

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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª 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. Adailson 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

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

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 19/08/2020

Diego da Silva Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
Parnamirim – RN
<http://lattes.cnpq.br/8773385390737695>

Luís Bruno Pereira do Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
Parnamirim – RN
<http://lattes.cnpq.br/4509543590269999>

Vitor Gaboardi dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/9863417459195289>

Daniel Henrique Silva Fernandes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/8588900699641234>

Pablo Javier Alsina

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/3653597363789712>

RESUMO: Este capítulo apresenta uma arquitetura baseada em redes definidas por software, intitulada SD-FANET, para gerenciar um sistema de múltiplos VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) utilizado na varredura de área de impacto de foguetes suborbitais. Tal aplicação

está contida no projeto SPACEVANT. Para desenvolvimento da arquitetura SD-FANET, além dos requisitos da aplicação de varredura de área e do projeto, foram tomadas como referência outras soluções disponíveis na literatura. Nesse sentido é feita uma comparação entre arquiteturas conforme características importantes para esse tipo de aplicação. Como resultado é apresentado o design da arquitetura, o qual é composto por um controlador SDN hierárquico distribuído capaz de implementar funções de gerenciamento de monitoramento, mobilidade, topologia, roteamento, QoS e eleição.

PALAVRAS-CHAVE: FANET, SDN, multi-VANT, arquitetura.

SD-FANET: A SOFTWARE-DEFINED FLYING AD HOC NETWORK ARCHITECTURE

ABSTRACT: This chapter presents an architecture based on software-defined networks, called SD-FANET, that manages a multi-UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) system used to scan the impact area of suborbital rockets. This application belongs to the SPACEVANT project. In addition to the requirements of the area scan application and the project, other solutions available in the literature were considered, resulting in the SD-FANET architecture that is composed of a distributed hierarchical SDN controller capable of implementing monitoring, mobility, topology, routing, QoS, and election management functions. Besides that, we also compare this new architecture with other solutions according to important characteristics

for this type of application.

KEYWORDS: FANET, SDN, multi-UAV, architecture.

1 | INTRODUÇÃO

Aplicações envolvendo múltiplos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), ou apenas multi-VANT, têm como finalidade a utilização de uma frota de VANTs capazes de atuar de forma cooperativa para alcançar um objetivo comum (FU, 2019). Ações de exploração de áreas desconhecidas (TANG, 2018), fornecimento de serviços de cobertura para redes de telefonia (LIU, 2019), busca e resgate em regiões de difícil acesso (MIYANO, 2019) e coleta de dados (BINOL, 2018) são exemplos dessas aplicações.

Tendo em vista a necessidade de troca de informações entre as aeronaves que compõe o sistema multi-VANT, é preciso atribuir a capacidade de criação e organização de uma rede de comunicação ad hoc aérea (*Flying Ad hoc Network* - FANET) a esses dispositivos (BEKMEZC, 2015). Tal característica, eximi a presença de uma infraestrutura de comunicação prévia, garantindo flexibilidade para o funcionamento do sistema multi-VANT, visto o comportamento dinâmico das aeronaves e da intermitência dos enlaces de comunicação sem fio.

Dentre algumas iniciativas brasileiras que envolvem pesquisas com FANET, o projeto SPACEVANT - Sistema Multi-VANT para Varredura e Coleta de Dados em Áreas de Missões Espaciais (SILVA, 2017), ainda em andamento, tem apresentado resultados interessantes. O referido projeto tem como objetivo desenvolver um sistema multi-VANT para varredura de área de impacto de foguetes suborbitais lançados a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, localizado em Parnamirim, RN.

O procedimento de varredura de área da provável região de impacto do foguete é uma etapa obrigatória da fase de pré-lançamento e, atualmente, é feito por uma aeronave tipo Bandeirante, que inclui mais custos operacionais e tempo para essa atividade.

Para o funcionamento adequado desse sistema, é necessário garantir a comunicação entre as aeronaves, em uma região de alto mar, e a estação base, na costa. Uma estratégia de varredura de área deve ser adotada para assegurar que a provável região de impacto seja verificada em sua totalidade de forma que as aeronaves mantenham conectividade durante todo o processo. O artigo de (SILVA, 2016) apresenta duas estratégias e realiza uma comparação entre elas.

Silva (2017) apresenta uma arquitetura de rede. As interfaces de comunicação utilizadas são módulos XBEE Pro 900HP S3B. Esses dispositivos fazem uso do padrão IEEE 802.15.4 e do protocolo de comunicação Digimesh. Os

resultados mostraram que apesar do baixo throughput, essa tecnologia pode ser uma solução factível para FANET, embora ainda exista a necessidade de realizar mais testes para comprovar sua viabilidade no sistema real.

Contudo, esses componentes de *hardware* possuem requisitos limitantes para o funcionamento do sistema que, caso seja utilizada uma abordagem baseada em software, podem ser superados. Essa abordagem tem como base o conceito de Redes Definidas por Software (*Software-Defined Network – SDN*) (FOERSTER, 2018). SDN faz o desacoplamento dos planos de controle e de dados, permitindo a um controlador logicamente centralizado programar a rede, tornando os demais dispositivos comutadores que realizam o encaminhamento de dados a partir de uma tabela de fluxos mantida pelo próprio controlador.

Nesse contexto, o objetivo deste capítulo é apresentar uma nova arquitetura baseada em redes definidas por software capaz de garantir a funcionalidade da rede de comunicação do sistema multi-VANT usado no projeto SPACEVANT. Métricas específicas para a aplicação em uso, tais como *throughput*, atraso, *jitter*, taxa de erro e eficiência energética serão utilizadas. Essa arquitetura foi intitulada SD-FANET.

2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Dentre os trabalhos que envolvem pesquisas relacionadas a implantação de SDN em redes ad hoc aérea, três arquiteturas foram tomadas como referência para o desenvolvimento da arquitetura apresentada, são elas: a SD-UAVNET (ZHAO, 2019), VOEI (CUMINO, 2018) e SDN-based FASNET (QI, 2019). Tal escolha deve-se a proximidade entre os tipos de aplicação atribuída aos VANTs.

A arquitetura SD-UAVNET facilita o gerenciamento da rede por meio de um controlador centralizado. É possível avaliar a posição ótima de um VANT *relay* para manter serviços de vigilância operacionais. O controlador considera as informações de contexto oriundas de um VANT global para otimizar os movimentos dos VANTs que compõe o sistema, tais como selecionar rotas para os fluxos dados de forma adequadas, além de evitar que ocorra colisão entre as aeronaves. O objetivo é garantir uma qualidade de vídeo satisfatória para o serviço.

De forma semelhante, a arquitetura VOEI apresenta um esquema cooperativo entre VANTs para aprimorar a transmissão de vídeo e a eficiência energética global do sistema. O objetivo principal é manter o vídeo com suporte QoE (*Quality of Experience*). As decisões são baseadas em um nó controlador centralizado capaz de selecionar rotas confiáveis e de aumentar a eficiência energética, bem como detectar o momento apropriado para a substituição de um VANT, garantindo assim um maior tempo de autonomia do sistema.

Por fim, a arquitetura SDN-based FASNET tem como base a clusterização

de controladores, além de realizar um gerenciamento hierárquico. A arquitetura visa garantir requisitos de QoS (*Quality of Service*) específicos sensíveis a atrasos e confiabilidade. Para tal, pesos são atribuídos aos fluxos conforme sua sensibilidade ao atraso e, também, nível de prioridade.

Tendo como referência os requisitos da aplicação executada pelo projeto SPACEVANT, foi idealizada uma tabela de comparação entre as arquiteturas de referência citadas anteriormente e a arquitetura proposta, como disposta na Tabela 1.

Arquitetura	SD-UAVNET	VOEI	SDN-based FASNET	SD-FANET
Tecnologia	WiFi	WiFi	-	ZigBee
Camadas	4	4	3	4
Controlador	Centralizado	Centralizado	Distribuído	Distribuído
Roteamento	Sim	Sim	Sim	Sim
Mobilidade	Sim	Sim	Não	Sim
Eleição	-	-	Não	Sim
QoS	Não	Não	Sim	Sim

Tabela 1. Comparação entre arquiteturas de redes aéreas definidas por software.

3 | ARQUITETURA SD-FANET

Esta seção apresenta a arquitetura SD-FANET desenvolvida para otimizar o desempenho da rede de comunicação do sistema multi-VANT utilizado para varredura de área no âmbito do projeto SPACEVANT.

3.1 Requisitos

Com base nas informações apresentadas, alguns requisitos devem ser considerados para a implementação da arquitetura SD-FANET:

- 1) Capacidade de flexibilizar a estratégia de roteamento;
- 2) Monitoramento da mobilidade das aeronaves e da topologia da rede;
- 3) Possibilidade de atuar com diferentes níveis de QoS;
- 4) Viabilizar escalabilidade da rede com maior controle.

3.2 Visão geral

A utilização de SDN no sistema multi-VANT implica em um conjunto de ações necessárias para torná-la viável. Uma delas é que os enlaces de comunicação criados entre as aeronaves irão transportar mensagens de controle e de dados, ou

seja, apesar do desacoplamento dos planos de controle e dados, essas mensagens circularão no mesmo enlace físico, resultando em uma abordagem de controlador *in-band*.

Diante disso, um critério de projeto foi minimizar o envio de informações de controle, para, dessa forma, disponibilizar de maneira mais eficiente o canal de comunicação para envio de dados. Uma situação prevista é o envio de imagens a qualquer instante de tempo da missão. Isso demanda que a solução deve ter a capacidade de priorizar diferentes tipos de tráfego de dados, evitando assim latência excessiva ou uma condição de indisponibilidade do sistema.

Como exemplo da situação descrita anteriormente, a Figura 1 mostra o sistema multi-VANT durante uma missão na qual o VANT₂ detecta uma embarcação em área de acesso restrito. Observa-se que para a imagem ser entregue ao GCC-Controlador em terra, o VANT₂ deverá encaminhá-la através do VANT₁ ou VANT-Controlador. Essa etapa está vinculada a estratégia de roteamento adotada pelo controlador, contudo, independente da rota, é preciso priorizar esse envio durante todo o trajeto para obter o melhor desempenho.

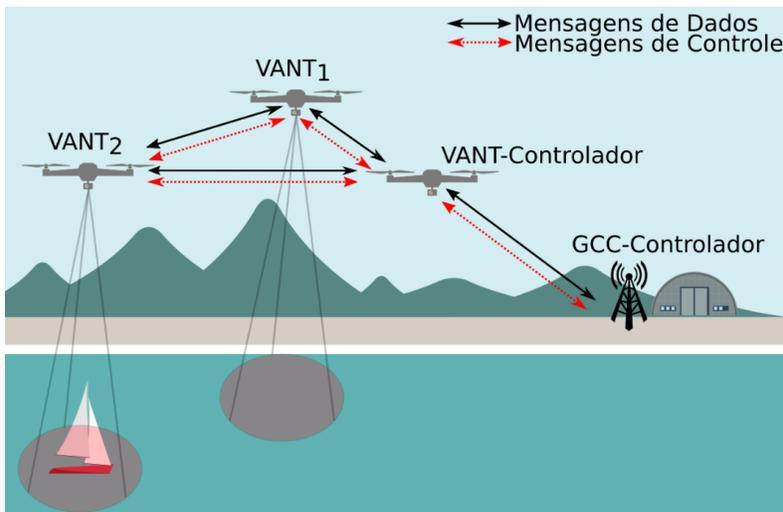


Figura 1. Aplicação de varredura de área utilizando sistema multi-VANT com SDN.

A Figura 2 ilustra de forma simplificada a arquitetura SD-FANET. Seus componentes são o GCC-Controlador, o VANT-Controlador e os demais VANTS que compõe a frota são chamados VANT-Roteador. A linha tracejada em vermelho representa as interações entre os componentes da rede através de mensagens de controle e a linha contínua preta as mensagens de dados. Uma das principais

características da arquitetura é a presença de um nó intermediário (VANT-Controlador) entre o controlador em terra (GCC-Controlador) e os dispositivos do plano de dados (VANT-Roteador). Uma breve descrição desses componentes é feita a seguir.

O GCC-controlador é o controlador da rede. Esse componente tem a visão global da topologia de rede, além de ser responsável por coordenar as ações de todos os demais controladores. O VANT-Controlador é um controlador local, logo possui uma visão restrita da rede que corresponde ao domínio no qual o VANT está inserido. Por fim, as demais aeronaves, VANTs-Roteadores, não compõem o plano de controle e serão tratadas nesse trabalho como comutadores capazes de interagir com um controlador e, através de consulta da sua tabela de fluxos, encaminhar dados.

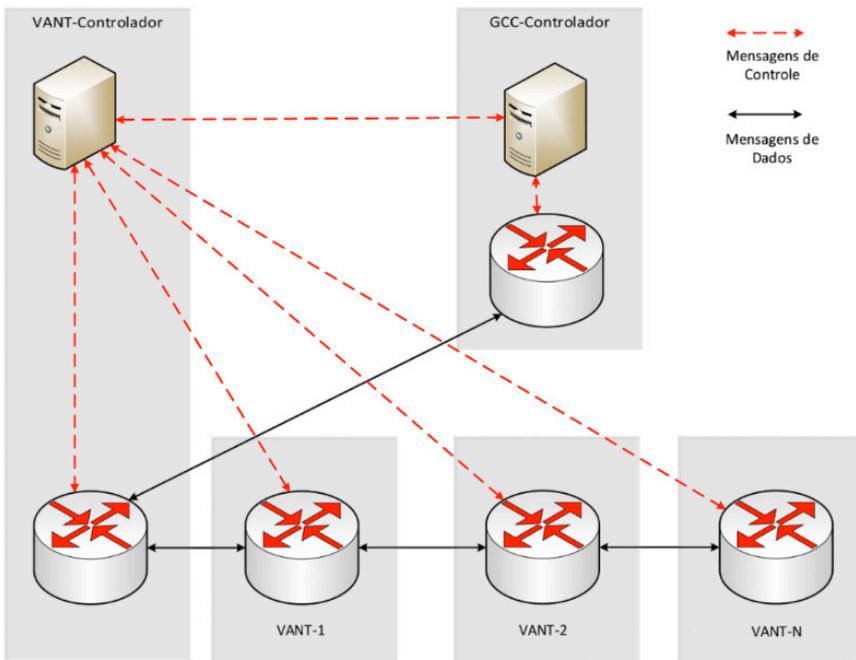


Figura 2. Arquitetura para rede aérea definida por software.

3.3 Design do controlador

A arquitetura proposta fará uso de um controlador SDN distribuído. Essa escolha deve-se, principalmente, a necessidade de escalabilidade e robustez. Para escalabilidade é preciso que o sistema tenha a capacidade de cobrir áreas maiores, necessitando de um número maior de aeronaves. Consequentemente, com o acréscimo de nós na rede, a demanda de requisições para o controlador

também será acrescida, tornando-se um provável restrição. Para robustez, um único controlador SDN caracteriza-se como um ponto de falha que comprometeria o funcionamento do sistema, logo, ao empregar um abordagem distribuída o sistema poderá adotar mecanismos de tratamento de falha que o tornem mais robusto, caso um dos controladores venha a ficar indisponível.

Os próximos itens vão tratar das soluções adotadas para viabilizar a implementação do controlador distribuído. As definições estão relacionadas com a estratégia de comunicação entre os componentes do sistema, o método para troca de informações entre um GCC-Controlador e um VANT-Controlador, e como ocorrerá a criação e atualização das tabelas de fluxos dos VANTs-Roteadores.

3.3.1 Comunicação controlador-comutador

Foi adotada uma abordagem mestre/escravo, na qual o VANT-Controlador terá como mestre o GCC-Controlador. Contudo, para melhor adequação a arquitetura SD-FANET, é necessário que o VANT-Controlador também tenha permissão para escrita nas tabelas de fluxo, e não apenas leitura. Tal adaptação deve-se pela necessidade de rápidas tomadas de decisão e pela possibilidade de haver uma maior latência caso o VANT-Controlador precise consultar o GCC-Controlador. Outra consideração é que, em caso de falha no VANT-Controlador, o sistema deve ter a capacidade de atribuir essa função a outro VANT que pertença ao mesmo domínio. Para tal, um algoritmo de eleição é utilizado.

3.3.2 Gerenciamento para visão da rede

Tendo em vista a abordagem distribuída, é preciso considerar que os controladores, VANT-Controlador e GCC-Controlador, precisam ter uma visão consistente da rede e, pelo menos um deles, tenha uma visão do estado global da topologia. Nesse sentido, a melhor arquitetura SDN para o controlador é o modelo hierárquico.

Para tal, o GCC-Controlador assumirá a função de controlador-raiz (*root-controller*) e gerencia os controladores locais (VANT-Controlador). Diante disso, caso diferentes frotas de VANTs necessitem trocar informações, será necessário consultar a GCC em terra, visto que um VANT-Controlador não terá informações de outros domínios, pois é responsável apenas por armazenar o estado da sua rede local.

Uma consideração importante é que dada a necessidade de escalabilidade e robustez do sistema, é possível replicar o GCC-Controlador para outra unidade física em terra, ou até mesmo para uma aeronave, evitando assim a existência de um único ponto de falha.

3.3.3 Coordenação do plano de controle

A abordagem distribuída exige uma estratégia para permitir aos controladores realizarem mudanças na topologia da rede, uma vez que essa estratégia orienta como as atividades do plano de controle serão coordenadas. Diante disso, essa arquitetura faz uso de uma solução baseada em liderança, na qual os controladores locais são liderados pelo controlador raiz. Tal condição garante que não ocorrerá inconsistência nas tabelas de fluxos e que o GCC-Controlador sempre terá uma visão global da rede atualizada. A Figura 3 sumariza as informações sobre o design do controlador proposto e exemplifica uma topologia com o GCC-Controlador coordenando dois domínios.

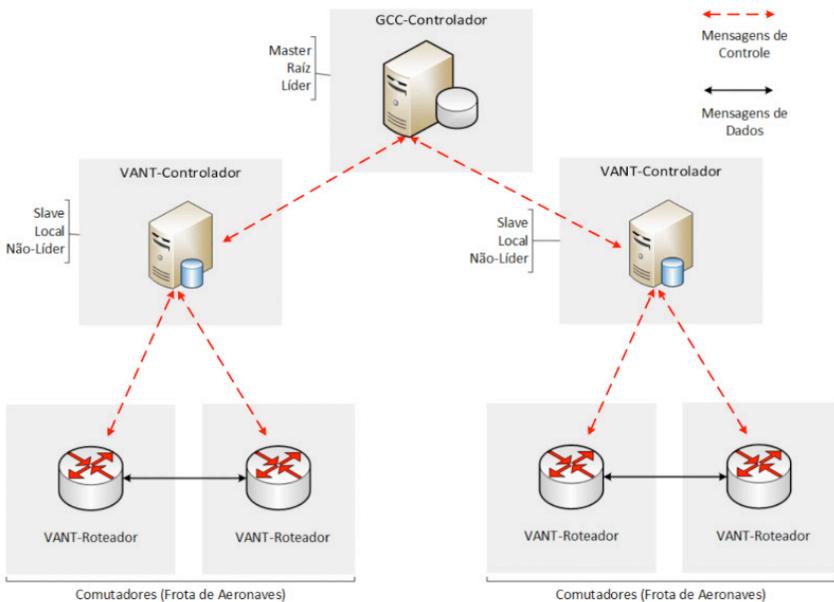


Figura 3. Design do controlador SDN da arquitetura SD-FANET.

3.4 ARQUITETURA SD-FANET

A arquitetura SD-FANET é apresentada em detalhes na Figura 4. Para viabilizar a troca de mensagens de controle entre os VANT-Roteadores e o VANT-Controlador é utilizado o protocolo OpenFlow versão 1.5.1 na interface *Southbound*. A API para programação dos módulos de gerenciamento e dos controladores ainda será definida.

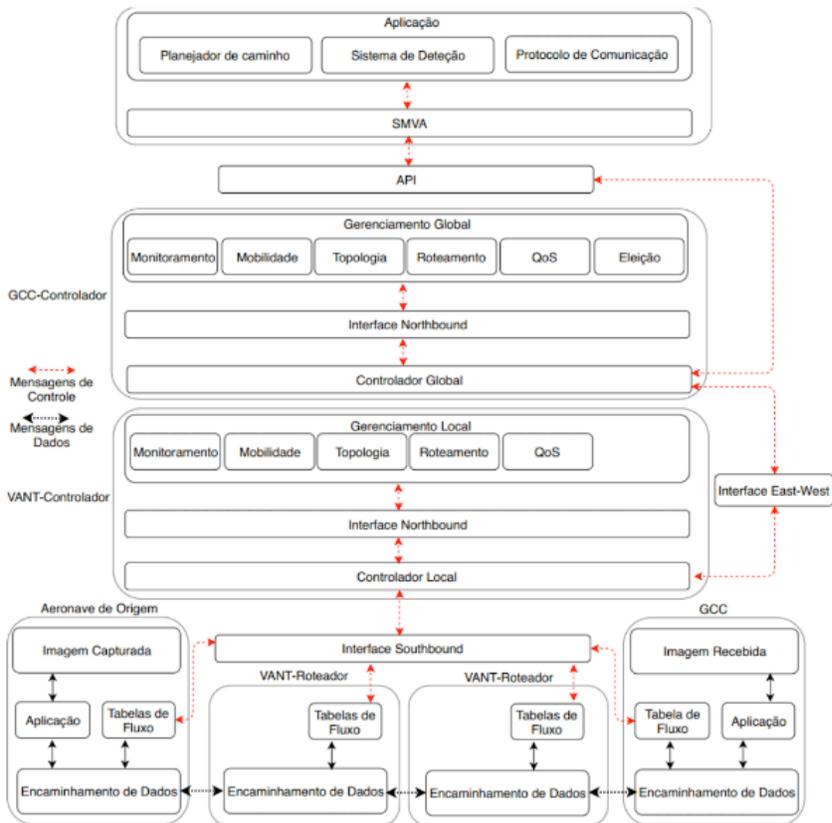


Figura 4. Detalhamento da arquitetura SD-FANET.

Com o objetivo de contextualizar e exemplificar o funcionamento da arquitetura SD-FANET, considerou-se que uma imagem foi capturada pela Aeronave de Origem e, após ser encaminhada por dois VANT-Roteadores, chega ao GCC em terra para avaliação do operador. A descrição e função dos componentes é feita a seguir.

O GCC-Controlador é responsável pelo gerenciamento do sistema, e, para tal, utiliza o Gerenciador Global e o Controlador Global. O Controlador Global faz a interface entre o GCC-Controlador e os demais VANT-Controladores, sincronizando a troca de dados entre os controladores e mantendo as informações da topologia global da rede atualizadas. Essa comunicação é realizada através de uma interface *East-West*. O Gerenciador Global compõe o plano de gerenciamento do sistema e é composto por módulos que auxiliam nas tomadas de decisão com base nas informações fornecidas pelo Controlador Global através da Interface *Northbound*. Entre os módulos estão o gerenciador de mobilidade, um gerenciador de políticas de QoS e um gerenciador de eleições para controladores locais.

O VANT-Controlador acompanha todas as informações dos VANT-

Roteadores, como localização, velocidade, trajetória e energia. A coleta dessas informações é realizada de forma periódica através da interface *Southbound*. Além disso, também é responsável por enviar instruções para as aeronaves de forma a garantir conectividade entre elas, bem como manter suas tabelas de fluxo atualizadas. O VANT-Controlador faz a interface entre o GCC-Controlador e os VANT-Roteadores. Quando alguma tomada de decisão é realizada pelo GCC-Controlador, ele notifica o VANT-Controlador que deverá executá-la.

Um VANT-Roteador atua como dispositivo de encaminhamento (computador). Ele tem a função de encaminhar os dados conforme as entradas da sua tabela de fluxo. Para encaminhamento da imagem, o destino final sempre será o GCC, conforme exemplo já apresentado.

Por fim, a Aeronave de Origem captura a imagem, codifica conforme a aplicação, escolhe a rota de acordo com informações da sua tabela de fluxo e envia para o GCC através do enlace de comunicação. De forma contrária, o GCC em terra (destino final) recebe os dados, decodifica e, sob supervisão de um operador, confirma ou não a presença do objeto detectado.

3.4.1 Gerenciador de monitoramento

O Gerenciador de Monitoramento (GMon) é responsável por armazenar as informações que referem-se aos enlaces de comunicação, tais como: perda de pacotes, latência e desconexão. Esses dados são utilizados por outros módulos para tomadas de decisão. Por exemplo, o Gerenciador de Roteamento pode assumir que um enlace é inviável a partir de uma taxa específica de perda de pacotes.

Portanto, este módulo será responsável por armazenar as informações que podem ser utilizadas para extrair estatísticas da rede. Além disso, todos os dados que chegarem ao VANT-Controlador serão computados, independente de serem mensagens de controle ou de dados.

3.4.2 Gerenciador de mobilidade

O Gerenciador de Mobilidade (GMob) tem a função de garantir que as aeronaves estejam executando o caminho planejado corretamente. Na etapa de preparação para execução de uma missão, um plano de voo é atribuído a cada aeronave e, para o sucesso da varredura de área, todas as aeronaves devem executá-lo com o menor erro possível. Em situações que uma aeronave não atenda esse requisito, o GMob deve atuar de forma reativa, informando a aeronave como retomar o plano de voo previamente estabelecido.

Conforme arquitetura apresentada nessa proposta, o Gerenciador de Mobilidade é executado no controlador local (VANT-Controlador) e no controlador

global (GCC-Controlador). A execução no controlador local é fundamental para reduzir o tempo de tomada de decisão, visto que o VANT-Controlador poderá enviar as instruções de correção de forma mais rápida. Em alguns casos, a visão local do VANT-Controlador pode não ser suficiente, então o GCC-Controlador deve ser consultado.

O processo de gerenciamento é executado através da coleta periódica de informações enviadas pelas aeronaves ao controlador local, este, por sua vez, realiza uma comparação dos itens enviados, tais como, localização, velocidade e energia remanescente, com os previstos no plano de voo. Só ocorrerá notificação de mudanças caso essa comparação esteja acima da margem de erro permitida. Dessa forma, o VANT-Controlador tem total conhecimento das informações dos VANTs. A periodicidade de envio das informações das aeronaves pode ser reduzida com adoção de um algoritmo de predição, isso acarretaria menor consumo de largura de banda com informações de controle. É importante ressaltar que o VANT-Controlador também necessita notificar o GCC-Controlador sobre a situação da frota de VANTs.

3.4.3 Gerenciador de topologia

O Gerenciador de Topologia (GTop) armazenará a topologia da rede ao qual o controlador está associado. Tratando-se do VANT-Controlador, esse gerenciador contém a visão topológica da rede na qual VANT-Controlador tem domínio, enquanto para o GCC-Controlador, o GTop entrega a visão global da rede.

3.4.4 Gerenciador de roteamento

O desempenho do Gerenciador de Roteamento (GRot) está relacionado de forma estreita com o Gerenciador de Mobilidade, pois as tabelas de fluxo são criadas, inicialmente, tomando como verdadeiras as informações presentes no plano de voo. Ou seja, se uma aeronave não seguir a trajetória previamente estabelecida, o encaminhamento de dados será falho e o sistema não terá o desempenho esperado. Essa tabela de fluxo criada antes de iniciar a operação deve-se a redução de latência por busca de rotas sob demanda. Contudo, apenas o parâmetro número de saltos será tomado como métrica.

3.4.5 Gerenciador de eleição

Para uma arquitetura com controlador distribuído hierárquico é imprescindível lidar com o problema de eleição de líder. Para a arquitetura proposta, o VANT-Controlador não compõe a frota de VANTs que irá executar a varredura de área. Dessa forma, é evidente que as aeronaves possuem funções distintas dentro do sistema. Portanto, caso ocorra falha com VANT-Controlador é necessário

uma alternativa para não interromper imediatamente a missão. Nesses casos, o Gerenciador de Eleição deve ser acionado.

A estratégia é pautada na substituição do VANT-Controlador por uma aeronave que compõe a frota, nesse caso, o VANT interrompe suas atividades relacionadas a varredura de área e assume a função de VANT-Controlador. Para tal, dois cenários são previstos: existência de comunicação com GCC-Controlador e ausência de comunicação com o GCC-Controlador.

No primeiro caso, a promoção a líder será feita pelo GCC-Controlador que tomará como métrica a distância do candidato para coordenada do VANT-Controlador e qualidade do enlace de comunicação com GCC-Controlador (ISHIGAKI, 2017). No segundo caso, onde não há conectividade com o GCC-Controlador, as aeronaves deverão executar o processo de eleição de forma autônoma.

3.4.6 Gerenciador de QoS

O Gerenciador de QoS tem a função de implantar políticas para obter prioridade de tráfego. O objetivo é reduzir a latência e aumentar a confiabilidade da transmissão da imagem com o objeto detectado, reduzindo assim o tempo de resposta do sistema. A partir das estatísticas extraídas de cada enlace de comunicação da topologia, é possível criar uma rota que permita melhor desempenho. Além disso, todo tráfego com destino ao GCC-Controlador deve ser priorizado, reduzindo assim o tempo de espera nas filas dos VANT-Roteadores.

4 | CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou uma arquitetura baseada em redes definidas por software, intitulada SD-FANET, para gerenciar um sistema de múltiplos VANTs utilizado na varredura de área de uma provável região de impacto de foguetes. Para idealização da arquitetura SD-FANET, além dos requisitos da aplicação de varredura de área, foram tomadas como referência outras soluções disponíveis na literatura.

O design da arquitetura é composto por um controlador SDN hierárquico distribuído capaz de implementar funções de gerenciamento de monitoramento, mobilidade, topologia, roteamento, QoS e eleição. As próximas etapas dessa pesquisa serão a implementação dos módulos de gerenciamento e realização de teste no emulador Mininet-WiFi.

REFERÊNCIAS

FU, Zhangjie et al. **Secure multi-uav collaborative task allocation**. IEEE Access, v. 7, p. 35579-35587, 2019.

- TANG, Yazhe et al. **Vision-aided multi-UAV autonomous flocking in GPS-denied environment.** IEEE Transactions on industrial electronics, v. 66, n. 1, p. 616-626, 2018.
- LIU, Chi Harold et al. **Distributed energy-efficient multi-UAV navigation for long-term communication coverage by deep reinforcement learning.** IEEE Transactions on Mobile Computing, v. 19, n. 6, p. 1274-1285, 2019.
- MIYANO, Kosei et al. **Utility based scheduling for multi-UAV search systems in disaster-hit areas.** IEEE Access, v. 7, p. 26810-26820, 2019.
- BINOL, Hamidullah et al. **Time optimal multi-uav path planning for gathering its data from roadside units.** In: 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall). IEEE, 2018. p. 1-5.
- BEKMEZCI, Ilker; SEN, Ismail; ERKALKAN, Ercan. **Flying ad hoc networks (FANET) test bed implementation.** In: 2015 7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST). IEEE, 2015. p. 665-668.
- SILVA, Mauricio R. et al. **Communication network architecture specification for multi-UAV system applied to scanning rocket impact area first results.** In: 2017 Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR). IEEE, 2017. p. 1-6.
- SILVA, Mauricio R.; MONTEIRO, F. V. **Análise comparativa de estratégias de varredura de área para um sistema de comunicação multi vants no monitoramento da área de impacto de foguetes sobre o mar.** IX Escola Potiguar de Computação e suas Aplicações (IX EPOCA 2016), v. 9, p. 157-166, 2016.
- FOERSTER, Klaus-Tycho; SCHMID, Stefan; VISSICCHIO, Stefano. **Survey of consistent software-defined network updates.** IEEE Communications Surveys & Tutorials, v. 21, n. 2, p. 1435-1461, 2018.
- ZHAO, Zhongliang et al. **Software-defined unmanned aerial vehicles networking for video dissemination services.** Ad Hoc Networks, v. 83, p. 68-77, 2019.
- CUMINO, Pedro et al. **Cooperative UAV scheme for enhancing video transmission and global network energy efficiency.** Sensors, v. 18, n. 12, p. 4155, 2018.
- QI, Weijing et al. **A traffic-differentiated routing algorithm in Flying Ad Hoc Sensor Networks with SDN cluster controllers.** Journal of the Franklin Institute, v. 356, n. 2, p. 766-790, 2019.
- ISHIGAKI, Genya et al. **Cluster leader election problem for distributed controller placement in sdn.** In: GLOBECOM 2017-2017 IEEE Global Communications Conference. IEEE, 2017. p. 1-6.

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 supervisorio 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

3

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