

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

3

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

3

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

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-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.

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^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

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. 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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª 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

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 3 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-460-3

DOI 10.22533/at.ed.603200610

1. Engenharia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.3

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

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora apresenta o *e-book* “*Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico 3*”. O objetivo desta obra é mostrar aplicações tecnológicas da Engenharia Elétrica e de Computação na resolução de problemas práticos, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

O *e-book* está organizado em dois volumes que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas e relatos de casos que transitam nos vários caminhos da Engenharia Elétrica e de Computação.

O Volume III tem como foco aplicações e estudos de atividades relacionadas à Computação, abordando temas variados do *hardware* ao *software*, tais como automação e robótica, arquitetura de redes, Internet, computação em névoa, modelagem e simulação de sistemas, entre outros.

O Volume IV concentra atividades relacionadas ao setor elétrico e eletrônico, abordando trabalhos voltados para melhoria de processos, análise de desempenho de sistemas, aplicações na área da saúde, entre outros.

Desse modo, temas diversos e interessantes são apresentados e discutidos, de forma concisa e didática, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos por professores e acadêmicos.

Boa leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA DE SOFTWARE UTILIZANDO GAME DIGITAL

Antônio Carlos Pereira dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.6032006101

CAPÍTULO 2..... 15

SD-FANET: UMA ARQUITETURA PARA REDES AD HOC AÉREAS DEFINIDAS POR SOFTWARE

Diego da Silva Pereira

Luís Bruno Pereira do Nascimento

Vitor Gaboardi dos Santos

Daniel Henrique Silva Fernandes

Pablo Javier Alsina

DOI 10.22533/at.ed.6032006102

CAPÍTULO 3..... 28

UMA PESQUISA SOBRE OS MOTIVOS PARA A NÃO INSERÇÃO DO SISTEMA OPERACIONAL GNU/LINUX NOS COMPUTADORES PESSOAIS DOS ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO

Elaine Alves da Rocha Pires

Andressa Pires Marassi

DOI 10.22533/at.ed.6032006103

CAPÍTULO 4..... 33

SUBMARINE CABLES, GLOBAL CONNECTIVITY AND HUMAN RIGHTS: THE INVISIBLE BORDERS OF THE INTERNET

Félix Blanc

Florence Poznanski

DOI 10.22533/at.ed.6032006104

CAPÍTULO 5..... 49

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DAS ESTAÇÕES MÓVEIS PARA APLICAÇÃO AO SISTEMA TELEMÉTRICO RAILBEE

Steffano Xavier Pereira

Rômulo César Carvalho de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.6032006105

CAPÍTULO 6..... 63

DESENVOLVIMENTO DE UMA EMPILHADEIRA ROBÓTICA AUTÔNOMA EM MINIATURA

Letícia Pedroso Colombo

Gabriel Carvalho Domingos da Conceição

Lucas Mota Ferreira

Elias José Rezende de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.6032006106

CAPÍTULO 7..... 76

PROPOSTA DE UM PROTÓTIPO AMOSTRADOR ROBÓTICO DE GRÃOS, CONTROLADO POR UM SISTEMA SUPERVISÓRIO, E DESTINADO À UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS

Natália Corrêa de Sousa
Guilherme Augusto Nobre Aleixo
Lúcio Rogério Júnior
Antônio Manoel Batista da Silva
Marcelo Costa Dias

DOI 10.22533/at.ed.6032006107

CAPÍTULO 8..... 90

MODELAGEM E SIMULAÇÃO SISTEMA DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA APLICADAS A REDES INTELIGENTES

Thayza Marcela Van Der Laan Melo
Cláudio de Oliveira
Josué Eduardo da Silva Montalvão
Nayr Lara Tenório de Mello Albino

DOI 10.22533/at.ed.6032006108

CAPÍTULO 9..... 104

MÉTODO DE ALTO DESEMPENHO COMPUTACIONAL PARA ESTUDOS DE IMPACTO HARMÔNICO DE NOVOS ACESSANTES À REDE BÁSICA

Sergio Luis Varricchio
Cristiano de Oliveira Costa
Franklin Clement Véliz

DOI 10.22533/at.ed.6032006109

CAPÍTULO 10.....114

MONITORAMENTO DE PAINEL FOTOVOLTAICO ATRAVÉS DE COMPUTAÇÃO EM NÉVOA INTEGRADO À REDE GSM

Winderson Eugenio dos Santos
Maurizio Petruzielo
Sidnei Avelino da Silva Junior
Diego Luiz Ornelas Rampim

DOI 10.22533/at.ed.60320061010

CAPÍTULO 11..... 127

H_∞ MIXED SENSITIVITY CONTROL OF A SERVOMOTOR USING ARDUINO

Caio Igor Gonçalves Chinelato

DOI 10.22533/at.ed.60320061011

CAPÍTULO 12..... 138

ETCC ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL COMO TRATAMENTO PARA DEPRESSÃO

Amanda Segura da Silva
Arthur Santos Rosa
Karolina Antunes Berna

Kauane Roberta Miranda de Sousa
Thays Ketlen Souza Mateus
José Wanderson Oliveira Silva

DOI 10.22533/at.ed.60320061012

CAPÍTULO 13..... 151

ANÁLISE DE ESTIMADORES RECURSIVOS APLICADOS NO CÁLCULO DE COEFICIENTES LPC DE SINAIS DE VOZ COM PATOLOGIAS LARÍNGEAS

Lucas Cardoso Dias
Suzete Élide Nóbrega Correia
Silvana Luciene do Nascimento Cunha Costa

DOI 10.22533/at.ed.60320061013

CAPÍTULO 14..... 159

APLICAÇÃO DA TRANSFORMADA *WAVELET* NA FILTRAGEM DE DADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE UMA PLANTA DE NEUTRALIZAÇÃO DE PH

Rogério Solda
Fernando Fernandes Neto
Claudio Garcia

DOI 10.22533/at.ed.60320061014

CAPÍTULO 15..... 171

ESTROBOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS E TORQUE DE UMA MÁQUINA ROTATIVA

Adjeferson Custódio Gomes
David Lopes Pires
Hugo Spittel da Gama
Ítalo Medeiros Pereira
Luís Ricardo Cândido Cortes
Matheus Garcia Soares
Thiago Cardoso dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.60320061015

SOBRE A ORGANIZADORA..... 184

ÍNDICE REMISSIVO..... 185

MODELAGEM E SIMULAÇÃO SISTEMA DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA APLICADAS A REDES INTELIGENTES

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 02/09/2020

Thayza Marcela Van Der Laan Melo

Universidade Tiradentes – UNIT
Aracaju-SE
<http://lattes.cnpq.br/1303345834706843>

Cláudio de Oliveira

Universidade Tiradentes – UNIT
Aracaju-SE
<http://lattes.cnpq.br/7573006791125205>

Josué Eduardo da Silva Montalvão

Universidade Tiradentes – UNIT
Aracaju-SE
<http://lattes.cnpq.br/8047791873230966>

Nayr Lara Tenório de Mello Albino

Universidade Tiradentes – UNIT
Aracaju-SE
<http://lattes.cnpq.br/5878655746426379>

RESUMO: O estudo integrado de hábitos e demandas elétricas em uma residência é fundamental para a implementação de sistemas de uso eficiente de energia elétrica, tendo em vista a necessidade de suprimento de carga devido ao crescente consumo desta energia. Assim, o corrente trabalho apresenta a modelagem de um sistema de consumo e geração de energia por fontes renováveis, baseando-se no perfil de uma residência típica brasileira, a fim de gerar aplicações a projetos de residências inteligentes e sustentáveis. Encontrou-se a curva de carga

desta moradia a partir de dados do IBGE, EPE e PROCEL referentes a quantidade média de residentes, potência e horas de uso de eletrodomésticos. O consumo médio diário de 7,078 kWh/dia encontrado foi utilizado como valor base a ser suprido para o dimensionamento de fontes de geração de energia renovável, com diferentes hipóteses de combinação de geração eólica e solar. Para dimensionamento e curva de produção de energia do sistema, foram adquiridos do INMET os dados horários da velocidade de vento e irradiância de junho de 2018 a junho de 2019, referentes a cidade de Aracaju/SE. Após análise, escolheram-se duas hipóteses tecnicamente viáveis: a 1ª com o abastecimento integral da demanda residencial com energia fotovoltaica; e a segunda com geração de 25% de energia eólica e 75% solar. Para a modelagem foi utilizado os Modelos Ocultos de Markov através de algoritmo desenvolvido em MATLAB, encontrando-se as características da cadeia de Markov e previsão de suprimento por hora associados a cada estação do ano para cada hipótese. Os melhores resultados corresponderam à configuração composta por 4 painéis fotovoltaicos da marca Half Cell e dois aerogeradores da marca GERAR 246. Desse modo, é possível auxiliar moradores a racionalizar e reduzir o consumo de energia, tornando as casas mais adaptadas às redes inteligentes e sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Energias renováveis; Modelos Ocultos de Markov; previsões de suprimento de energia.

MODELING AND SIMULATION OF ENERGY GENERATION AND CONSUMPTION SYSTEM APPLIED TO INTELLIGENT NETWORKS

ABSTRACT: The integrated study of electrical habits and demands in a home is essential for the implementation of efficient electrical energy usage systems, seeing as there is a need to meet the demand of its increasing consumption. Thus, the current work presents the modeling of a system of energy consumption and generation by renewable sources, based on the profile of a typical Brazilian household, to be applied in the creation projects for smart and sustainable homes. The load profile of this household was found based on data from IBGE, EPE and PROCEL referring to the average number of residents, hours of use and power of household appliances. The average daily consumption of 7,078 kWh/day found was used as a base value to be met to find the dimensions of the renewable energy generation sources, with different hypothesis combining wind and solar power. For sizing and calculation energy production curve of the system, the hourly data of wind speed and irradiance from June 2018 to June 2019, for the city of Aracaju/SE, were acquired from INMET. After analysis, two technically feasible hypotheses were chosen: supplying the residential demand in full via photovoltaic energy. or splitting it between 25% wind power and 75% solar power For the modeling of the system, the Hidden Markov Models were used through an algorithm developed in MATLAB, finding first the characteristics of the Markov chain and then the supply forecast per hour by season, individually for each hypothesis. The best results corresponded to the configuration made up of 4 Half Cell photovoltaic panels and two GERAR 246 wind turbines. With this method, it is possible to help residents consume energy more efficiently based on seasonal changes, making homes more adaptable to smarter and sustainable energy networks.

KEYWORDS: Renewable energy; Markov Hidden Models; energy supply forecasts.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de energia elétrica das últimas décadas, advindo dos enormes avanços tecnológicos, tem proporcionado maior conforto e autonomia à vida das pessoas. Todavia, há uma necessidade de incorporação de diferentes fontes na rede de abastecimento de energia elétrica, em especial fontes geradoras descentralizadas, renováveis e intermitentes. Assim, busca-se a aplicação de inteligência nos sistemas elétricos, melhorando o dimensionamento e a eficiência destas redes no mundo (RIVERA et al., 2013).

Os sistemas fotovoltaicos e eólicos se destacam dentre as opções tecnológicas renováveis e sustentáveis, especialmente pela facilidade de instalação, fácil integração com a edificação, pela operação e manutenção simplificadas. Adequam-se à geração descentralizada, ou seja, à geração distribuída com fontes energéticas no local de consumo (MARTINS, 2018).

Dessarte, é preciso estimular o desenvolvimento de equipamentos, softwares e dispositivos que auxiliem na implementação de redes inteligentes e geração

distribuída, otimizando a geração de energia elétrica e tornando-a mais barata e acessível. É fundamental contribuir na implementação de sistemas de geração de energias renováveis nos lares brasileiros, com uma configuração que melhor se adapte ao consumo, tornando estas residências mais econômicas e sustentáveis.

Diante deste cenário, o presente trabalho traz uma proposta de modelagem e simulação de um sistema de geração de energia por fontes renováveis eólica e solar, para uma residência típica brasileira, onde um algoritmo auxilia a definição de melhor configuração para atender a demanda familiar, assim como fornece uma previsão do comportamento do sistema, considerando as variações das estações do ano que influenciam a velocidade do vento e irradiância solar, interferindo assim na produção de energia elétrica.

2 | CONCEITOS BÁSICOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados conceitos básicos, tais como: fontes de energias renováveis, redes elétricas inteligentes e a geração distribuída, que estão fortemente relacionadas com o sistema de abastecimento e controle de energia elétrica.

As energias renováveis são as mais indicadas para substituir os derivados de petróleo na geração de energia, pois provocam menos impactos ambientais, sendo consideradas fontes quase inesgotáveis de energia. As fontes renováveis mais utilizadas são: hídrica, biomassa, solar, eólica, além da energia geotérmica e a dos oceanos (RANGEL et al., 2016). Destacam-se em aplicabilidade a solar e a eólica, sendo empregadas neste trabalho.

A energia solar fotovoltaica é oriunda do sol e considerada como uma alternativa energética promissora para maior oferta de energia. Por ser abundante, é solução ideal para fornecer energia em áreas sem acesso à rede elétrica, pois são consideradas de fácil instalação e não necessitam de grandes investimentos em linhas de transmissão (SILVA e CARMO, 2017).

Já a energia eólica provém da energia cinética existente no deslocamento de massas de ar. Essa energia é produzida a partir do vento e consiste na movimentação eólica de grandes hélices instaladas em áreas abertas (LA VEZZO, 2016).

As redes elétricas inteligentes são caracterizadas pelo uso intensivo das tecnologias de informação e comunicação. Visam otimizar a produção, distribuição e consumo de energia, possibilitando a entrada de novos fornecedores e consumidores na rede, melhorando significativamente o monitoramento, gestão, automação e qualidade da energia ofertada, através de uma rede elétrica (RIVERA et al., 2013).

A implantação destas redes pode ser compreendida em três dimensões. A 1ª dimensão agrega inteligência ao sistema de fornecimento de energia elétrica

(geração, transmissão e distribuição), promovendo robustez, segurança e agilidade na rede. Na segunda, busca-se extrair os benefícios da substituição dos medidores eletromecânicos por eletrônicos inteligentes. Por fim, a 3ª dimensão, no qual este trabalho se insere, traz o uso de inteligência nos centros consumidores, caracterizada por residências com eletrodomésticos inteligentes interconectados ao medidor (RIVERA et al., 2013).

A geração distribuída, estabelecida e regulada pela Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, é definida como sistemas de potência de capacidade reduzida que ficam alocadas próximas ao centro de consumo. Apresenta grandes vantagens, pois ocorre diretamente no ponto de consumo, reduz investimentos na ampliação das linhas de transmissão e evita perdas na distribuição de energia elétrica (MARTINS, 2018).

No ano de 2015 foi criada a Resolução Normativa nº 687, que classifica a geração distribuída como: microgeração e minigeração. A microgeração, na qual este trabalho está inserido, refere-se a uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 quilowatts (kW). (MIRANDA, 2019).

3 | METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi subdividida em distintas etapas conforme apresenta a Figura 1. Essas etapas são detalhadas a seguir.

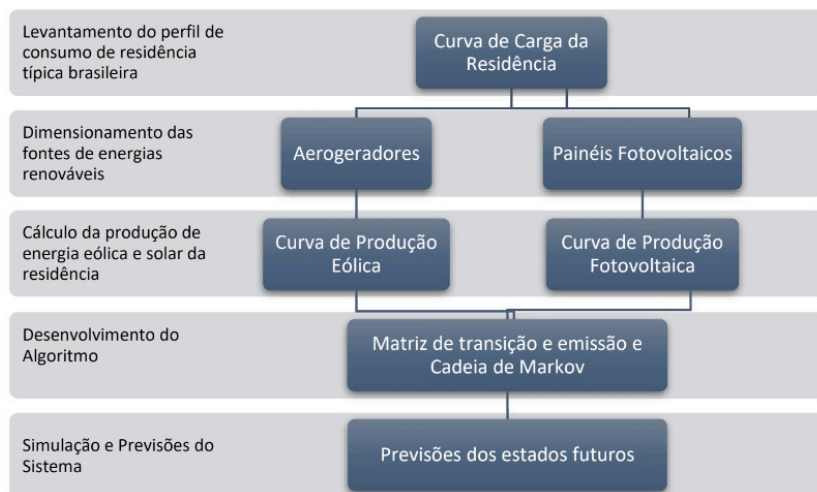


Figura 1: Diagrama da metodologia do trabalho.

O levantamento do perfil de consumo de residência típica brasileira foi realizado a partir de dados sobre o consumo de energia elétrica de uma residência,

potência média e número de residências atendidas pela rede elétrica, obtidos via EPE (2019). Informações adicionais foram coletadas da PNAD 2016 e 2017, disponibilizadas pelo IBGE (2017). Em relação a dados de eletrodomésticos mais utilizados, sua potência e quantidade de horas de uso, foram coletadas da Pesquisa de Posse e Hábitos – feita em 2007 pelo PROCEL/Eletróbrás, associados à tabela obtida no site da PROCEL (2018).

Outro fator importante para a composição do perfil de consumo é a curva de distribuição de carga, que representa como a energia é consumida ao longo de 24 horas.

O dimensionamento das fontes renováveis considerou diferentes hipóteses, conforme Tabela 1, possibilitando assim, a escolha da melhor composição para o sistema de geração da residência.

Hipótese	Eólica	Solar
1 ^a	0%	100%
2 ^a	25%	75%
3 ^a	50%	50%
4 ^a	75%	25%
5 ^a	100%	0%

Tabela 1: Hipóteses de configuração do sistema de geração eólico/solar.

A estimativa da demanda foi obtida através da curva de carga, do consumo médio diário e mensal desta residência, analisada para a cidade de Aracaju/SE. Os dados de velocidade do vento e radiação solar foram coletados pela estação A409 do INMET (2019) no período de 21 de junho de 2018 a 20 de junho de 2019, além da irradiação solar diária média mensal ajustada para a angulação igual a latitude pelo CRESESB (2019).

Para dimensionamento do sistema eólico os registros foram feitos a cada 6 horas, porém realizou-se uma interpolação linear para criar uma estimativa do vento a cada hora e, baseando-se na velocidade média anual, calculou-se a potência entregue às turbinas, através da equação 1 a seguir (PUC-RIO, 2019):

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot C_B \cdot \rho \cdot A \cdot v_1^3 \quad (1)$$

Onde:

P_T = Potência entregue as turbinas (W);

C_B = Coeficiente de rendimento de Betz (0,593).

ρ = densidade do ar seco (1,225 kg/m³);

A = área de varredura do rotor (m^2);

v_1 = velocidade média do vento (m/s).

Já para o sistema fotovoltaico, foi possível calcular sua produção através da equação 2 (MARINOSKI et al., 2004):

$$E_s = A_{total} \cdot E_{ff} \cdot R \cdot G_{poa} \quad (2)$$

Onde:

E_s = Energia solar produzida (Wh);

E_{ff} = Eficiência do painel (estimado em 17%);

G_{poa} = Ganho por radiação solar: média por hora (Wh/m^2);

R = Rendimento do sistema (aproximadamente 90%);

A_{total} = Área total (m^2).

Assim, obteve-se a curva de produção de energia eólica e solar de cada hipótese, caracterizando-as de acordo com variações climáticas decorrentes de cada estação do ano.

A partir destas, a escolha de modelos foi realizada atentando-se também para critérios para as suas instalações. A instalação de turbinas próximas pode criar interferência no escoamento do vento e prejudicar o desempenho destas (GARBE *et al.*, 2011). Dessa forma, o trabalho leva em consideração que o número de turbinas é limitado de acordo com a área disponível à instalação. Já em relação aos painéis fotovoltaicos, há menor limitação de espaço devido à instalação em telhados, porém atenta-se para que não haja projeção de sombras por edificações vizinhas sobre estes.

Foi feita uma tabela que compara a produção de energia solar e eólica com consumo da residência, a fim de obter quanto a residência utiliza da rede de energia elétrica, e o quanto ela fornece a rede nos momentos em que produz a mais que seu consumo. Esta comparação foi feita com dados em intervalos de 1 hora ao longo do dia, obtendo-se assim uma tabela verdadeira com os estados possíveis de suprimento de energia a depender da produção solar e eólica. Com essas tabelas foi possível encontrar a cadeia de Markov escondida do sistema, através de um algoritmo desenvolvido no MATLAB.

Segundo Scartezzini (2015), um Modelo Oculto de Markov pode ser descrito como uma máquina de estados, ou seja, um conjunto finito de estados ligados entre si, que possuem probabilidades de transição e de permanência nos estados, além de probabilidades de emissão. No contexto do trabalho, a emissão corresponde à produção por fontes renováveis estar suprindo o consumo da rede ou não, enquanto a transição indica mudança ou permanência de estado de acordo com a presença ou não de vento e irradiação relevantes à produção.

O algoritmo desenvolvido seguiu o seguinte roteiro para cada estação do ano:

importação e correção de dados da planilha; contabilização da mudança de estados para posterior criação da matriz de transição; contabilização dos casos em que há suprimento de energia de rede a partir dos estados iniciais para criação da matriz de emissão. Neste ponto de desenvolvimento, utilizou-se uma função denominada *hmmgenerate*, nativa do MATLAB, conforme Mathworks (2020), que simula estados futuros e suas respectivas emissões a partir das matrizes previamente encontradas.

Assim, foram obtidas as previsões das 4 estações do ano para cada uma das hipóteses consideradas. A previsibilidade do comportamento do sistema no futuro contribui em tomadas de decisões que melhor atendem à demanda do sistema.

4 | RESULTADOS

Com base em todas as informações obtidas pelo EPE (2019), PROCEL (2018) e IBGE (2017), foi possível obter a curva de carga para este perfil de consumo de residência típica brasileira, mostrada na Figura 2. A partir da curva de carga, foi calculado o consumo médio diário de 7,078kWh/dia, e o consumo médio mensal de 212,34kWh/mês desta residência, possibilitando o dimensionamento das fontes de energia eólica e solar para suprir esta demanda.

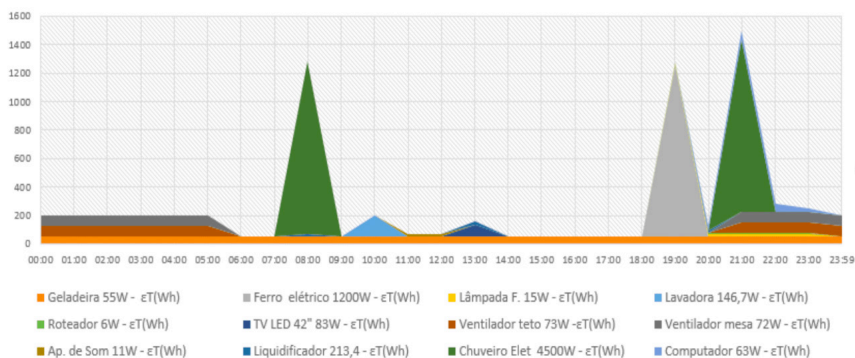


Figura 2: Curva de carga de residência típica com consumo de cada eletrodoméstico.

O dimensionamento do sistema eólico foi feito com base na velocidade média anual em Aracaju/SE, de aproximadamente 3m/s (INMET, 2019). Foi escolhido o modelo de turbina eólica GERAR 246 da Enersud, com potência nominal de 1000W e velocidade de partida de 2 m/s (ENERSUD, 2019). Logo, foi possível calcular o número de geradores eólicos e suas respectivas áreas mínimas de instalação, para cada uma das hipóteses.

Observou-se que a 3ª, a 4ª e a 5ª hipóteses teriam, 04, 05 e 07 turbinas

eólicas, e precisariam respectivamente de áreas com: 302,58m², 605,16m² e 907,74m², para que fossem feitas as instalações de forma correta. Estes valores excedem as áreas de uma residência típica brasileira, portanto, estas três hipóteses foram consideradas inviáveis. Em contrapartida, a 1^a (100% fonte solar) e a 2^a (75% solar e 25% eólica) hipóteses mostraram-se viáveis pelo critério de área mínima e foram simuladas e analisadas como sistema para este tipo de edificação.

Já o sistema fotovoltaico foi dimensionado através do valor de irradiação solar diária média mensal igual a 5,52 kWh/m².dia (CRESESB 2019). Considerando também os valores do consumo médio diário e da eficiência adotada do sistema, foi possível calcular o valor de potência necessária para cada hipótese viável e escolher o modelo da Half Cell 335W que engloba a tecnologia de células fotovoltaicas de silício policristalino. Os principais critérios de escolha dos painéis foram a sua eficiência (16,9%) e potência nominal (335Wp) (ELSYS, 2020).

A hipótese 01 considerou o sistema de geração de energia elétrica da moradia composto por 5 painéis fotovoltaicos com potência nominal de 335 Wp, para abastecer 100% do consumo da residência. Com isso, foi calculada a produção de energia elétrica em cada hora ao longo de um ano, com uma curva de produção comparando as quatro estações, mostrada na Figura 3.

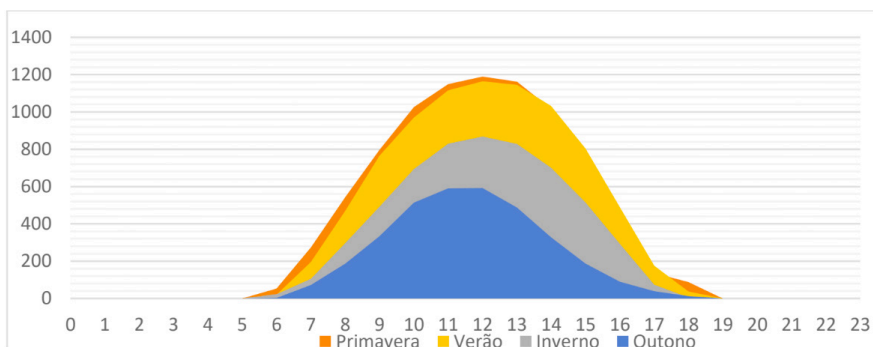


Figura 3: Produção média horária de energia para cada estação do ano – hipótese 01.

Observou-se que a produção de energia fotovoltaica apresentou formato semelhante ao de uma distribuição normal para todas as estações do ano, com diferenças peculiares, considerando a incidência solar em Aracaju/SE. A estação com maior incidência e produção fotovoltaica foi a primavera com média de 8716,88Wh/dia. Já a estação do ano com menor incidência e produção foi o outono, com média de 3434,70Wh/dia. Comparando essas duas estações, a diferença chega superar 50%.

O sistema atendeu a demanda total da residência na maior parte do ano, com

uma produção média mensal de 197kWh/mês para esse período de amostragem, suprimindo aproximadamente 93% da demanda da residência.

A hipótese 02 considerou o sistema de geração de energia elétrica da moradia composto por 04 painéis fotovoltaicos com potência nominal de 335Wp e 02 aerogeradores com potência nominal 1000W cada, para abastecer 25% e 75% do consumo da residência, respectivamente. Com isso, foi calculada a produção de energia elétrica para cada hora e foi feita a curva de produção horária comparando as quatro estações para dia típico, mostrada na Figura 4:

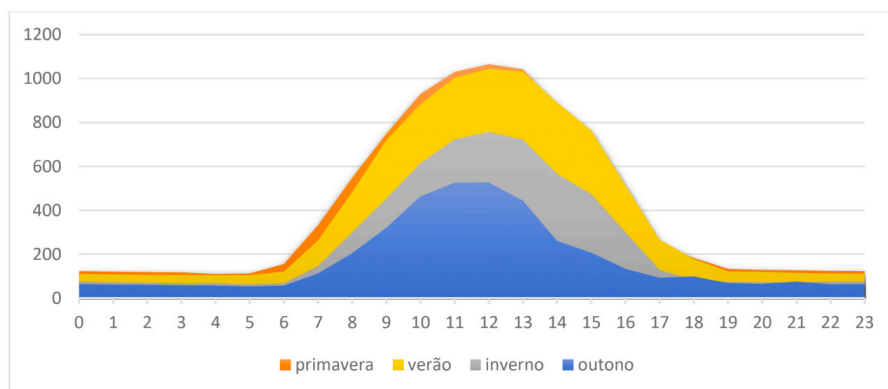


Figura 4: Produção média horária de energia para cada estação do ano – hipótese 02.

Observou-se que a influência da energia eólica nesta configuração ocorre principalmente em horários do dia onde a incidência solar não ocorre (entre 18h e 6h da manhã), com poucas variações ao longo do dia. A maior produção de energia eólica média ocorre na primavera (2858,14Wh/dia), e a menor produção no outono (1426,22Wh/dia).

Devido a junção dessas duas fontes renováveis diferentes, o sistema teve variações ao longo das estações do ano, mas conseguiu atender melhor a demanda da residência, para esse período de dados da amostragem, apresentando uma produção média mensal de aproximadamente 223kWh/mês, sendo 5,2% acima do consumo da residência (212kWh/mês).

Uma tabela verdade foi feita utilizando 8763 linhas de dados de produção das fontes renováveis sempre comparando-os ao consumo da edificação e considerando o uso de energia elétrica da rede de abastecimento. O algoritmo foi desenvolvido pela tabela verdade, modelando o sistema com a obtenção da Cadeia de Markov, e as matrizes de transição e emissão.

Foi possível obter a cadeia de Markov para cada hipótese, onde os estados são representados por círculos e as transições entre estados são representados

por setas que indicam a direção da transição entre estados, mostradas na Figura 5. Na hipótese 01, os estados possíveis são: estado 1 onde não há produção solar; o estado 2 em que há produção menor ou igual a 50%; e o estado 03 em que há produção maior de 50%. Na hipótese 02, os estados possíveis são: estado 1 onde não há produção solar/eólica; o estado 2 em que há apenas produção solar; o estado 03 em que há apenas produção eólica; e o estado 04 há produção solar e eólica.

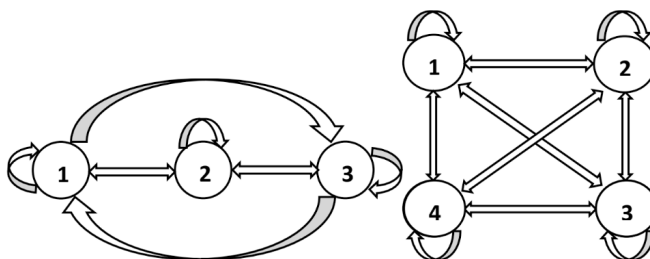


Figura 5– Cadeia de Markov hipóteses 01 e 02, respectivamente.

As matrizes de transição, possuem as probabilidades de o sistema passar de um estado para o outro, e são quadradas de ordem 3 e 4, respectivamente, para a 1ª e 2ª hipóteses. Cada elemento representa a probabilidade de mudança de estado com valor numérico representado pelo índice da linha para o índice da coluna. Nota-se que elementos da diagonal principal representam a probabilidade de permanência em um mesmo estado.

Semelhantemente, as matrizes de emissão obtidas têm a dimensão 3x2 para a hipótese 01, e 4x2 para a hipótese 02. Cada elemento representa a probabilidade de um estado, representado pelo valor numérico da linha, atingir a cota de suprimento, representada pelas colunas. Todas as matrizes foram obtidas para cada estação do ano.

Sequencialmente, foi feita uma simulação para obter previsões do comportamento do sistema ao longo de um dia, representadas pela numeração do estado e seguida de “Sim” caso tenha conseguido suprir totalmente a energia de rede e “Não” caso contrário. Também foi calculado o percentual de horas do dia atendido totalmente pelo sistema de geração da residência, como mostra a Tabelas 2.

Hora	Inverno		Primavera		Verão		Outono	
	Hip. 01	Hip. 02	Hip. 01	Hip. 02	Hip. 01	Hip. 02	Hip. 01	Hip. 02
0	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
1	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	1-Não	1-Não	3-Não
2	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	1-Não	1-Não	3-Não
3	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
4	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
5	1-Não	1-Não	1-Não	1-Não	2-Não	3-Não	1-Não	1-Não
6	2-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Sim	4-Não	3-Sim	2-Sim
7	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
8	3-Sim	2-Sim	3-Sim	4-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
9	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
10	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	2-Não	2-Sim
11	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	2-Não	2-Sim	2-Não	4-Não
12	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
13	1-Não	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
14	1-Não	4-Sim	3-Sim	2-Não	3-Sim	2-Sim	3-Sim	2-Sim
15	3-Sim	4-Não	3-Sim	2-Sim	3-Sim	4-Sim	3-Sim	2-Sim
16	3-Não	4-Sim	3-Sim	2-Não	2-Não	2-Sim	3-Sim	2-Sim
17	3-Sim	3-Não	3-Sim	2-Sim	1-Não	2-Sim	3-Sim	4-Não
18	1-Não	3-Não	2-Não	4-Não	2-Não	4-Sim	2-Não	3-Não
19	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	3-Sim	3-Sim	1-Não	3-Não
20	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
21	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
22	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
23	1-Não	3-Não	1-Não	3-Sim	1-Não	3-Não	1-Não	3-Não
Per (%)	33,33	45,83	50,00	79,17	41,67	54,17	37,50	41,67

Tabela 2: Previsões para as 04 estações do ano – hipótese 01 e hipótese 02.

Para a hipótese 01 observou-se que a previsão de um dia típico para o verão tem 14 horas de Sol, com produção das 5h da manhã até às 19h, com previsão de a última hora suprir totalmente a energia, situação inesperada. No inverno teve produção zerada às 13h e às 14h, provavelmente deve ser tempo nublado interferindo na produção. As demais ficaram dentro do esperado de resposta ao perfil de produção solar.

Na hipótese 02 observou-se que a primavera teve previsões satisfatórias tanto para o período do dia quanto para o da noite. Tanto no dia típico da primavera, quanto no do inverno, os horários das 5h e das 6h, as previsões mostram-se sem produção das fontes renováveis, que pode ser tempo nublado e sem vento. No outono a previsão é que nos horários das 10h e das 11h só esteja com vento,

possivelmente também dia nublado ou chuvoso. Esta hipótese se mostrou como a melhor opção em termos de produção e previsão, sendo escolhida como o sistema de geração de energia elétrica da residência.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado buscou fundamentalmente demonstrar que a utilização de Modelo Oculto de Markov pode contribuir para previsões em sistemas de geração de energia por fontes renováveis, trazendo maiores elucidicações de como esses sistemas podem se comportar com as variações climáticas decorrentes das 04 estações do ano. Isso auxilia tanto os moradores de uma residência típica brasileira a escolher a melhor configuração de geração de energia elétrica, quanto o ajuda no planejamento e utilização do sistema para que se utilize minimamente a energia elétrica fornecida pela rede de distribuição.

Foi obtida a curva de carga de uma residência típica brasileira. O dimensionamento do sistema de geração por fontes renováveis, considerou 02 das 05 hipóteses de configuração para o sistema, que se mostraram viáveis pelos critérios utilizados. Após análises, a 2ª hipótese mostrou-se mais eficiente em suprir a demanda energética para todas as estações do ano.

A modelagem por Modelo Oculto de Markov, mostrou-se uma ferramenta com algoritmo de fácil desenvolvimento e aplicação, sendo possível utilizá-lo para quaisquer sistemas de geração eólico/solar de energia elétrica, para fazer previsões de produção e suprimento. Dentro destas previsões, esta modelagem pode auxiliar dispositivos e aplicações para implantação das redes elétricas inteligentes e geração distribuída, ajudando os consumidores finais e as concessionárias que fornecem energia elétrica a terem previsões de produção de energia elétrica por fontes renováveis eólica e solar.

REFERÊNCIAS

CRESESB, **Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sérgio de Brito**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=251> Acesso em: 08 abr. 2020.

ELSYS, **Elsys Energia Solar**. Disponível em: <<https://solarelsys.com.br/>> Acesso em: 10 abr. 2020.

ENERSUD, **Enersud Energia Limpa**. Disponível em: <<http://www.enersud.com.br>> Acesso em: 10 jul. 2019.

EPE, EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS. **Matriz energética e elétrica**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

GARBE, E. A.; MELO, R.; TOMASELLI, I. **Projeto Conceitual e Análise de Viabilidade Econômica de Unidade de Geração de Energia Elétrica Eólica na Lagoa dos Patos – RS.** Disponível em: <https://ecen.com/eee83/eee83p/viabilidade_energia_eolica.htm> Acesso em: 27 abr. 2020.

GASTALDELLO, D, SOUZA, A., COSTA JUNIOR, P., OLIVEIRA, R., ZAGO, M., PAPA, J., “Algoritmos para estimar curvas de cargas a partir de padrões de hábitos de consumo”, em UNESP-FEB-LSISPOTI e EPUSP, **9ª Brazilian Conference on Dynamics, Control em Their Applications**, junho 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**, Rio de Janeiro, 2017.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTQwOQ>. Acesso em: 17 jul. 2019.

LA VEZZO, C. A. L. **Fontes de energia**. Disponível em: <http://portal.unisepe.com.br/unifia/wpcontent/uploads/sites/10001/2018/06/012_fontes_energia.pdf> Acessado em: 13 fev. 2020.

MARINOSKI, D., SALAMONI, I., RÜTHER, R., Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC, em Universidade Federal de Santa Catarina, **I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, julho de 2004.

MARTINS, J. B. **Estratégias e mecanismos econômicos para inserção de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída na matriz elétrica brasileira**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2018.

MATHWORKS. **Modelos Ocultos de Markov**. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/help/stats/hidden-markov-models-hmm.html>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MIRANDA, G. V. L. **Modelos de negócios de geração distribuída com plantas fotovoltaicas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

PROCEL, **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

PUC-RIO. **Energia Eólica**. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/22813/22813_3.PDF>. Acesso em: 14 jun. 2019.

RANGEL, M.S.; BORGES, P.B.; SANTOS, I.F.S. Análise comparativa de custos e tarifas de energias renováveis no Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**.

RIVERA, R.; ESPOSITO, A. S.; TEIXEIRA, I. **Redes elétricas inteligentes (smart grids), oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local**. 2013.42f. Artigo – Banco Nacional de Desenvolvimento Sustentável (BNDES), biblioteca virtual, 2013.

SCARTEZZINI, E., **Métodos de interpolação para reconstrução de dados faltantes em sistemas robustos de reconhecimento automático de fala**, dissertação de mestrado pelo INATEL (Instituto Nacional de Telecomunicações), julho de 2015.

SILVA, R. G; CARMO, M. J. C. **Energia solar fotovoltaica: uma proposta para melhoria energética**. International Scientific Journal, Campos dos Goytacazes, jun. 2017. Disponível em: <<http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/649/403>> Acesso em: 03 mar. 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 49, 51, 57, 58, 59, 60, 61

Amostragem de grãos 76, 77, 88, 89

Arduino 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 78, 84, 89, 119, 127, 128, 131, 132, 133, 136, 137, 173, 179

Autocorrelação 151, 152, 153, 154, 156, 157

C

Cabos submarinos 33, 34

Codificação por predição linear 151

Computação em névoa 114, 119, 123, 124, 125

Conectividade 16, 24, 26, 33, 34

Controle H^∞ 127

Custo-benefício 171

D

Desempenho computacional 104, 109, 110

Direitos humanos 33, 34

E

Eletrônica 30, 53, 76, 138, 173

Energias renováveis 90, 92, 102

Engenharia de software 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 32

Ensino 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 28, 31, 50, 51, 127

Estimador recursivo da variável instrumental 151

Estroboscopia 171, 172, 182

Estudos de acesso à rede básica 104, 106, 111

F

FANET 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27

Filtro FIR 159

Filtro IIR 159

G

Games na educação 1

GPS 27, 49, 50, 51, 57, 59, 60, 61, 62

GSM 114, 116, 120, 121, 123, 124, 126

H

Harmônicos 104, 110

I

Identificação de sistemas 158, 159, 163, 169, 170

Interferências de rede 34

Internet 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 53, 119, 120, 125

Inversão de matrizes 104

L

Linux 28, 29, 30, 31, 32

Lógica de controle e segurança 76

M

Máquinas elétricas 171, 172, 182, 183

Medição de velocidade 171

Microgeração fotovoltaica 114, 115, 116, 123, 124

Mínimos quadrados recursivos 151, 152

Modelos ocultos de Markov 90, 102

Monitoramento de dados 114, 125

Multi-VANT 16

N

Neuromodulação 138, 139, 140, 150

P

Previsões de suprimento de energia 90

Programa HarmZs 104

R

RailBee 49

Redes inteligentes 90, 91

Robótica 63, 64, 65, 68, 72, 74, 75, 76, 89

S

SDN 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27

Séries temporais 151, 170

Servomotor 127, 128, 131, 132, 133, 136

Sistema supervisório 76, 80, 84, 88

Software educacional 1

T

Telemetria 49, 61

Transformada Wavelet 159, 160, 161, 162, 164

V

Veículo autônomo 63

Z

ZigBee 18, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 59, 61, 62

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico

3