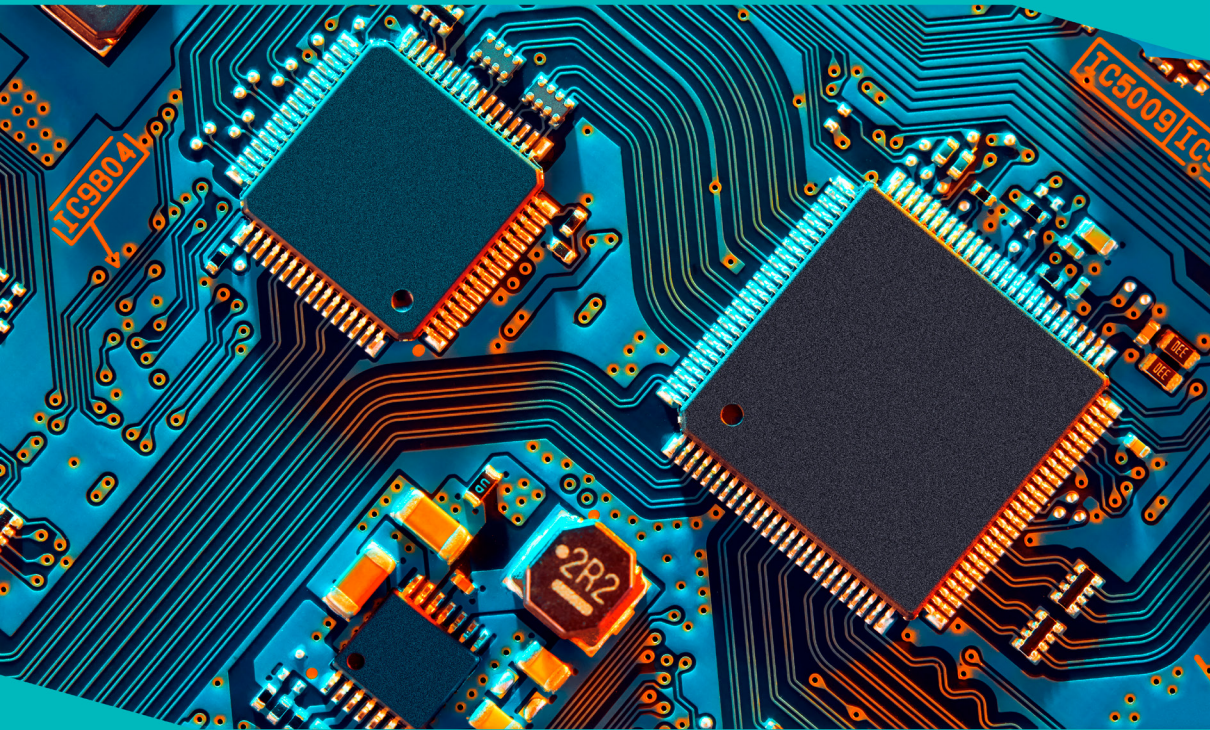


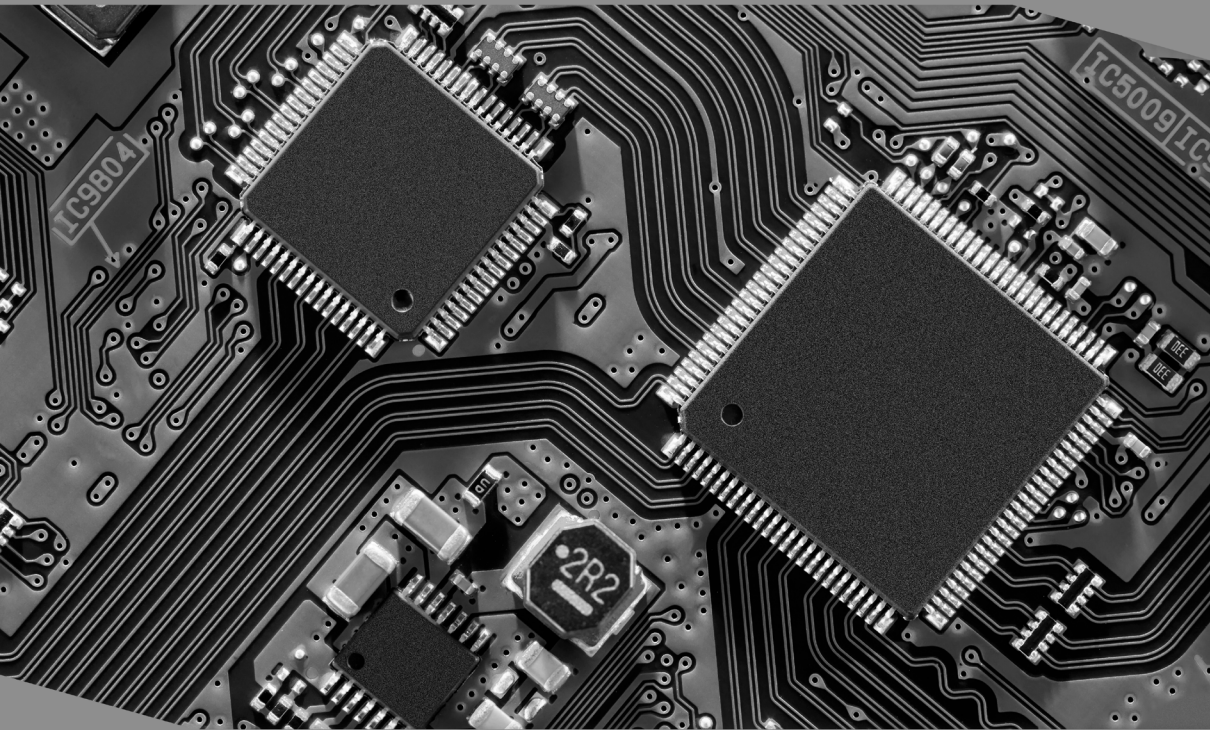
# ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO



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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Alfnas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia 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<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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](http://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**

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

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>124</b>
<b>SHADOW IT COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL: UMA ABORDAGEM NO ENSINO SUPERIOR</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87121190212</b>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>131</b>
<b>SISTEMA PREDITIVO PARA OCORRÊNCIA DE FALTAS BASEADO EM INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL</b>	
Cristina Yurika Konatu Obata Adorni	
Jorge Moreira de Souza	
Marcos Vanine Portilho de Nader	
Giovanni Moura de Holanda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87121190213</b>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>142</b>
<b>TRANSMISSÃO DE DADOS VIA REDE ELÉTRICA: UMA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO EM RESIDÊNCIAS PARA COMPARTILHAMENTO DE INTERNET E OUTROS RECURSOS COMPUTACIONAIS</b>	
Álvaro Gonçalves de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87121190214</b>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>154</b>
<b>UMA ABORDAGEM DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO APOIO AO APRENDIZADO DAS HABILIDADES DE CONTAGEM, CORRELAÇÃO E ORDENAÇÃO EM TEMPOS DE PANDEMIA</b>	
Julio Cezar Romero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87121190215</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>166</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>167</b>

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

*Data de aceite: 01/02/2021*

**Ramon Mayor Martins**

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina/Telecomunicações

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

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

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

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

**KEYWORDS:** Antenna, software, telecommunication, simulation.

### 1 | INTRODUÇÃO

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

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

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

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

## 2 | METODOLOGIA

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

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

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



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

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Software 4NEC2

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

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

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

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

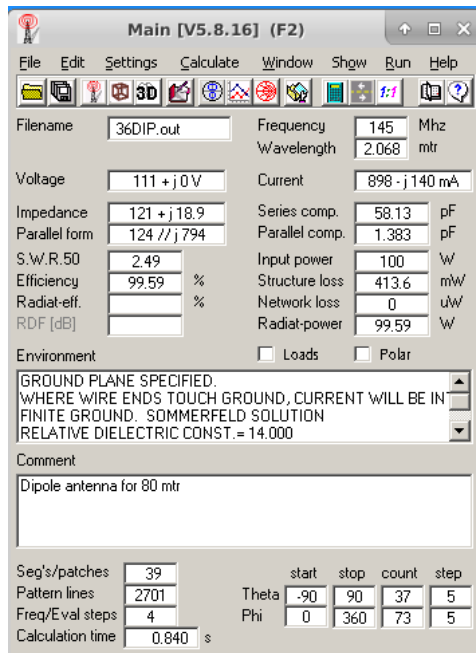


Figura 01 – Tela principal do 4NEC2.

Fonte: elaboração própria (2016).

### 3.2 Software Mmana-Gal

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

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

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

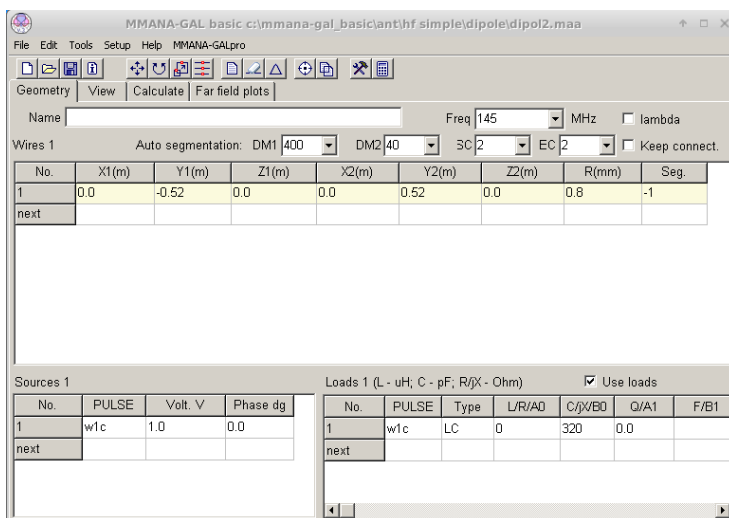


Figura 02 – Tela principal do Mmana-Gal.

Fonte: elaboração própria (2016).

### 3.3 Software EZNEC

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

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

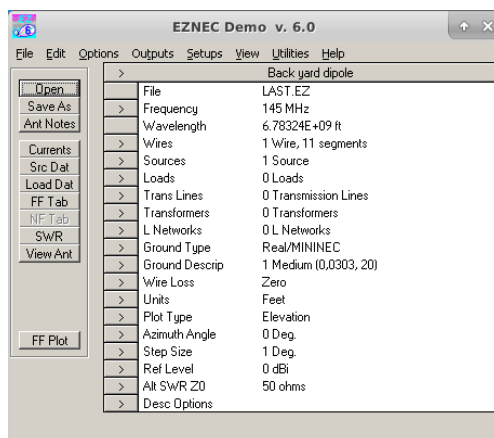


Figura 03 – Tela principal do EZNEC.

Fonte: elaboração própria (2016).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

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

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

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

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

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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

## 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Ernane Rosa Martins**  
(Organizador)

  
Ano 2021