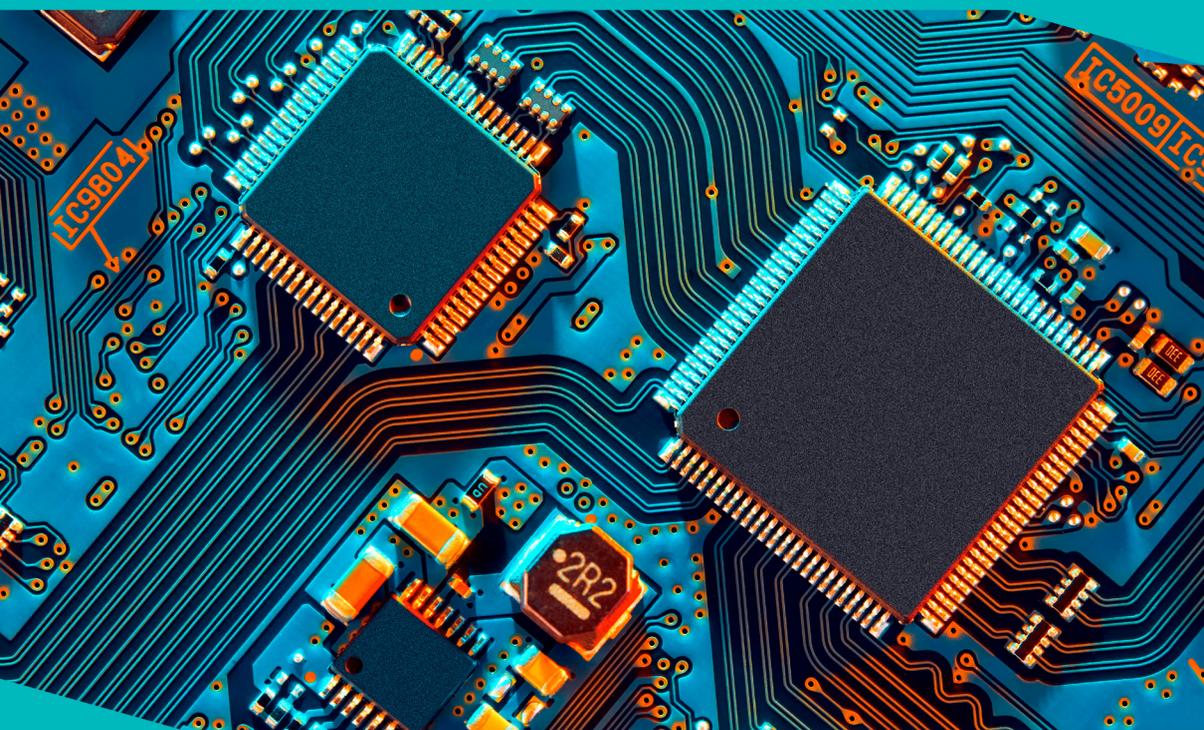


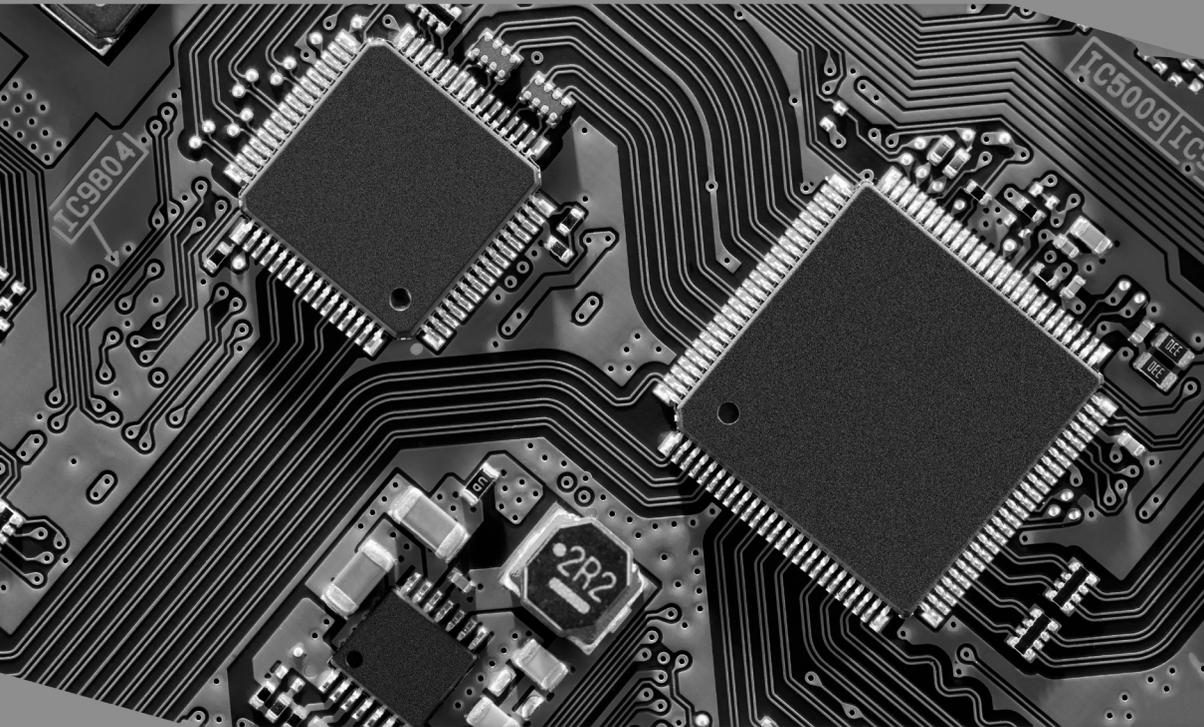
ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



Ernane Rosa Martins
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

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

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ensino, pesquisa e desenvolvimento na engenharia eletrônica e computação

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino, pesquisa e desenvolvimento na engenharia eletrônica e computação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-787-1

DOI 10.22533/at.ed.871211902

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

CDD 621.38

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

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

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

DOI 10.22533/at.ed.8712119021

CAPÍTULO 2..... 18

AGREGANDO SMARTNESS A UMA CIDADE / REGIÃO USANDO LOD

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

DOI 10.22533/at.ed.8712119022

CAPÍTULO 3..... 32

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

Ramon Mayor Martins

DOI 10.22533/at.ed.8712119023

CAPÍTULO 4..... 39

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

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

DOI 10.22533/at.ed.8712119024

CAPÍTULO 5..... 49

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

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

DOI 10.22533/at.ed.8712119025

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

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

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

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 16/11/2020

Osmar Roncasalia Junior

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

Carlos Eduardo Ribeiro

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

José Reinaldo Merlin

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

Daniela de Freitas Guilhermino Trindade

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

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

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

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

SOFTWARE INSPECTION BASED ON CODE READING APPLIED TO DENTAL MANAGEMENT SOFTWARE

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

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

1 | INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

1.1 Objetivo

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

1.2 Metodologia

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

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

1.3 Organização do trabalho

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

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

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

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

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

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

2.1 Modelos utilizados na inspeção

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

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

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

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

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

2.2 Taxonomia de defeitos utilizada na inspeção

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

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

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

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

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

2.3 Seleção dos artefatos e desenvolvedores

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

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

a sua coleta de requisitos até sua posterior manutenção.

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

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

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

Desta forma, foram selecionados sete membros, sendo eles:

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

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

2.4 Preparação da inspeção

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

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

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

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

Foram criados dois formulários eletrônicos, sendo possível posteriormente coletar

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

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

2.5 Aplicação da inspeção e resultados

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

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

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

2.5.1 Inspeção utilizando a técnica *Ad Hoc*

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

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

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

Defeitos em Variáveis

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

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

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

Defeitos em funções

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

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

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

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

Defeitos na Arquitetura

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

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

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

2.5.2 Inspeção utilizando a técnica checklist

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

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

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

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

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

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

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

Variáveis

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

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

Quadro 1. Perguntas relativas a variáveis.

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

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

Funções

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

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

Quadro 2: Perguntas relativas a funções.

Construtores

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

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

Quadro 3: Perguntas relativas a construtores.

Condições

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

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

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

Quadro 4: Perguntas relativas a condições.

Repetição

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

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

Quadro 5: Perguntas relativas a repetição.

2.6 Análise dos resultados

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

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

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

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

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

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ad hoc 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Algoritmo genético 1, 2

Análise de componentes 131

Análise preditiva 131

Antenas 32, 33, 34, 37, 38

Antropometria 100, 101, 103, 105

Aplicativo móvel 44, 117, 119, 121, 123

Automatização 100, 102

C

Checklist 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Cidades inteligentes 18, 19, 20, 25, 30

Código 33, 47, 54, 56, 59, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 97, 98, 111, 112, 113, 160

Compartilhamento 19, 20, 142, 143, 146, 148, 149, 150, 152

Computação 18, 20, 35, 39, 47, 53, 57, 60, 70, 71, 72, 76, 78, 82, 86, 91, 100, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 115, 125, 127, 129, 154, 155, 156, 157, 159, 165, 166

Comunicação de dados 142, 144

Conscientização 117, 118, 119, 120, 121, 122

Consórcio W3C 19, 23

Contagem 154, 158, 160, 164

Correlação 138, 140, 154, 160

D

Dados abertos conectados 19, 20, 21, 22, 25, 30

Dispositivo móvel 39, 44

Distribuição de vapor 1, 2

E

Educação 39, 59, 60, 62, 86, 101, 103, 106, 109, 116, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 155, 157, 163, 164, 165, 166

Ensino 19, 20, 25, 49, 50, 51, 52, 59, 60, 70, 72, 78, 86, 107, 109, 111, 115, 116, 124, 126, 127, 129, 154, 157, 158, 159, 163, 164, 165

Ensino superior 19, 20, 25, 124, 126, 129

Ergonomia 117, 118, 119, 120, 122, 123

Escalonamento 70, 71, 72, 73, 74, 80, 81, 84, 85

F

Falhas incipientes 131, 132, 133, 138, 139

Framework 21, 23, 27, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 140

I

Informática 71, 78, 86, 116, 119, 121, 124, 126, 129, 130, 165, 166

Inteligência computacional 131, 140

Internet 19, 20, 23, 64, 76, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

J

JavaFX 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59

Jogos 49, 51, 52, 59, 104, 115, 157

M

Medição 100, 104, 105

Modelamento 2, 33

O

Ordenação 154

Orientação a objetos 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60

P

Pensamento computacional 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165

Plataforma web 39, 40

Processo 1, 2, 26, 33, 41, 42, 44, 50, 59, 60, 70, 71, 72, 74, 75, 79, 80, 81, 89, 90, 102, 105, 107, 110, 126, 128, 131, 133, 138, 144, 155, 156, 164

Programação 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 90, 92, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 128, 138, 157, 166

R

Recuperação de energia 2

Rede elétrica 132, 133, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Robótica 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116

S

Shadow IT 124, 125, 126, 128, 129, 130

Simulação 17, 32, 33, 72, 74, 75, 79, 80, 81, 83, 108, 149

Software 12, 17, 21, 32, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 113, 114, 115, 116, 124, 125, 127, 128, 129, 140, 150, 166

T

Tecnologia da informação 124, 125, 166

Telecomunicações 32, 37, 38, 126, 143, 145

Teste 70, 74, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85, 119, 132, 143, 149, 150, 151

Treinamento 92, 101, 117, 118, 122

U

Usabilidade 70, 73, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85, 121, 127

W

Web 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 31, 33, 39, 40, 41, 44, 45, 63, 86

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ernane Rosa Martins
(Organizador)


Ano 2021

ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ernane Rosa Martins
(Organizador)


Ano 2021