inicial do projeto, bem como os dados relevantes do órgão responsável por solicitar o serviço ou obra e a empresa contratada, para que durante o processo de construção da obra haja o devido controle digital e no final o espelho público do que foi investido.

3.1 Tecnologias da informação

Por meio de Web Service o contexto da ideia e da plataforma que viabilizará os dados poderá prover um arquivo JSON (*JavaScript Object Notation*) para ser consumido em um aplicativo, que fornecerá o espelho e consulta das obras em andamento, bem como as informações necessárias a nível público, este que poderá ser disponibilizado na *Google Play* ou *App Store*, com isso o compartilhamento pode ser fornecido ao público,

permitindo o acompanhamento das movimentações em tempo hábil, com facilidade e praticidade por meio de *Smartphone*.

A Figura 2 apresenta um modelo simplificado da metodologia sugerida pelos autores, com o propósito de deixar mais claro o relacionamento que há nesta nova perspectiva de administração pública utilizando uma rede *blockchain*. De forma descritiva, a entidade responsável pela administração pública terá seus relacionamentos envolvendo finanças através de uma rede para se comunicar com a empresa contratada, para realizar uma determinada obra pública, essa rede irá captar valores envolvidos, prazos e outra série de características pertinentes as finanças, a partir daí os dados absorvidos serão replicados para outros nós e conseqüentemente para os servidores no qual um sistema *web* terá acesso a estas informações.

O sistema *web* poderá ser acessado pelos fiscais e pela população em geral, configurando assim uma maior fiscalização e transparência do dinheiro público em obras de arquitetura e urbanismo.

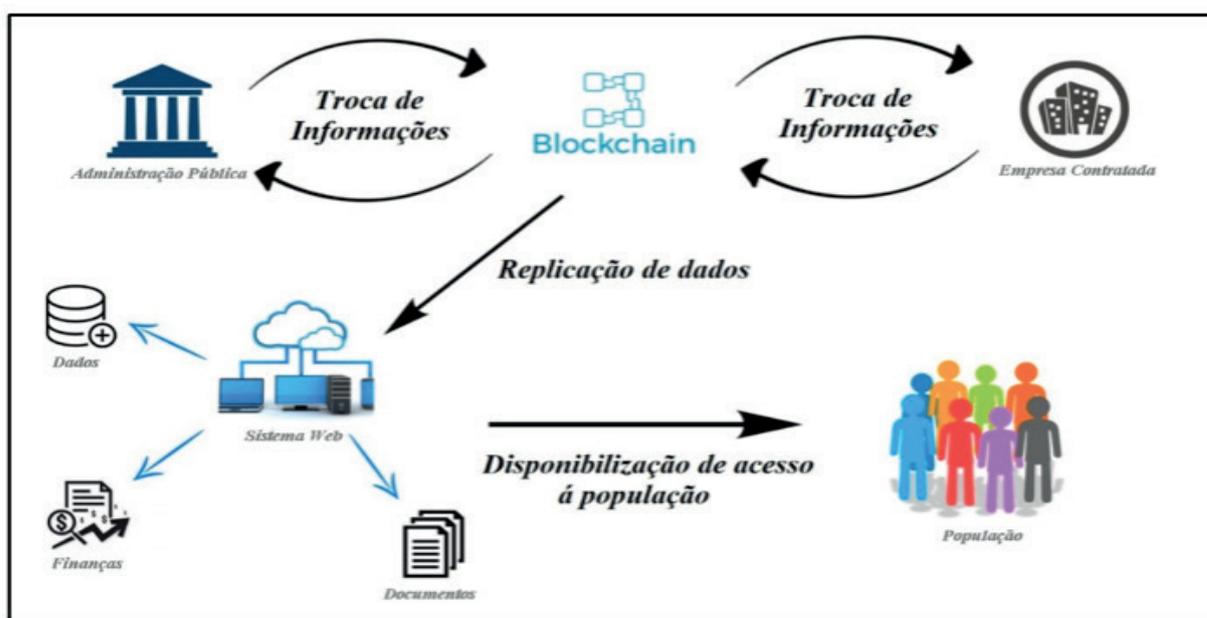


Figura 2 – Modelo simplificado da metodologia proposta.

Fonte: Autores (2019).

3.2 Arquitetura distribuída

Para a presente proposta, um modelo arquitetônico distribuído de sistema se torna viável utilizando *blockchain*, onde o sistema conte com uma plataforma web para controle e gerenciamento de custos e rotinas processuais, bem como contratos, documentos e fechamentos de relatórios, uma aplicação desenvolvida em *Java* ou *Angular* no *Backend* e *React* no *Frontend*, criptografando os dados com *blockchain*.

A escala do sistema deve ser de nível estadual ou regional dependendo do

investimento fornecido pelo governo ou possível órgão que adotar a ideia. O fluxo se dará da seguinte forma: O usuário contratado acessará a plataforma web, onde preencherá um formulário de inscrição com dados necessários para identificar a obra ou serviço, bem como o quantitativo de colaboradores participantes, membros associados, matéria-prima a ser utilizada e uma previsão de gastos, com isso a aplicação registrará e ficará dependendo da entrada de dados ou aceitação do órgão responsável que supervisionará o projeto, somente após isso o sistema irá registrar como uma obra ou serviço em andamento, mediante isso os dados ficarão disponíveis para acesso ao público e gerenciamento do cliente que poderá registrar novos colaboradores, materiais necessários para a obra, materiais gastos e controle de gastos internos, como por exemplo, pagamento de empregados terceirizados e mão de obra da empresa. A disponibilização dos registros poderá ser feita através de um portal na web ou aplicativo mobile, o usuário que desejar consultar somente terá acesso de visualização e deverá realizar um cadastro simples para acessar o sistema, feito isso poderá consultar obras ou serviços em andamento, concluídos ou parados, poderá também consultar gastos, quantidade de funcionários participantes, órgãos e empresas terceirizadas envolvidas, localidades do investimento e outras informações pertinentes ao tipo de serviço.

A arquitetura distribuída facilitará no crescimento exponencial de dados que ocorrerá ao longo dos anos, para isso a empresa locatária consistirá em servidores espalhados pelo mundo a fim de conter o gargalo de acessos e manter consistências de requisições tal como acontece em redes sociais.

A tecnologia trará benefícios relacionados à segurança, confiabilidade dos dados e a criptografia deles, assim como o *Bitcoin* que trabalha especificamente com monetização de dinheiro, utilizando o mesmo princípio.

3.3 Mapeamento de ações

Para o público que consultar a plataforma ou aplicativo é de grande importância que as movimentações financeiras e administrativas da obra selecionada sejam compartilhadas, de forma que o consenso entre as partes seja alcançado evitando desgastes políticos, revendo ações mediante possíveis atos de corrupção ou lavagem de dinheiro que são visíveis em obras públicas com grandes tabelas de orçamento, principalmente quando existe a licitação para contratar empresas terceirizadas.

Por meio das TICs é possível compartilhar informações de forma rápida e com técnicas computacionais bioinspiradas para validar os dados, ofertando indicadores que permitam estudos apurados acerca do contexto.

3.4 Gerenciamento do dinheiro público

De forma análoga a um banco digital a ideia se baseia em propor um gerenciamento de movimentação financeira, onde o operador deverá cadastrar a movimentação sendo está um tipo de investimento que debitará do orçamento inicial estipulado e exigirá o comprovante de investimento para que o sistema realize a consulta e valide-as. Este processo citado amenizaria o método de desvio de dinheiro por meio de funcionários fantasmas, algo que acontece muito atualmente, sendo descoberto através de fortes investigações e fiscalizações de autoridades competentes.

Dessa forma serviços dos trabalhadores, materiais comprados e frequência de trabalho no local estariam sendo fiscalizados não só por um grupo de fiscais, mas por uma rede nacional ou estadual de pessoas, no qual a sociedade estaria ganhando em transparência e confiabilidade.

Através de uma interface na plataforma web a empresa terá acesso ao painel de gerenciamento de obras em sua titularidade, para que realize os procedimentos financeiros e administrativos cabíveis.

3.5 Controle digital por meio de software

A plataforma contará com um sistema web disponível para o órgão solicitante e a empresa contratada, para o público poderá ser disponibilizado uma página *web* de consulta simples de obras em andamento, porém a consulta poderá ser realizada por meio de aplicação *android*, visando a facilidade e praticidade do uso de *smartphones*, o controle será baseado por meio de baixas eletrônicas realizadas por operadores e colaboradores da empresa contratada, onde cada um deverá ter acesso com níveis de cadastro como um único sistema que engloba todos.

3.6 Considerações contratuais

Por meio de políticas e adaptações públicas é possível permitir um consenso legislativo que viabilize o uso da ideia, tendo como principal fator de utilização a plataforma como meio de alimentar dados, movimentar ações, consultar e gerenciar obras, permitir o uso em diversos setores e facilitar a proliferação da ideia nos estados brasileiros, tendo este como um sistema único que permite a unificação de obras em grandes e pequenas empresas, gerando praticidade para o governo local e principalmente assegurar que relatórios sejam fornecidos de forma coerente, prestando contas para o estado e governo federal, visando novos estudos e formas de administrar pessoas, empresas, órgãos e políticas.

Outra situação a se destacar é a identificação de projetos que possivelmente estejam tendo irregularidades em relação a administração do dinheiro destinado a tal, conforme

a rede, com essa identificação fica mais fácil a fiscalização humana entrar em ação no ponto certo, aumentando a sua efetividade por meio do sistema implantado.

4 | RESULTADOS ESPERADOS

Com o sistema implantado em qualquer localidade nacional que tem um Índice de Percepção de Corrupção (IPC) alto, a transparência e confiabilidade estará instalada e o desvio de dinheiro será menor, visando os benefícios de segurança que uma tecnologia baseada em *blockchain* pode oferecer.

É aconselhável que a metodologia proposta seja inserida primeiramente em municípios e assim ir subindo de nível sequencialmente, já que a corrupção é estrutural e está em todos níveis, a implantação deste tipo de tecnologia é necessária na administração de políticas públicas com o fim de suavizar na medida do possível os atos de corrupção neste processo, obtendo mais casos de irregularidades descobertos. Quanto maior serem as descobertas de malversação do dinheiro público, maior será o IPC.

Espera-se que com um sistema desta magnitude e confiabilidade o dinheiro possa ser mais bem aproveitado na construção das obras públicas, evitando desta forma que o percentual de obras inacabadas seja menor. Obviamente que este sistema não resolverá a situação da corrupção neste setor, já que as formas de corrupção são diversas, mas haverá uma dificuldade maior por parte dos fraudulentos, pois, o sistema proposto pode “amarrar” as finanças, ter um rastreio maior do dinheiro envolvido durante o início, meio e fim das obras, e um aumento de fiscalização que identifica o desvio de dinheiro de forma mais rápida.

É esperado que esta metodologia/sistema possa ser aprimorado para diversos usos, se adequando ao ambiente a ser inserido da melhor forma e colocado em prática de forma fiel à sociedade, com o intuito de fazer prevalecer a justiça e o aumento de confiabilidade na relação pública administrativa do Estado e a população em geral.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente este sistema pode ser aplicado para obras públicas de arquitetura e urbanismo, mas podendo se estender por todas as áreas, principalmente nos ramos de educação e saúde, já que são as áreas que mais tem corrupção na República Federativa do Brasil.

Um dos principais desafios a serem superados para a implantação de um sistema como este é a obrigatoriedade da utilização do mesmo em obras que possuem vinculação com dinheiro público, sabendo-se que a empresa e o Estado devem ter suas movimentações registradas neste preceito, com o fim de aumentar a transparência entre Estado, empresa

e os indivíduos da sociedade brasileira.

O fato é que esta metodologia se bem implementada será de grande apoio a administração pública, trazendo transparência, confiabilidade e aumento de fiscalização, aumentando a detecção de irregularidades no ambiente administrativo público que é uma problemática reconhecida atualmente na qual precisa de melhoras significativas.

Uma metodologia baseada em *blockchain* para ajudar no setor de administração pública é complexa, porém a sociedade necessita de mecanismos mais transparentes e confiáveis, e esta tecnologia traz exatamente isto. Por meio da ciência e tecnologia pode-se alcançar estruturas para solucionar problemas que no presente momento são infundáveis, e a presente metodologia proposta é apenas uma das inúmeras sementes plantadas para a resolução de políticas públicas no Estado brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Lucas Teles de et al. **Uso da tecnologia Blockchain como instrumento de governança eletrônica no setor público**. 2019.

AVRITZER, Leonardo; FILGUEIRA, Fernando. **Corrupção e controles democráticos no Brasil**. 2011.

DE MIRANDA, Wallace Vieira; ZAGANELLI, Juliana Costa. **Marco civil da internet e política pública de transparência: uma análise da e-democracia e do compliance público**. Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 7, n. 3, p. 633-646, 2018.

DRESCHER, Daniel. **Blockchain Básico: uma introdução não técnica em 25 passos**. Novatec Editora, 2018.

FERREIRA, Ana Carla dos Santos Anunciação; FERREIRA, Bianca dos Santos Anunciação; BRITO, Renato da Silva. **Obras públicas inacabadas: as principais causas que resultam em desperdício de dinheiro público**. 2017.

FERREIRA, Juliandson Estanislau; PINTO, Filipe Gutemberg Costa; DOS SANTOS, Simone Cristiane. **Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do Blockchain**. 2017.

FERNANDES, Caio Medeiros. **Uma análise do índice de percepção da corrupção da transparência internacional (2000-2016)**. 2017.

GREVE, Fabíola et al. **Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda**. Livro de Minicursos do SBRC, v. 1, p. 1-52, 2018.

JOHNSTON, M. **Agentes públicos, interesses particulares e democracia sustentável: Quando política e corrupção se unem**. In: ELLIOT, K. A. (Org.). A corrupção e a economia mundial. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002.

JÚNIOR, Jorge de Almeida Brito Júnior. (2019). **Utilizando a tecnologia de blockchain para implementação de uma aplicação de simulação de Android graphics**. Revista Internacional de Inovação Educação e Pesquisa, 7 (6), 105-118.

L'ASTORINA, Humberto Carlos; BORENSTEIN, Denis. **Planejamento anticorrupção em obras públicas e a teoria do triângulo das fraudes**. 2011.

MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicação da nova tecnologia da internet**. Alta Books Editora, 2018.

MOURA, Luzia Menegotto Frick de. **Blockchain: perspectiva tecnológica para a administração pública no Brasil**. 2018.

PEREIRA, José Matias. **Reforma do Estado e controle da corrupção no Brasil**. REGE Revista de Gestão, v. 12, n. 2, p. 1-17, 2005.

SWAN, M. **Blockchain Thinking: The Brain as a DAC (Decentralized Autonomous Organization)**. Texas Bitcoin Conference, 2015.

TAYLOR; Taylor, Simon. (2015) **“Blockchain: understanding the potential”**. Item Ref: BM408383. July 2015. 2-4.

UTILIZAÇÃO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DA ÁREA NUCLEAR

Data de aceite: 07/08/2020

Data de submissão: 03/05/2020

Hudson Henrique da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Divinópolis – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/9076453710788052>

Samira Santos da Silva

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Divinópolis – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/3321124706549203>

Sinclair Peixoto de Meireles

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Divinópolis – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/9101595724237036>

RESUMO: O modelo tradicional de ensino-aprendizagem tem sido utilizado por muitos anos e consiste em aulas teóricas onde o professor é o sujeito ativo que transmite conhecimento aos alunos, denominados sujeitos passivos. Dessa forma, esse modelo está bastante centrado no professor. Entretanto, ele não se adéqua a conteúdos que possuem natureza prática. Sendo assim, abordagens mais recentes de ensino propõem a utilização do acoplamento de diversos equipamentos eletrônicos com o propósito da construção de simuladores de ambientes da vida real a fim de tornar o aprendizado uma tarefa mais

prazerosa e engajadora. Este trabalho possui como objetivo a construção de um simulador do reator nuclear de pesquisa TRIGA IPR-R1, localizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) em Belo Horizonte, Brasil, utilizando como ferramenta a plataforma de hardware livre Arduino. Através do simulador proposto, o usuário será capaz de perceber o quão simples e fácil é o processo de operação de um reator nuclear, tornando a aquisição de conhecimento sobre esta área uma tarefa mais interativa e prazerosa.

PALAVRAS-CHAVE: Simulador; Reator Nuclear; Arduino.

USING ARDUINO AS A DISSEMINATION TOOL OF NUCLEAR AREA

ABSTRACT: The traditional teaching-learning model has been used for many years and consists of theoretical classes where the teacher is the active subject who transmits knowledge to the students, called passive subjects. Thus, this model is totally teacher-centered. However, it is not suitable to the teaching of contents essentially practical. Therefore, more recent teaching approaches propose the use of a combination of several electronic equipments in order to build simulators of real life environments

with the purpose of making the learning process a more enjoyable and engaging task. This work aims to build a simulator of a nuclear reactor, specifically the Triga IPR-R1 research reactor located at the Center for the Development of Nuclear Technology (CDTN), the National Nuclear Energy Commission (Cnen), in Belo Horizonte, Brazil, using the free hardware platform Arduino. Through the proposed simulator, the user will be able to realize how simple and easy the process of operating a nuclear reactor is, making the acquisition of knowledge about this area a more interactive and pleasurable task.

KEYWORDS: Simulator; Nuclear Reactor; Arduino.

1 | INTRODUÇÃO

A aprendizagem pode ser compreendida como o processo de aquisição do conhecimento. Diversos trabalhos e pesquisas vêm sendo realizados a fim de encontrar estratégias de ensino que permitam otimizar o processo de aprendizagem, de forma que o aprendiz absorva o máximo de informações possíveis. A educação não-formal consiste em buscar o aprendizado que tem-se no ambiente escolar fora deste ambiente, como em museus, feiras de ciências, oficinas e etc, com o intuito de trazer ao visitante um conhecimento mais palpável, que por muitas das vezes não pode ser obtido através do ensino formal, até mesmo por muitas vezes ser aplicado a cenários que não são acessíveis a pessoas leigas, devido por exemplo a riscos (Vieira et al., 2005).

Os museus interativos têm muita relação com as métricas pedagógicas, podendo ser trabalhadas diversas estratégias para se ter um envolvimento intelectual dos usuários, buscando sempre maximizar o aprendizado do visitante. De acordo com Santos (2012), o objetivo do museu interativo é “dar às pessoas uma experiência viva e colocar o público em contato com as tecnologias atuais”. Entretanto, o museu interativo pode fazer mais que isso quando compreendido como espaço de divulgação científica e transmissão de conhecimento através de métodos não tradicionais.

Um dos principais recursos de museus interativos são os simuladores. Eles permitem com que o usuário tenha uma experiência mais realística do que ele representa sem necessariamente ter que se deslocar a ambientes que são de difícil acesso ou até mesmo manipular máquinas de grande tamanho e complexidade. Simuladores são úteis não somente na divulgação de conhecimento em museus interativos, mas também no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula a fim de tornar o aprendizado uma tarefa mais prazerosa e engajadora.

Diversos tipos de equipamentos eletrônicos, incluindo hardwares livres, têm sido acoplados com o propósito da construção de simuladores de ambientes da vida real a fim de proporcionar uma sensação mais palpável e agradável a pessoas que antes consideravam a assimilação de conhecimento científico uma tarefa enfadonha e custosa. Conseqüentemente, a prática e utilização desses recursos no processo de aprendizagem

acaba promovendo a aproximação entre a comunidade e a área científica.

Sendo assim, este trabalho possui como objetivo a utilização da plataforma de hardware livre Arduino na construção de um simulador do reator nuclear de pesquisa TRIGA IPR-R1 localizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) em Belo Horizonte, Brasil. Atualmente, este reator é utilizado em pesquisas e estudos científicos ligados principalmente à irradiação de amostras para análise por ativação neutrônica. Através do simulador proposto, o usuário será capaz de perceber o quão simples e fácil é o processo de operação de um reator nuclear, sem a necessidade de acessar a sua versão real que se encontra em uma sala com acesso restrito. No simulador, o usuário poderá ligar o reator, controlar sua operação, podendo aumentar ou diminuir a carga de trabalho, e também simular um desligamento de emergência, onde são interrompidas instantaneamente as fissões que ocorrem no núcleo do reator.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Inúmeros trabalhos vem sendo propostos com o objetivo de utilizar simuladores para o ensino e aprendizagem de diferentes conteúdos. Estes trabalhos ressaltam a importância que o aprendizado interativo dispõe principalmente quando implementados na transmissão de conhecimentos de difícil assimilação.

No trabalho de Heckler (2007), foi elaborado um material didático para o ensino de Óptica, área da física que estuda as leis associadas a radiações luminosas e fenômenos da visão. O material elaborado foi dirigido a professores e alunos do ensino médio, onde foram aplicadas algumas técnicas de aprendizagem recentes e tecnologias da informática que tornam o processo mais interessante aos olhos dos usuários. O trabalho foi desenvolvido em HTML, onde foram incluídos simuladores interativos, imagens estáticas e animações. Com isso, foi elaborado um CD-ROM com o material interativo. De acordo com 95% dos alunos entrevistados, o material resultou em maior estímulo e interesse pelas aulas de física.

O trabalho de Barros et al. (2012) traz a proposta da elaboração de um software simulador, denominado SimDeCS, que proporciona aos seus usuários a oportunidade de um aprendizado interativo. Ele traz a oportunidade do usuário (alunos de medicina e áreas relacionadas) simular procedimentos reais na área da saúde. A proposta desse simulador seria trazer casos clínicos complexos, onde o usuário poderia testar seus conhecimentos e serem avaliados no final, possibilitando a identificação de seus acertos e falhas. Outro objetivo desse simulador seria a possibilidade da redução do aprendizado apenas teórico, aproximando-se mais do aprendizado prático.

Em um outro trabalho, desenvolvido por Soares et al. (2015), foi realizado um estudo da utilização de computadores e simuladores interativos para auxílio no aprendizado e compreensão de alguns fenômenos físicos na área da física moderna e contemporânea. A

análise foi feita a partir das perspectivas sócio-interativas de Vygotsky, que em sua teoria propõe que é na interação entre pessoas que se constrói o conhecimento. Sendo assim, a proposta da utilização do computador e de simuladores interativos viria para viabilizar e potencializar a interação entre estudantes e professores. Em seu trabalho, foram abordados três temas diferentes relacionados a FMC (Física Moderna e Contemporânea): espectroscopia, radioatividade e física nuclear. Na abordagem de todos os temas, foram utilizados simuladores virtuais diferentes desenvolvidos pelo grupo PhET (Projeto de Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder).

Por fim, o trabalho de Santos (2018) desenvolve um estudo sobre a utilização de um simulador em um espaço de aprendizagem com o objetivo de análise sobre a sua influência no aprendizado do aluno em temas da área de Ciência e Tecnologia, relacionados a processos científicos. Além disso, estuda a importância da utilização de ferramentas digitais de aprendizagem (simuladores e outras ferramentas de apoio), e da metodologia de ensino por investigação em casos envolvendo ferramentas digitais de aprendizagem. Esses estudos de casos seguiram uma metodologia de caráter qualitativo com alunos de duas turmas do 8º ano escolar da Escola Básica de Santa Catarina da Serra.

Muitos simuladores vêm sendo propostos na literatura. Entretanto, nenhum deles consiste em um simulador físico para o reator nuclear TRIGA IPR-R1, ou seja, nenhum permite o contato real e palpável com um reator deste tipo. Além disso, os poucos simuladores físicos de reatores que existem possuem propósito de treinamento e não de divulgação científica. Por isso, faz-se necessária a elaboração de abordagens neste sentido, principalmente, pelo fato de que sobre a área nuclear, a sociedade no geral possui pouco conhecimento e o pouco que sabem é sobre aspectos negativos, relacionados principalmente a acidentes, bombas ou até mesmo aos efeitos nocivos da radiação.

3 | METODOLOGIA

Reatores do tipo TRIGA são integrantes de uma classe de reatores de pequeno porte com o principal objetivo de pesquisa e formação de pessoal. O principal diferencial deste reator comparado aos demais é que ele não possui o risco de fusão do núcleo devido a excesso de temperatura (Meireles, 2018). Neste caso, o próprio elemento combustível atua como um regulador automático da sua potência. A Figura 1 consiste em um recorte lateral do reator TRIGA IPR-R1, onde é possível notar os elementos combustíveis, as guias das barras de controle - responsáveis por controlar as fissões no reator, o tubo central (TC) que é utilizado para que se possa levar materiais ao centro do núcleo a fim de torná-los expostos à radiação para análises em pesquisas, as placas inferiores e superiores e os refletores de grafita (Meireles, 2018).

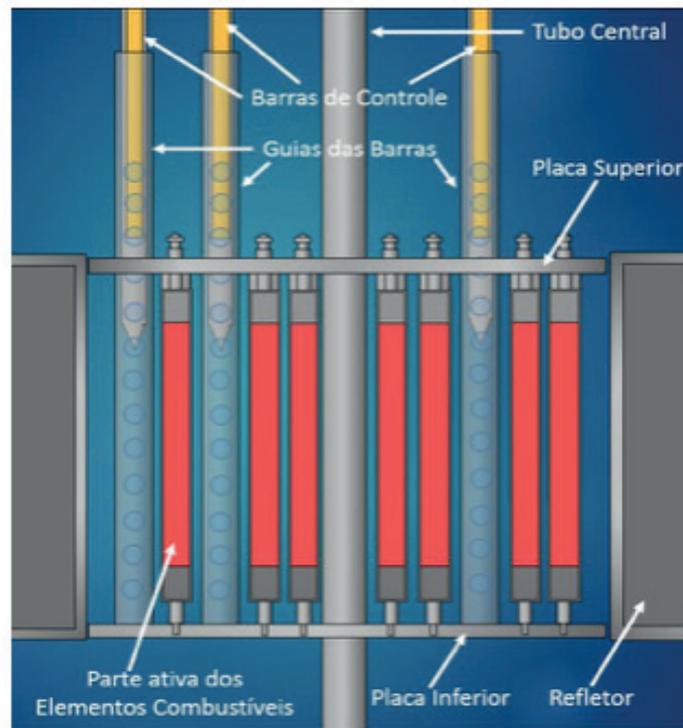


Figura 1. Núcleo do Reator TRIGA IPR-R1 (Meireles, 2018).

3.1 DEFINIÇÃO DOS RECURSOS FÍSICOS

Inicialmente, foi realizado um estudo sobre a viabilidade da construção do simulador do reator. Nesta etapa, foram definidos tamanho e escala das estruturas do simulador do reator para que, a partir disso, os componentes eletrônicos pudessem ser dimensionados com precisão. As placas superior e inferior do reator serão constituídas de madeirites de no mínimo 60 cm de diâmetro, a fim de suportar os demais componentes.

O Elemento Combustível será constituído por cabos de madeira. Já para a construção do Tubo Central, definiu-se que será utilizado um cano de 50 mm de diâmetro. Por fim, as Barras de Controle, para que sejam leves e assim o motor consiga tracioná-las sem dificuldade, serão construídas com papel cartolina.

3.2 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS

O principal componente a ser utilizado na prototipação do reator é o Arduino. Segundo McRoberts (2015), o Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada. Sua utilização permite a interação com o ambiente através de *hardware* ou *software*. Este dispositivo pode ser programado para análise e tomada de decisões em entradas ou saídas que conectam a placa a componentes externos. A popularidade e facilidade em se trabalhar com esta placa é principalmente devido à facilidade de manuseio, montagem e manipulação da programação associados a ela. Outra vantagem dessa tecnologia é que a comunidade do Arduino é bastante colaborativa, resultando na

disponibilização de diversos projetos e códigos prontos em fóruns, além de auxiliarem uns aos outros. A Figura 2 ilustra esta plataforma de *hardware* livre.

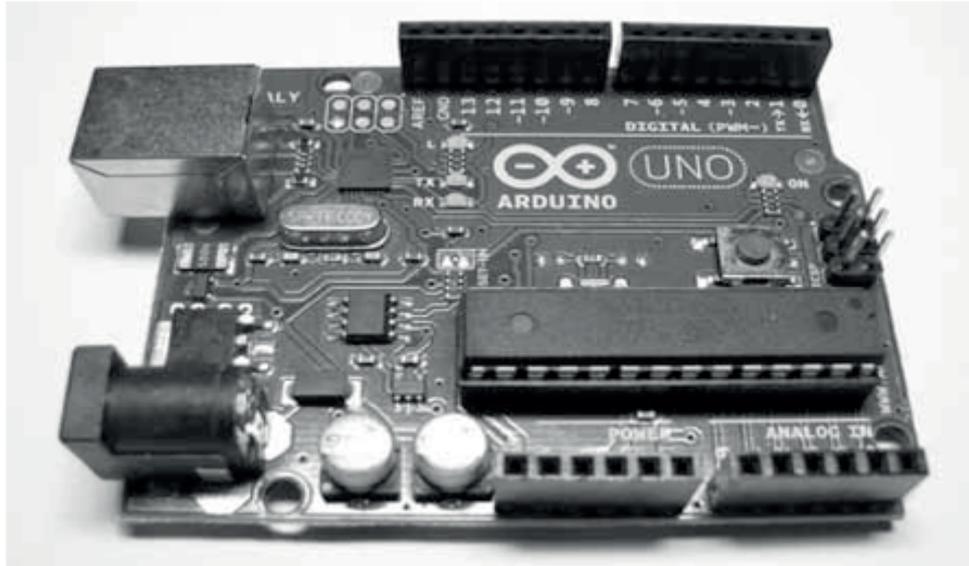


Figura 2. Exemplo da Plataforma Arduino Uno (McRoberts, 2015).

Além do Arduino, serão utilizados três motores do tipo *G12-N20 Geared Mini DC Motor*, cuja rotação pode ser invertida ao mudar o sentido da corrente que passa no mesmo, a fim de movimentar cada uma das Barras de Controle. Devido ao fato de que a quantidade de portas disponíveis na placa do Arduino não seria suficiente para suprir todas as conexões necessárias, surge a necessidade de utilização de um CI (Circuito Integrado) para expansão da quantidade de portas de saída disponíveis, o 74HC595. Outro circuito necessário é o CI L293D, com a função de facilitar a inversão de rotação dos motores. Serão necessários dois CIs deste tipo, visto que cada um deles tem a capacidade de gerenciar dois motores.

Serão utilizados também alguns componentes complementares, como uma fonte de 12VDC externa para alimentação dos motores, visto que o Arduino não consegue por si só fornecer essa energia. Ainda, uma *Protoboard* para a conexão entre os componentes também será empregada. Além disso, será utilizado um capacitor que fará a estabilização da energia de um dos CIs. E, por fim, alguns botões acompanhados de resistências, que serão utilizados para a interação do usuário com o simulador, através dos quais o mesmo poderá descer ou subir as barras de controle, subir todas as barras caso o reator tenha sido desligado e também um botão de emergência para descer rapidamente as barras, simulando assim um desligamento emergencial de um reator nuclear.

3.3 CONSTRUÇÃO DO SIMULADOR

A construção do circuito elétrico será realizada inicialmente utilizando a *Protoboard*, que é uma placa de ensaios que permite a montagens de circuitos elétricos experimentais, a fim de validar inicialmente que todas as funcionalidades desejadas no simulador sejam capazes de serem implementadas utilizando os componentes descritos na seção anterior.

Em seguida, é necessário realizar a programação da placa Arduino, que deve ser feita utilizando uma IDE própria. Ao término da programação, serão confeccionadas as partes físicas que irão compor o simulador, o que permitirá com que o usuário possa interagir e ver o equipamento se movimentando. A Figura 3 exibe o projeto do protótipo já montado em uma *Protoboard*.

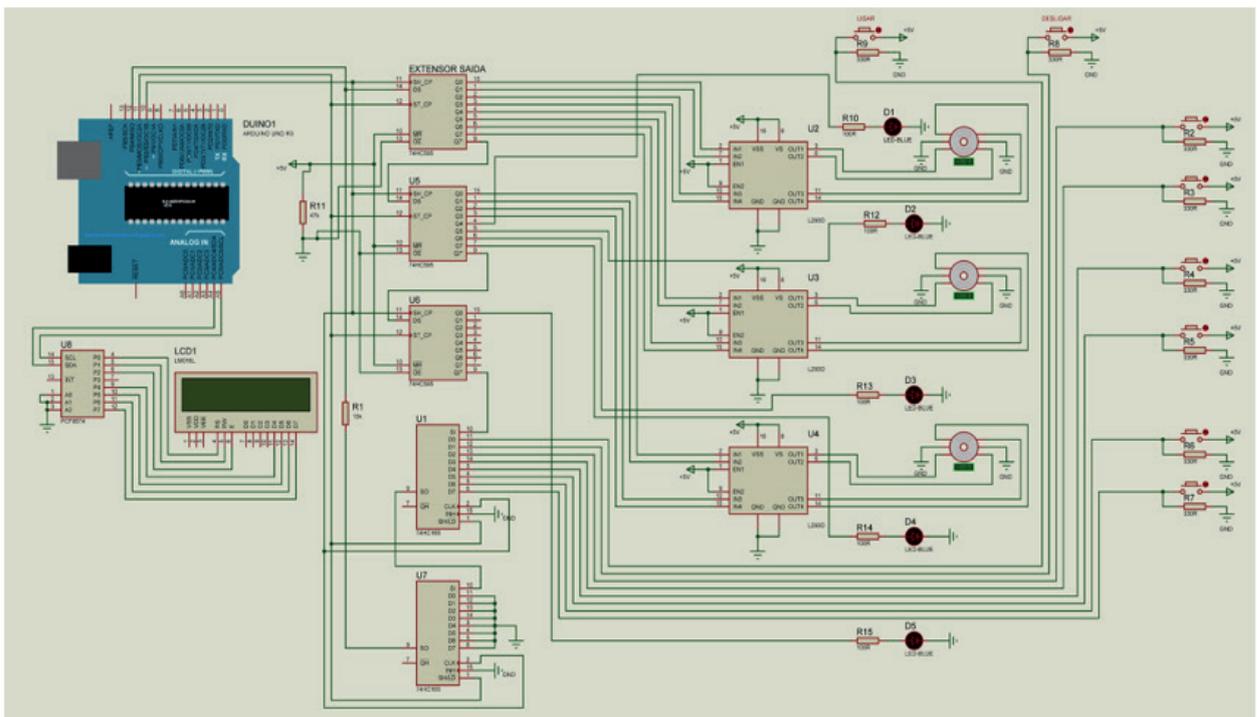


Figura 3. Protótipo do circuito elétrico na *Protoboard*.

3.4 OPERAÇÃO DO SIMULADOR

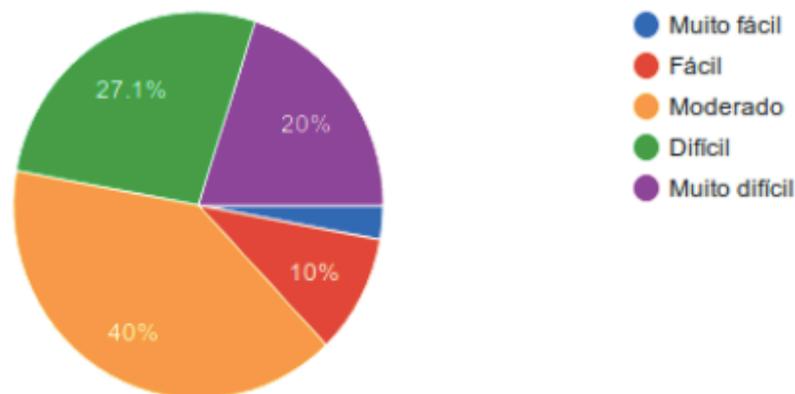
Ao dar início à operação do simulador, o usuário inicialmente deve ligar o gerador. Após isso, é possível decidir descer quantas barras de controle quiser ou simplesmente desligar completamente o reator. É válido ressaltar que, para desligar o reator, é necessário que as três barras de controle estejam totalmente abaixadas. Portanto, mesmo que o usuário não pressione o botão para desligar o reator, se o mesmo descer as três barras, o reator desligará da mesma maneira.

4 | RESULTADOS PRELIMINARES

A fim de avaliar a necessidade do simulador do Reator Triga IPR-R1 como ferramenta de divulgação científica da área nuclear, foram aplicados questionários a 70 pessoas de diferentes áreas, sendo a maior parte da área de Tecnologia da Informação e nenhuma delas da área Nuclear. Na primeira questão, decidiu-se por avaliar o quanto estas pessoas acreditam que operar um reator nuclear seja difícil para um profissional treinado. A Figura 4 exibe os resultados da pesquisa.

Para um profissional treinado, qual seria a dificuldade na operação de um reator nuclear?

70 responses



Resultado da Primeira Pergunta.

Figura 4. Resultado da Primeira Pergunta.

Em seguida, desejou-se avaliar o quanto estas pessoas sabem sobre as utilidades de um reator nuclear. A Figura 5 exibe os resultados da pesquisa.

De acordo com seus conhecimentos, quais são as utilidades de um reator nuclear?

70 respostas

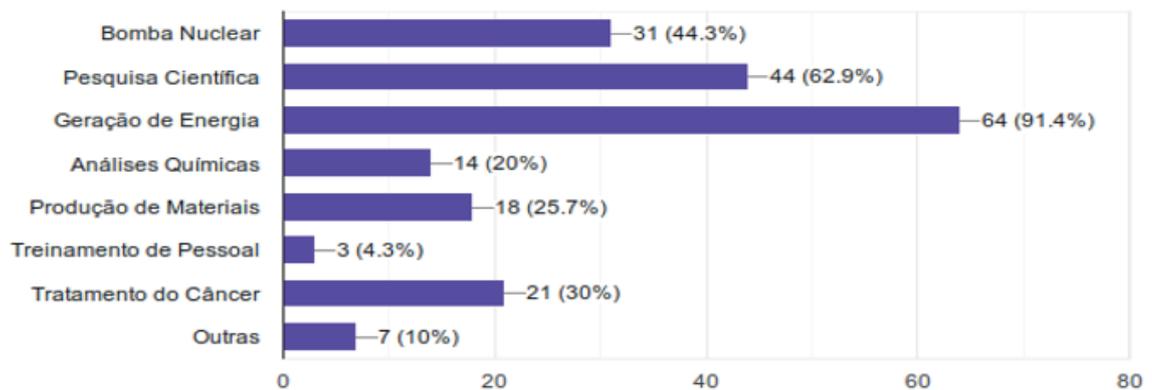


Figura 5. Resultado da Segunda Pergunta.

Por fim, as duas últimas perguntas questionavam se o indivíduo sabia o que era um reator de pesquisa e se gostaria de um dia aprender sobre e operar um reator deste tipo. O resultado mostrou que 88.6% dos entrevistados não sabe o que é um reator de pesquisa e 74.3% gostaria de aprender sobre e operar um reator deste tipo.

Analisando os resultados da Figura 4, podemos perceber que poucas pessoas consideram que operar um reator de pesquisa seja uma tarefa fácil ou muito fácil para um profissional treinado, o que demonstra total falta de conhecimento por parte dos entrevistados em relação à operação de um reator. Já nos resultados exibidos na Figura 5, podemos perceber que importantes utilidades do reator como Tratamento de Câncer e Análises Químicas praticamente não foram citados. Por fim, as respostas das duas últimas questões demonstram que os entrevistados não tinham conhecimento sobre reator de pesquisa e que achariam interessante ter a oportunidade de operá-lo, o que faz com que este trabalho seja de bastante significado.

5 | PRÓXIMOS PASSOS

A construção do simulador do reator nuclear IPR-R1 proposta neste trabalho possui como foco despertar em seus usuários a curiosidade e a capacidade investigativa necessárias para a compreensão de conceitos da área nuclear. As próximas atividades a serem desenvolvidas para a construção do simulador são respectivamente: validação do protótipo virtual, programação da placa Arduino, dimensionamento e confecção das peças para montagem do simulador, construção e validação do simulador.

REFERÊNCIAS

BARROS, Paulo Ricardo Muniz et al. Um simulador de casos clínicos complexos no processo de aprendizagem em saúde. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 1, 2012.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino**. Novatec Editora, 2015.

MEIRELES, Sincler Peixoto de. **Modelagem e cálculo de queima do reator triga ipr-r1 utilizando os códigos mcnpx e serpent**. 2018. Tese de Doutorado.

SANTOS, Rita Sofia Ramalho dos. **O simulador Photolab num espaço de aprendizagem por investigação no desenvolvimento de competências do processo científico**. 2018. Tese de Doutorado.

SANTOS, THAIS CONDE DIAS. Museu Interativo de Vídeo Jogos. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design de Ambientes)-Universidade do Estado de Minas Gerais**, 2012.

SOARES, Antonio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933, 2015.

VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

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>. Personal homepage: <https://ernanemartins.wordpress.com/>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aeromodelo 123, 128

Algoritmo 19, 20, 48, 50, 53, 54, 55, 57, 58, 90, 138, 172, 173, 174, 180, 182

AngularJS 37, 38, 39, 43, 47

Aplicativos 38, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 99, 101, 146, 174

Aprendizado de máquina 48, 50, 58

Aprendizagem 26, 27, 31, 33, 34, 35, 58, 70, 71, 72, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 87, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 137, 197, 198, 199, 200, 206

Arduino 28, 29, 30, 34, 124, 130, 131, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 205, 206

Arquitetura 4, 6, 7, 11, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 50, 51, 52, 60, 65, 66, 67, 76, 93, 97, 100, 130, 156, 184, 186, 187, 190, 191, 192, 194

Ataques cibernéticos 172, 174, 176, 180

Automação 1, 3, 5, 9, 13, 26, 28, 30, 33, 90

B

Banco de dados 4, 8, 10, 20, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 51, 52, 54, 70, 74, 93, 156, 167, 174, 175, 176, 207

Bateria 76, 121, 124, 125, 126, 127, 129, 130

Blockchain 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 194, 195, 196

BPMN 4, 9, 13, 14, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 164, 165

C

Cálculo espectral 107, 109, 116

Ciência da informação 60, 61, 68, 207

Circuitos elétricos 26, 28, 30, 33, 203

Competência 78, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Computação 1, 35, 36, 66, 70, 71, 72, 76, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 103, 105, 121, 137, 201, 207

Contagem de pedestre 133, 138, 139

D

Digital 1, 2, 60, 61, 62, 68, 69, 80, 104, 123, 129, 133, 134, 143, 144, 146, 173, 182, 187, 190, 193

Diretrizes curriculares 82, 83, 94

Disciplina 72, 75, 76, 77, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 102, 103, 104, 160

Dispersão criptográfica 172, 173

Drone 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

E

Educação 3, 4, 5, 6, 7, 14, 27, 28, 33, 34, 35, 82, 83, 96, 104, 105, 107, 173, 183, 194, 195, 198, 206, 207

Elicitação de requisitos 151, 152, 154, 156, 164, 165

Engenharia de software 70, 71, 72, 80, 81, 165

Ensino 5, 7, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 84, 85, 87, 88, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 104, 105, 106, 143, 160, 197, 198, 199, 200, 206

F

Formação 13, 25, 34, 72, 82, 83, 84, 86, 87, 91, 92, 94, 105, 119, 200

Framework 5, 8, 36, 37, 40, 41, 43, 46, 47, 156, 182

Front-end 37, 39, 40, 43

Full-stack 36, 37, 40, 43

I

Imagens médicas 15, 16, 17, 19, 25

Informação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 20, 24, 25, 26, 27, 36, 45, 48, 49, 52, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 84, 85, 89, 91, 95, 107, 120, 133, 134, 137, 143, 144, 146, 149, 150, 151, 160, 164, 166, 167, 168, 172, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 197, 204, 207

Inteligência artificial 48, 49, 58, 62

Internet 33, 47, 51, 62, 69, 75, 100, 101, 103, 144, 149, 150, 172, 182, 185, 195, 196

Islandtest 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

J

Java 38, 51, 87, 156, 178, 191

Javascript 37, 38, 40, 41, 43, 44, 47, 70, 71, 74, 75, 173, 177, 181, 182, 190

Jogos 29, 31, 32, 33, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 206

Jogos educativos 70, 72, 80

L

Laboratório 7, 29, 31, 33, 168

Linguagem R 107, 110

M

Manutenção 2, 5, 6, 10, 43, 63, 72, 109, 158

Message-Digest Algorithm 172, 173, 181

MeteorJS 36, 37, 40

ML-SAI 95, 96, 97, 99, 101, 102, 104, 105
Mobile learning 96, 98, 104
Modelo pedagógico 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 104, 105
MongoDB 37, 40, 43, 44

N

node.js 37, 41, 47

O

Ontologia 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13

P

Programação 19, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 51, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 99, 102, 103, 104, 105, 124, 137, 168, 173, 201, 203, 205, 207
Protótipo 54, 129, 203, 205
Python 52, 87, 88, 137, 173, 181

Q

Quadricóptero 126, 129, 130
QuantumGIS 107, 108

R

Raciocínio lógico 30, 33, 34
Rastreamento 51, 133, 134, 135, 137, 138, 140, 141
Reator nuclear 197, 199, 200, 202, 204, 205
Redes sociais 99, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 192
Rede YOLO 135, 136, 137, 140
Requisitos 74, 77, 78, 79, 81, 101, 120, 122, 126, 134, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165
Robótica 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 90

S

Sala de aula invertida 95, 96, 98, 99, 100, 104, 105, 106
Scratch 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33
Segurança 42, 48, 76, 107, 120, 122, 126, 134, 143, 144, 145, 146, 149, 150, 172, 173, 174, 181, 185, 186, 187, 190, 192, 194
Simulador 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206
Sincronização de dados 36, 37, 44, 46

Sistema de informação ambiental 166

Sistemas de informação 1, 15, 26, 36, 48, 49, 59, 60, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 84, 91, 95, 107, 120, 133, 143, 151, 166, 172, 183, 197, 207

Sustentabilidade 1, 2, 13

T

Técnica REMO 151, 152, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Tecnologia 3, 4, 5, 7, 1, 2, 14, 27, 28, 29, 33, 49, 51, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 77, 82, 98, 99, 100, 105, 107, 123, 129, 132, 137, 150, 151, 152, 162, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 204, 207

Tecnologia da informação 2, 14, 60, 61, 62, 63, 68, 184, 188, 204, 207

Testes de software 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 80

V

VANT 121, 126, 128, 130, 131

Visão computacional 15, 24, 137

W

Web de dados 60, 61

X

XPDL 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 161, 164, 165

Sistemas de Informação e Aplicações Computacionais

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020

Sistemas de Informação e Aplicações Computacionais

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020