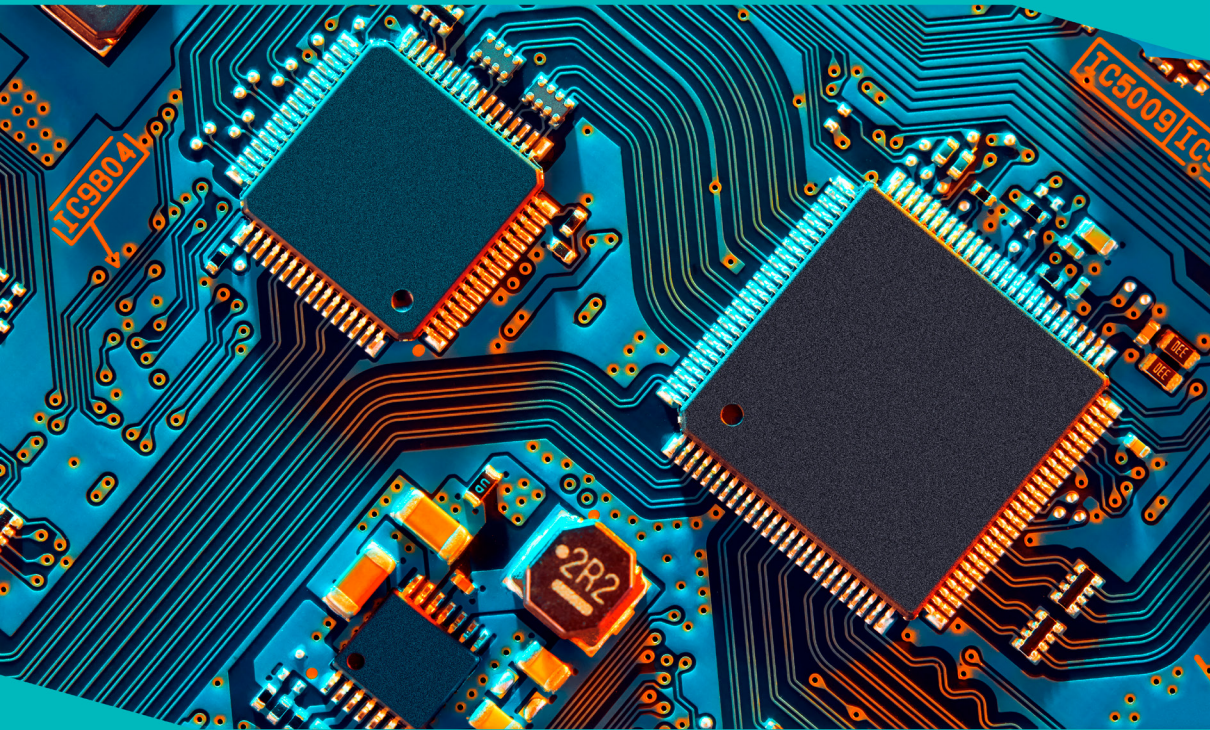


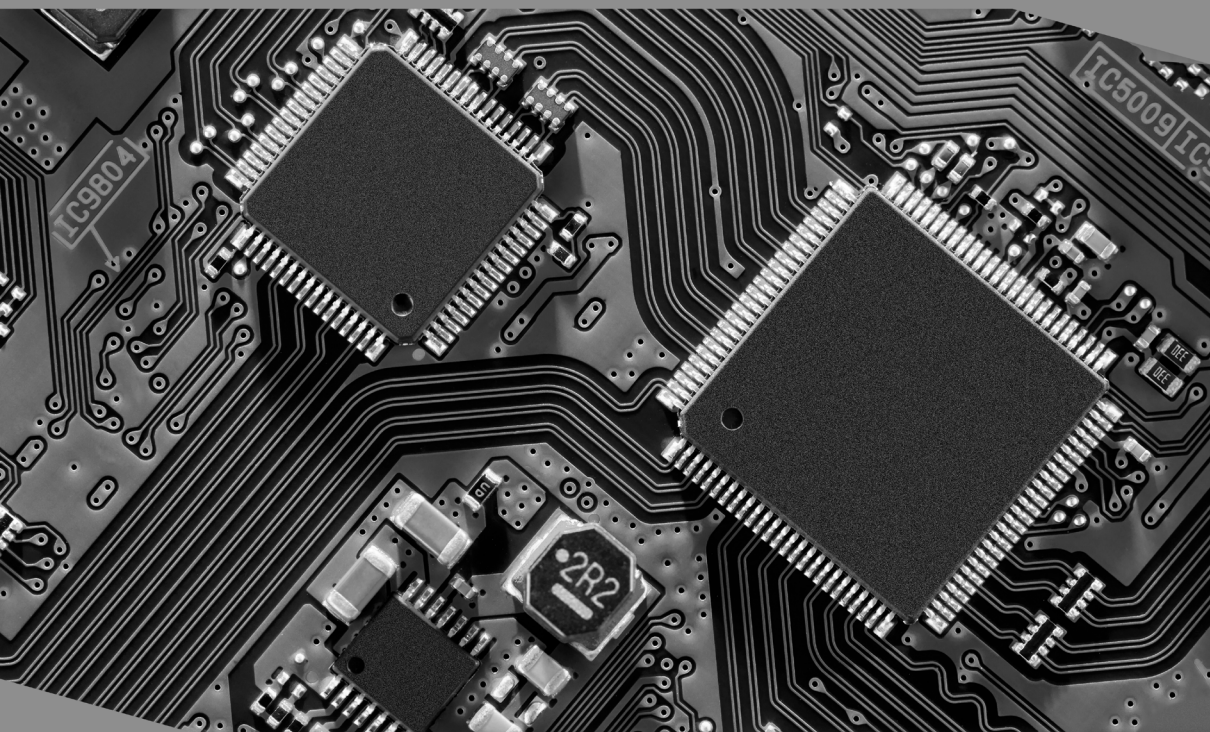
ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

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

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

Ensino, pesquisa e desenvolvimento na engenharia eletrônica e computação

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-787-1

DOI 10.22533/at.ed.871211902

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

CDD 621.38

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Ano 2021

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

TRANSMISSÃO DE DADOS VIA REDE ELÉTRICA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO EM RESIDÊNCIAS PARA COMPARTILHAMENTO DE INTERNET E OUTROS RECURSOS COMPUTACIONAIS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 21/12/2020

Álvaro Gonçalves de Barros

IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Campus Arraial do Cabo
Campos dos Goytacazes – RJ
<http://lattes.cnpq.br/404304779323650>

RESUMO: A utilização da rede elétrica existente nas residências para a implementação de uma rede de dados, compartilhamento de internet e outros recursos computacionais é uma alternativa para levar conectividade a diversos pontos da residência, porém, verificar esta implementação, seus resultados e possíveis problemas é necessário. Este trabalho criou e desenvolveu um pequeno laboratório simulando uma rede para compartilhamento de dados e internet residencial utilizando a tecnologia Power Line Communications (PLC). Os testes realizados constataram a funcionalidade, mas problemas que podem impactar determinadas comunicações foram identificados, entretanto, ficou comprovada a viabilidade de utilização residencial, apesar de, quando comparada a outras tecnologias, possuir alguns pontos em desvantagem, que em ambientes residenciais e de pequenos escritórios, como velocidade e latência na rede, não impactam na sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação de dados, Internet, Compartilhamento, Rede Elétrica,

Internet Residencial.

DATA TRANSMISSION VIA ELECTRICAL NETWORK: AN ANALYSIS OF VIABILITY OF RESIDENCE USE FOR INTERNET SHARING AND OTHER COMPUTATIONAL RESOURCES

ABSTRACT: The use of existing power lines in homes to implement a data network, Internet sharing, and other computing resources is an alternative to bring connectivity to various parts of the residence, however, verify this implementation, results and possible problems is necessary. This work has created and developed a small laboratory simulating a network for data and residential Internet sharing using the Power Line Communications (PLC) technology. The tests verified the functionality, but problems that can impact certain communications were identified, however, demonstrated the feasibility of residential use, although compared to other technologies, have some points at a disadvantage.

KEYWORDS: Data communication, Internet, Sharing, Power grid, Residential Internet.

1 | INTRODUÇÃO

A sociedade busca constantemente novas formas de conectividade. Vive-se um mundo virtual tão intenso quando o mundo real, onde as pessoas possuem vidas quase que paralelas. Neste sentido, Carvalho (2011), afirma:

“O mundo está em meio a uma revolução tecnológica, onde TI e telecomunicação estão se fundindo para criar o que chamamos de Sociedade Conectada. Quando uma pessoa se conecta, sua vida muda; quando tudo está conectado, o mundo muda. Essa é a essência.” (CARVALHO, 2011).

Nota-se um crescimento concreto no número de brasileiros e domicílios com conexões à internet. Neste sentido, é fundamental o desenvolvimento e a consolidação de novas formas de interconexão e meios de transmissão, capazes de permitir altas velocidades de transmissão de dados, tanto para empresas, quanto para as redes que são instaladas e configuradas nas próprias residências que, muitas vezes, possuem mais de um dispositivo que necessitará de ponto de acesso à rede mundial de computadores. Cada vez mais serviços têm sido oferecidos aos brasileiros através das companhias de telecomunicações e outras empresas, a integração de dados, voz e vídeo é tendência nas ofertas de serviços para o cidadão, na qual, na maioria das vezes, há um compartilhamento dos serviços dentro das residências devido ao fato da ligação de somente um ponto de internet ofertado pelo provedor do serviço, quer por conexões ADSL, Cabo ou outras formas de meios de transmissão.

Muitas vezes, são criadas redes locais com a passagem de cabos ethernet específicos, ou utilização de modems e roteadores para redes sem fio buscando compartilhar os recursos, porém, sempre há uma necessidade de se implementar a infraestrutura e adquirir os equipamentos necessários. Este estudo buscou um levantamento teórico e prático da viabilidade da utilização de uma outra possibilidade na transmissão dos dados e compartilhamento dos recursos dentro das residências, a transmissão de dados pela rede elétrica, conhecida como Power Line Communications (PLC) ou Broadband Over Power Lines (BPL) e um pequeno teste em ambiente de laboratório simulando uma rede de acesso para as residências será apresentado.

2 | TRANSMISSÃO DE DADOS PELA REDE ELÉTRICA

A tecnologia de transmissão de dados que utiliza como meio de transmissão a infraestrutura de rede elétrica, também conhecida como Power Line Communications (PLC) ou Broadband Over Power Lines (BPL) surgiu da oportunidade de se aproveitar um meio físico já pronto para poder transmitir dados, reduzindo custos e ampliando as possibilidades de levar o acesso em lugares antes com dificuldades de infraestrutura, uma vez que, a própria rede elétrica já é bastante difusa e implementada pelo mundo, interligando lugares remotos ou não, surgindo, então, como um meio alternativo para a transmissão de dados. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), define a PLC como:

“[...]um sistema de telecomunicações que utiliza a rede elétrica como meio de transporte para a comunicação digital e analógica de sinais como Internet, vídeo e voz. Assim, a tomada que liga os eletrodomésticos pode se tornar um ponto de rede de dados para a provedora de Internet ou TV por assinatura,

por exemplo. " (ANEEL, 2009).

Para que os dados sejam transmitidos pelo meio físico cabeado da rede elétrica, os sinais são modulados e colocados no meio de transmissão. A modulação consiste na transformação do sinal para um padrão que o meio físico de transmissão possa reconhecer. A evolução das técnicas de modulação permitiu que a rede elétrica pudesse ser utilizada para transmissão de dados. Neste contexto, Braga (2008) corrobora sobre modulação afirmando:

“Somente com o avanço das técnicas de modulação foi possível o desenvolvimento da tecnologia PLC. Isto porque a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão por meio de um determinado meio físico, ou canal.” (BRAGA, 2008).

Outro fator que contribuiu para a transmissão de dados pela rede elétrica foi a própria melhoria nas técnicas de multiplexação. A multiplexação é a capacidade de dividir o meio de transmissão em canais, onde múltiplos tipos de informação e sinais podem ser transmitidos simultaneamente por canais diferentes ou utilizando todo o canal por um determinado tempo, que é alocado para cada informação ou sinal para que possa transmitir. Sobre a multiplexação, Braga (2008) cita: *“A multiplexação é outro requisito importante para a transmissão de informação. Esta consiste em combinar vários sinais para a transmissão em um mesmo meio físico.”*

As redes PLC podem ser classificadas em três tipos:

- PLC Externa;
- PLC Interna;
- PLC Doméstica.

A PLC Externa é a utilização pelas próprias concessionárias, de suas linhas de transmissão de energia elétrica, tanto as de média, quanto as de alta tensão, para o tráfego de dados. A PLC Interna é a utilização da infraestrutura da rede elétrica pronta de condomínios ou prédios para o tráfego de dados e, a PLC Doméstica, é a utilização da infraestrutura elétrica da própria residência do usuário, dentro do seu ambiente privado, sendo necessário já possuir um acesso à internet e utilizar a rede PLC para a distribuição do sinal internamente.

Auxiliando na compreensão dos tipos de PLC's existentes, Oliveira (2010) traz que o PLC Externo é um ambiente regulamentado pela ANEEL e compõe a infraestrutura elétrica das concessionárias, em ruas e avenidas das cidades, em redes elétricas de média ou alta tensão, podendo ser uma linha de comunicação de dados, porém praticamente inexistente sua exploração do país para esse fim. Já o PLC Interno o mesmo autor diz ser a infraestrutura em condomínios ou edificações, onde o usuário final não tem conectividade enquanto não houver a implementação da tecnologia PLC ou BPL que permita a troca de

informações sobre o meio físico, que poderia ser utilizado para transmissão de dados onde não há possibilidades de passagem de novos cabos, como em situações de tubulações entupidadas ou outros impeditivos de obras como prédios históricos, entre outros. Já para o PLC Doméstico, ainda Oliveira (2010) contribui afirmando ser a tecnologia empregada dentro da área privada do próprio usuário, com o objetivo de fazer a distribuição de dados usando os pontos de acesso elétricos em sua própria residência, simulando, por exemplo, o que um roteador Wi-fi faz ao compartilhar uma rede sem fio de acesso à internet internamente na residência, porém com a distribuição de pontos de acesso físicos nas tomadas internas dos cômodos, se transformando, também, em pontos de rede de dados.

Para que consigam funcionar e transmitir dados juntamente com a rede elétrica, as redes PLC utilizam diferentes faixas de frequência, tendo sido regulamentadas no Brasil pela Agência Nacional de Energia Elétrica, juntamente com a Agência Nacional de Telecomunicações, definindo o intervalo de 9Khz à 30 Mhz para faixa de transmissão de dados pela rede elétrica, que faz a transmissão da própria energia elétrica na faixa de frequência de 50Hz a 60 Hz. Neste sentido, a ANEEL traz:

“A tecnologia PLC usa a rede elétrica como meio de transmissão de informações de conteúdo multimídia (dados, voz, vídeo, áudio etc) ou para a transmissão de dados de gerenciamento, automação e controle de todos os dispositivos que são conectados à rede elétrica. Basicamente, as informações disponíveis na forma digital devem ser transformadas em sinais analógicos que são injetados na rede elétrica. Para adequar os sinais transmitidos às características das redes elétricas e, com isso, garantir sua transmissão, os sistemas de telecomunicações baseados na tecnologia PLC são, atualmente, projetados para funcionar na faixa entre 9 kHz e 30 MHz e utilizam alguns elementos/dispositivos instalados nas redes elétricas, tais como: estação PLC base, repetidor e gateway, acopladores, bypass, roteador e modem PLC.” (ANEEL, 2009).

Sobre a faixa de frequência para transmissão da energia elétrica, Vitor (2013) afirma que “*A rede de energia elétrica foi projetada para trafegar sinais de potência na frequência de 50Hz ou 60Hz*”. Entretanto, o mesmo autor afirmou que no tráfego de informações e dados as frequências utilizadas são nas potências de Khz e Mhz, *Kilohertz* e *Megahertz* respectivamente, adotando tempos como banda estreita e banda larga.

No Brasil a utilização das redes PLC ainda é pouca, apesar das possibilidades de suas aplicações. No contexto das aplicações, Oliveira (2010) comenta que são diversas as possibilidades da adoção da tecnologia, porém, o segmento das telecomunicações teve a implementação de forma mais rápida, chegando com suas estruturas convencionais de disponibilização dos seus serviços até os locais destinados e, dentro das edificações, passaram a utilizar as redes PLC para entregar os sinais ao consumidor final. Também corrobora informando que a utilização do tráfego de dados sobre rede elétrica, é bem aceita em locais cuja inviabilidade de se passar cabeamento específico de dados impera, assim como, em lugares que são impedidos de realizar novas obras.

Sobre as vantagens da utilização do PLC para o tráfego de dados em ambientes residenciais, principalmente para o compartilhamento de internet e alguns recursos computacionais, pode-se citar:

- Infraestrutura física já pronta, sem a necessidade de se passar cabeamento específico para a rede de dados;
- Possibilidade de se atender todos os cômodos da casa sem gastos adicionais, qualquer ponto de energia fica disponível como um ponto de rede de dados;
- Taxas de transferência de dados que suportam, até, 600Mbps;
- Utilização de mecanismos de criptografia para garantir a integridade dos dados;
- Não influencia no funcionamento dos equipamentos elétricos ligados no mesmo circuito elétrico.

Ao apontar algumas desvantagens na utilização das redes PLC, pode-se citar:

- Questões de segurança, sendo necessárias a utilização de mecanismos para garantir a criptografia.
- Problemas de performance e interferência no tráfego de dados com a utilização de equipamentos elétricos ligados às tomadas da mesma rede;
- Possibilidade de qualquer ponto de energia se tornar uma fonte de interferência no tráfego dos dados;
- Interferências e ruídos gerados na rede elétrica que podem afetar a transmissão dos dados, com picos de frequência gerados por eletrodomésticos e equipamentos que utilizam motores e bobinas, que interferem nas frequências destinadas à PLC.
- Limitações aos dispositivos, uma vez que, todos deverão estar ligados à rede elétrica através de cabeamento, sendo necessária a instalação de roteadores Wi-fi conectados à rede PLC para permitir o acesso de dispositivos móveis que utilizam redes sem fio.

Ainda ao tratar das vantagens e desvantagens, Fillipetti (2009) afirma:

“Uma das grandes vantagens do uso da PLC é que, por utilizar a rede de energia elétrica, qualquer *“ponto de energia”* pode se tornar um ponto de rede, ou seja, só é preciso plugar o equipamento de conectividade (que normalmente é um modem) na tomada, e pode-se utilizar a rede de dados. Além disso, a tecnologia suporta altas taxas de transmissão, podendo chegar a 200Mbps, quando operado nas faixas frequência de 1,7 a 30 MHz. ”
(FILIPPETTI, 2009)

Uma das possibilidades de qualquer ponto de energia, tomadas em residências ou empresas, podem se tornar um ponto possível para acesso a rede de dados, teoricamente, uma considerável vantagem por permitir otimizar e reduzir custos com cabeamento de

rede, entretanto, Filippetti (2009) discorda desse ponto de vista ao afirmar que este “ponto de acesso de dados” através da rede elétrica é uma desvantagem por ser um ponto de interferência na medida em que outros equipamentos ligados à rede elétrica podem sofrer e gerar esta interferência. Também considera a PLC ter desvantagem por ter uma comunicação half-duplex, ou seja, uma comunicação que pode enviar e receber dados pelo mesmo meio de transmissão, porém em momentos distintos e, com equipamentos compartilhando este meio de transmissão. Finaliza que, quando comparada a tecnologias como xDSL, a PLC possui desvantagens gritantes, que impedância, oscilação e atenuação podem ter grandes variações repentinas quando aparelhos elétricos são ligados e representam uma ameaça na transmissão de dados.

Oliveira (2010) contribui sobre as vantagens e desvantagens da PLC ao afirmar:

“Dentre as vantagens oferecidas pela tecnologia PLC/BPL pode-se citar a capacidade de utilizar a infraestrutura elétrica existente como meio de comunicação evitando custos associados à construção de novas redes. Além disso, a tecnologia de banda larga possui altas taxas de transferência, as quais vão de 45Mbps até 200Mbps na camada física, valores estes suficientes para a construção de redes de acesso.” (OLIVEIRA, 2010).

“Como qualquer outra tecnologia, a tecnologia PLC/BPL também possui desvantagens. Pode-se citar que o desempenho da rede de comunicação depende fortemente das características da rede elétrica, assim como das cargas elétricas conectadas à mesma. Uma vez que tais características e cargas elétricas são variantes no tempo, torna-se relativamente complicada a tarefa de controlar tal ambiente.” (OLIVEIRA, 2010).

Os estudos em referenciais teóricos apontam diversas características e possibilidades de implementações da transmissão de dados pela rede elétrica, assim como, vantagens e desvantagens, direcionando para a viabilidade da utilização de PLC, principalmente no ambiente interno e doméstico, entretanto, também demonstram os riscos e possíveis problemas que merecem atenção.

Carvalho (2006), auxilia na compreensão dos possíveis problemas da transmissão de dados sobre a rede elétrica quando afirma que as linhas de transmissão não foram projetadas para dados, possuem grandes demandas que podem causar interferência, como ruídos e altos níveis de atenuação. Também aponta que o eco existente é relevante devido a múltiplos canais existentes para o trajeto e, devido a essas várias intempestividades do meio de transmissão, a reflexão surge devido a impedância. Conclui dizendo que são um meio hostil para a transmissão de dados.

Ao utilizar uma rede PLC, a conexão é estabelecida em camada 2 do modelo de referência OSI, ou seja, a camada de Enlace, permitindo que possam ser utilizados diversos protocolos de camada 3 do modelo OSI, como o próprio protocolo TCP/IP, que é o protocolo da internet e, também, o protocolo mais utilizado em configurações de redes atuais. A implementação de uma rede PLC vai estabelecer o enlace de dados sobre o meio

físico de transmissão, sendo necessários a utilização de adaptadores PLC, que farão a interligação das placas de redes dos computadores e demais dispositivos computacionais à rede elétrica, utilizando um cabo de rede padrão Ethernet ligando a placa de rede do computador ao adaptador PLC e, este, conectado à tomada da rede elétrica. O adaptador é o responsável pelo acesso ao meio físico de transmissão e codificação dos dados, fazendo o trabalho de modulação dos sinais. Sobre a pilha de protocolos do modelo de referência OSI e a atuação da transmissão de dados PLC, no momento da instalação e configuração da rede PLC, é necessário que seja feito um pareamento entre os dispositivos, afim de, criar um enlace entre os mesmos, criando as conexões físicas e, com isso, implementando uma rede e enlace de dados seguro.

3 | OBJETIVOS

Este estudo buscou fazer uma análise da viabilidade da utilização de transmissão de dados via rede elétrica para o compartilhamento da internet e de outros recursos computacionais utilizados dentro das residências, principalmente pelo fato de já existir uma infraestrutura de cabeamento elétrico que interliga toda a casa, ou seja, sem a necessidade de se passar novos cabos ethernet e gerar novos custos.

Também foi objeto do estudo analisar a velocidade de transmissão dos dados quando comparados a outros meios de transmissão utilizados nas residências, assim como, as possíveis causas de problemas e interferências no tráfego dos dados e, ao final, apresentar justificativas para a adoção ou não da transmissão de dados pela rede elétrica nas residências buscando o compartilhamento da internet e demais recursos.

4 | METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na forma de uma pesquisa qualitativa e explicativa, buscando levantar e apontar resultados e problemas apontados em referenciais teóricos e em testes realizados em um ambiente simulado. GIL (2010) trata a pesquisa explicativa como aquela que mais se aproxima da realidade, que buscam apontar os fatores e causas que determinam certas ocorrências. Foi feita a implementação dos testes no Laboratório de Redes de Computadores do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Arraial do Cabo, com a utilização de adaptadores PLC conectados na rede elétrica do laboratório para criar uma rede local. A rede local criada com a utilização dos adaptadores foi conectada, via cabo de rede ethernet, a um roteador interligado à internet, simulando o serviço oferecido por um provedor de serviços.

Foram feitos testes de transmissão de arquivos, acesso a sites de internet, compartilhamento de recursos como impressoras, acesso à e-mails e downloads e uploads de arquivos, assim como testes de envio e respostas através do comando “ping”, para

medir a velocidade na rede através do tempo de resposta dos pacotes enviados de um emissor para uma máquina na rede como receptora. Para simular o ambiente residencial, foram utilizados em momentos distintos, alguns aparelhos eletrodomésticos, tais como: ferro de passar roupa, geladeira, aspirador de pó, interruptores de luz e máquina de furar. Todos os equipamentos foram conectados no mesmo circuito elétrico, utilizando cabos de 2,5mm com revestimento isolante. Também foram utilizados dois computadores interligados à rede elétrica através de conectores PLC Powerline AV500, com possibilidade de tráfego de dados em velocidades de, até, 500 Mbps (megabits por segundo), e distâncias de, até, 300 metros, juntamente com criptografia de 128 bits para proteção do tráfego dos dados.

5 | IMPLEMENTAÇÃO E TESTES

Para a realização dos testes, foi montada uma rede local no Laboratório de Redes do Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ, Campus Arraial do Cabo - CAC, na qual, foram utilizados dois adaptadores PLC, cada um conectado a um computador, denominados MICRO1 e MICRO2. No MICRO2, foi interligada uma impressora que seria compartilhada na rede para impressão remota a partir do MICRO1. No MICRO1, foi feito compartilhamento do disco rígido com possibilidade de leitura e gravação pela rede, para que se pudesse fazer os testes de transferência de arquivos.

Seguindo a própria referência teórica levantada em OLIVEIRA (2010) sobre as possibilidades de utilização das redes PLCs e, como o objeto foi o teste simulando uma rede doméstica, um PLC interno, a conexão de internet foi estabelecida através de uma linha com banda larga ADSL de 10 Mbps, simulando um provedor de serviços que trazia uma conexão até um roteador na chegada do sinal do provedor. Tal roteador também foi conectado à rede elétrica através de um adaptador PLC.

Como um circuito elétrico pode ultrapassar as barreiras físicas locais e, a simulação era justamente um ambiente interno e privado, foi feita a configuração do pareamento ou emparelhamento entre os três dispositivos adaptadores PLC, fazendo a implementação de segurança física na rede. Tal configuração nos adaptadores foi bem simples de ser executada, bastando pressionar o botão de “emparelhar” de cada um deles. Para este procedimento, como foram três adaptadores, os seguintes passos foram executados:

1. O botão “emparelhar” do adaptador conectado ao roteador foi pressionado por aproximadamente 1 segundo;
2. O botão “emparelhar” do adaptador conectado ao MICRO1 também foi pressionado por aproximadamente 1 segundo (para que haja o emparelhamento entre os dispositivos, o intervalo entre a execução do procedimento no adaptador PLC conectado ao MICRO1 não deve ser maior que dois minutos);

Após os procedimentos de execução para o emparelhamento, as luzes de ambos os adaptadores ficaram piscando até que pararam e permaneceram acesas, indicando que

houve o emparelhamento entre os dois dispositivos.

Foi feito então a adição do adaptador PLC conectado ao MICRO2 para o emparelhamento com o enlace já feito. Para esta execução, novamente seguiu-se pelo procedimento abaixo:

1. O botão de “emparelhar” do adaptador PLC conectado ao MICRO2 foi pressionado por aproximadamente 1 segundo;
2. Seguiu-se por pressionar novamente o botão “emparelhar” dos outros dois adaptadores por 1 segundo, sendo necessário que, este procedimento não ultrapassasse o tempo de 2 minutos entre a execução do procedimento no adaptador conectado ao MICRO2.

As luzes de cada adaptador piscaram durante um pequeno intervalo de tempo até que permaneceram acesas, indicando o emparelhamento dos três adaptadores PLCs conectados aos dispositivos computacionais que formariam a rede. Estava pronto o enlace físico para a transmissão dos dados.

O adaptador PLC utilizado possui um software próprio para efetuar algumas configurações, inclusive, configurações de segurança e testes, porém, o único recurso utilizado foi o que apontava a velocidade do enlace físico estabelecido, que demonstrou uma rede em torno de 300Mbps (mega bits por segundo) de velocidade.

Após o estabelecimento do enlace físico através da rede elétrica, foi feita a configuração lógica da rede interna. Foi utilizada uma configuração estática de endereçamento IPv4 com o endereço de rede 192.168.0.0/28. Esta configuração de endereçamento permitiu uma quantidade de 16 números IPs disponíveis, podendo endereçar até 14 interfaces na mesma rede lógica. Atribuiu-se o último número IP válido da faixa para a interface do roteador conectada na rede interna, ficando este como o Gateway da rede, endereço 192.168.0.14/28. Para o MICRO1 foi atribuído o endereço 192.168.0.1/28 e para o MICRO2 foi atribuído o endereço 192.168.0.2/28.

Após as configurações lógicas da rede, foi feito o teste para verificar a conectividade sobre o enlace estabelecido através da rede elétrica. Para estes testes foi utilizado o comando “ping”, que gera um pacote ICMP na rede, enviando um Echo Request a um host destino e, este, devendo responder com um Echo Reply. Neste sentido, foram executadas as seguintes ações:

A partir do MICRO1, foi executado o comando “ping 192.168.0.2” para testar a conectividade entre o MICRO1 e o MICRO2, tendo como resultado uma resposta positiva de conectividade e um tempo de resposta aproximado de 2ms (milissegundos). Também foi executado o comando “ping 192.168.0.14”, na qual, foi testada a conectividade entre o MICRO1 e o Roteador ADSL responsável pelo compartilhamento da internet. O resultado deste teste também foi positivo para a comprovação da conectividade, com um tempo resposta também aproximado de 1 a 2ms (milissegundos).

O mesmo procedimento foi feito a partir do MICRO2, executando comandos ping

para os dois hosts da rede, onde, em ambos os casos também retornaram um resultado de conectividade ativa, tanto para o MICRO1 quanto para o Roteador ADSL, com um tempo resposta para ambos de, aproximadamente, 2 a 3ms (milissegundos).

Os próximos testes foram de acessar sites na internet a partir dos dois computadores conectados na rede. O acesso aos sites ocorreu normalmente e com velocidade de conexão considerada normal, quando comparada a utilização em redes locais que utilizam cabeamento Ethernet tradicional ou Rede Wi-fi nos padrões atuais.

Também foram feitos testes de transferência de arquivos de um computador para o outro, onde, a taxa de transferência dos dados ficou na ordem de Mbps (megabits por segundo), uma velocidade aceitável e de acordo com as taxas esperadas em redes locais.

Outro teste feito foi a impressão remota a partir do MICRO1, acessando uma impressora instalada com conexão direta ao MICRO2 e compartilhada na rede. Os testes de impressão foram satisfatórios e nenhum problema ocorreu.

Outro teste que foi realizado buscou verificar a segurança do enlace físico. Para fazer o teste, o adaptador PLC do MICRO2 foi restaurado às configurações de fábrica, perdendo assim o emparelhamento com os demais adaptadores da rede. As configurações da rede lógica no MICRO2 permaneceram inalteradas. Após a restauração do PLC aos padrões de fábrica, foi feito novamente o teste de conectividade do MICRO2 para os outros equipamentos conectados utilizando o comando “ping”. Foi constatado que, com a restauração do adaptador e ele ter sido retirado do emparelhamento, ele saiu do enlace físico estabelecido, ficando impossibilitado de se comunicar com os outros dispositivos. Finalizado o teste de segurança física do enlace, o adaptador PLC do MICRO2 foi novamente emparelhado com a rede e a conectividade foi reestabelecida.

Todos os testes realizados no primeiro momento foram feitos sem a interferência da utilização de quaisquer equipamentos ou dispositivos que utilizassem a energia elétrica e apresentaram resultados considerados favoráveis e normais para a comunicação de uma rede local, principalmente para atender um ambiente residencial. Seguiu-se, então, para uma segunda etapa nos testes, a utilização da rede de dados simultaneamente a utilização de equipamentos eletrodomésticos e eletrônicos conectados ao mesmo circuito.

Foram feitos os mesmos testes de conectividade com a utilização do comando “ping”, porém, com a inclusão de um parâmetro no comando, “-t”, que faz com que o equipamento de origem fique enviando requisição ao equipamento destino até que se cancele o comando. Tal utilização foi feita para analisar uma possível variação no tempo de resposta ao ligar um equipamento eletrodoméstico na rede elétrica. Como resultado, em todos os testes, as respostas aos comandos executados a partir do host de origem estavam bem próximas ou idênticas aos testes anteriores, porém, ao ligar o equipamento, comprovou-se o levantamento do referencial teórico, na qual, apontava uma interferência na transmissão dos dados. Os resultados das respostas ao comando, quando os equipamentos como aspirador de pó, máquina de furar e secador de cabelo, apresentavam lentidão demasiada

e, algumas vezes, falhas na resposta, apresentando um tempo de limite expirado para a resposta do host destino, porém, nada que impedisse totalmente a comunicação da rede.

Nos testes de acesso a sites da internet, também notou-se alguns problemas como travamento momentâneo do site ao ser acessado.

Os testes de transferência de arquivos também apresentaram alguns problemas pontuais. Iniciou-se a transferência com os equipamentos desligados e, ao ligar, algumas vezes e em alguns momentos, a transferência apresentava um travamento e uma lentidão não apresentada anteriormente.

Os testes de impressão não apresentaram problemas com a utilização de equipamentos eletrodomésticos na rede.

6 | CONCLUSÕES

Apesar da rede de transmissão de dados sobre a rede elétrica ter sido regulamentada no Brasil a pouco tempo, é uma tecnologia que vem sendo estudada a anos. Ao analisar o referencial teórico, concluiu-se que ela vem como uma alternativa aos meios físicos de transmissão de dados, principalmente para lugares com dificuldade de implementar novas estruturas físicas de redes, entretanto, conforme a própria literatura apontou, vários aspectos devem ser levados em consideração, tanto como vantagem quanto desvantagem.

Os testes realizados apontaram que uma das classificações da PLC, a que se adequa aos ambientes domésticos e de domínio privado dos usuários, o PLC Interno, objeto deste estudo, traz possibilidades e viabilidade de implementação e utilização para o compartilhamento de internet dentro das residências e de outros recursos computacionais. Apesar de alguns problemas terem sido detectados nos testes, causados por interferências resultantes da utilização de equipamentos em paralelo a transmissão de dados, estes não impedem o pleno funcionamento da rede e, este estudo, considerou ser adequado e viável a utilização de redes PLC em ambientes internos e domésticos, entretanto, deve-se atentar para o fato de, hoje, a grande utilização de dispositivos móveis conectados à rede mundial de computadores dentro das residências e, isso leva a utilização de roteadores e dispositivos de pontos de acesso para redes sem fio. Esta questão deve ser analisada em trabalhos futuros com um comparativo entre os dois tipos de redes a serem utilizadas, a PLC ou redes Wi-fi, uma vez que, ao se adotar um roteador Wi-fi na chegada do acesso à internet, este mesmo pode atender a todos os dispositivos da residência, eliminando assim a utilização da rede PLC.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **PLC Internet pela Rede Elétrica – Perguntas e Respostas**. 2009. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/hotsite/plc/index.cfm?id=1739>> Acesso em 10 fev. 2015.

ANEEL. **Resolução Normativa Número 375, de 25 de agosto de 2009**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009375.pdf>>. Acesso em 12 fev. 2015

BRAGA, M. F. **Transmissão de Dados Por Meio da Rede Elétrica: Uma Abordagem Experimental**. Monografia de Graduação em Engenharia de Controle e Automação. Ouro Preto-MG. 2008. Universidade Federal de Ouro Preto.

CARVALHO, Fabrício Braga Soares de; **Aplicação de Transmissão de Dados via Rede Elétrica para o Canal de Retorno Digital**; Campina Grande-PB. 2006. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande.

CARVALHO, Solange; **Sociedade conectada, mundo conectado**; 2011. Disponível em: <<http://convergecom.com.br/tiinside/12/09/2011/sociedade-conectada-mundo-conectado/#.U9efoPldVPM>>; Acesso em 29 dez. 2014.

FILIPPETTI, M. Entenda Melhor o PLC – **Power Line Communications**. 2009. Disponível em: <<http://blog.ccna.com.br/2009/09/07/entenda-melhor-o-plc-power-line-communications/>>. Acessado em 10 fev. 2015.

GIL, A.C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

OLIVEIRA, O. L. de. **Contribuições Metodológicas à Implantação da Tecnologia PLC/BPL**. São Paulo-SP. 2010. Dissertação de Mestrado (Engenharia). – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VITOR, U. R. C. **Transmissão de Dados Via Rede Elétrica: Função Transferência utilizando Grafo de Fluxo**. Tese de Doutorado (Engenharia Elétrica). Recife-PE. 2013. Universidade Federal de Pernambuco.

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