



**Cleberton Correia Santos**  
(Organizador)

---

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 4**

---

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

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

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE $R_p$	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911095</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>51</b>
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911096</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHIDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>92</b>
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110910</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>102</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110911</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 111**

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César  
Yann Freire Marques Costa  
Anderson Nascimento Milagres  
Gian Fonseca dos Santos  
Eduardo Souza Candido  
Klinger Senra Rezende  
Adonai Gomes Fineza

**DOI 10.22533/at.ed.22519110912**

**CAPÍTULO 13 ..... 122**

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso  
Julia Santos Caetano  
Jean Pierre Sayago  
Joeci Ricardo Godoi  
Rodrigo Souza Banegas  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.22519110913**

**CAPÍTULO 14 ..... 132**

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva  
Jorge Amim Júnior  
Ana Lucia Shiguihara

**DOI 10.22533/at.ed.22519110914**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira  
Lucivania Rodrigues dos Santos  
Adonias Almeida Carvalho  
Renato Pinto de Sousa  
Gerardo Magela Vieira Júnior  
Ruth Raquel Soares de Farias  
Mariana Helena Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.22519110915**

**CAPÍTULO 16 ..... 157**

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho  
Kelly Cristiane Gomes  
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

**DOI 10.22533/at.ed.22519110916**



**CAPÍTULO 17 ..... 183**

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta  
Eliane Scheid Gazire

**DOI 10.22533/at.ed.22519110917**

**CAPÍTULO 18 ..... 193**

ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Patrícia Muniz de Oliveira  
Isabela Poley  
Estevam Barbosa Las Casas  
Marina Spyer Las Casas  
Janaina Dernowsek

**DOI 10.22533/at.ed.22519110918**

**CAPÍTULO 19 ..... 205**

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC

Dayana Castilho de Souza  
Paulo Yoshio Kubota  
Silvio Nilo Figueroa  
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez  
Caio Augusto dos Santos Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.22519110919**

**CAPÍTULO 20 ..... 218**

*LESSON STUDY*: UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL

Renata Camacho Bezerra  
Maria Raquel Miotto Morelatti

**DOI 10.22533/at.ed.22519110920**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS

Paula M. S. Roma  
Luiza C. Mourão  
Marcelo P. Bemquerer  
Erika M. Braga  
Ubirajara Agero

**DOI 10.22533/at.ed.22519110921**

**CAPÍTULO 22 ..... 232**

PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES

Fábio Mendes Ramos  
Fabricia Gracielle Santos  
Daniel Martins Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.22519110922**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>243</b>
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>253</b>
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>267</b>
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>277</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>289</b>
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>302</b>
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110928</b>	

**CAPÍTULO 29 ..... 310**

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza  
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior  
Armando Mendes Nogueira  
Raphael Nogueira Rezende  
Agda Silva Prado Oliveira  
Adriano Bortolotti da Silva  
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

**DOI 10.22533/at.ed.22519110929**

**CAPÍTULO 30 ..... 315**

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira  
Fábio Abrantes Diniz  
Elder Gonçalves Pereira  
Francisco Paulo de Freitas Neto  
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.22519110930**

**CAPÍTULO 31 ..... 329**

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert  
Cassiano Scott Puhl

**DOI 10.22533/at.ed.22519110931**

**CAPÍTULO 32 ..... 339**

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior  
Fabiano Medeiros Tavares  
Ítalo Cordeiro Silva Lima  
Delfim Dias Bonfim  
Lucyano Campos Martins  
Nailson Martins Dantas Landim  
Haryson Huan Arruda da Silva Santos  
Douglas Ferreira Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.22519110932**

**CAPÍTULO 33 ..... 349**

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli  
Luiz Fernando Palin Droubi  
Norberto Hochheim

**DOI 10.22533/at.ed.22519110933**

**CAPÍTULO 34 ..... 363**

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos  
Amanda Morlos

**DOI 10.22533/at.ed.22519110934**

<b>CAPÍTULO 35 .....</b>	<b>376</b>
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>387</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>388</b>

## ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM *SMART GRIDS*

**Álison De Oliveira Alves**

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte,  
Departamento de Computação  
Natal – Rio Grande do Norte

**Felipe Denis Mendonça De Oliveira**

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte,  
Departamento de Computação  
Natal – Rio Grande do Norte

### PERFORMANCE ANALYSIS AND EVALUATION OF WIRELESS SENSOR NETWORKS PROTOCOLS APPLIED ON *SMART GRIDS*

**RESUMO:** As Redes de Energia Inteligentes (*Smart Grids*) permitem o monitoramento entre a concessionária de energia e os dispositivos eletroeletrônicos utilizados pelos clientes, favorecendo uma gestão eficaz do sistema elétrico melhorando, assim, a eficiência energética e minimizando os custos. Este trabalho tem como objetivo observar o comportamento dos protocolos de roteamento AODV, AOMDV, DSDV e HTR utilizados em Redes de Sensores sem Fio (RSSF) para aplicações de monitoramento em *Smart Grids*, através da simulação de um condomínio residencial. Parâmetros de QoS, e consumo de energia serão testados para apontar o protocolo mais eficiente a ser utilizado.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Smart Grids*, Redes de Sensores sem Fio, Protocolos de Roteamento.

**ABSTRACT:** Smart Grids allow monitoring of the power utility and consumer electronics devices used by customers, favoring efficient management of the electrical system, thus improving energy efficiency and minimizing costs. This work aims to observe the behavior of the AODV, AOMDV, DSDV and HTR routing protocols used in Wireless Sensor Networks (WSN) for monitoring applications in *Smart Grids*, by simulating a residential condominium. QoS parameters and power consumption will be tested to reach the most effective protocol to be used.

**KEYWORDS:** *Smart Grids*, Wireless Sensor Network, Routing Protocols.

### 1 | INTRODUÇÃO

O crescimento da quantidade de produtos eletroeletrônicos em todo o mundo causou um aumento no consumo de energia mundial e este aumento tende a continuar, causando efeitos nocivos, especialmente para o meio ambiente (GHARAVI; HU, 2011). Devido ao avanço de novas tecnologias e das

ferramentas dos sistemas de energia elétrica, surgiu o conceito de Redes de Energia Inteligentes (*Smart Grids*) que ajudam a minimizar os impactos do aumento do custo da energia elétrica e suas consequências para a degradação do meio ambiente (SAUL-RINALDI; LEBARON; CARACINO, 2013).

Uma das aplicações em *Smart Grid* é a responsável por medir a tensão e a frequência fornecida pela rede, bem como o consumo de corrente e potência da residência e os harmônicos destrutivos gerados pela rede doméstica. A conexão com o *Smart Grid* geralmente é feita através de protocolos de redes cabeadas que usam a infraestrutura da rede elétrica (uso de cabos elétricos combinados com os cabos de informação), ou com outras redes de informação disponíveis (telefone, TV a cabo, dentre outras). Os cabos combinados geralmente não estão disponíveis para o cliente, especialmente em condomínios residenciais. Também é importante notar que o uso de redes de informação já existentes gera custos mensais adicionais para o sistema, tornando o tempo de recuperação do investimento do sistema mais longo (SAUL-RINALDI; LEBARON; CARACINO 2013). Neste contexto, a utilização de redes de sensores sem fio (RSSF), especialmente àquelas que trabalham com o padrão IEEE 802.15.4, torna-se uma boa alternativa devido à sua característica de baixo custo, baixo consumo de energia, confiabilidade e facilidade de instalação e configuração (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014).

Ao usar uma RSSF com grande número de nós sensores, a adoção de um protocolo de roteamento é necessária para garantir a Qualidade de Serviço (QoS) no monitoramento satisfatório da rede, impactando também o tempo de vida dos nós sensores, em regiões onde a disponibilidade de fonte de energia permanente dos nós seja inviável ou esteja indisponível (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014).

Este artigo tem como objetivo realizar a análise de desempenho dos protocolos de roteamento em uma RSSF, buscando o protocolo que melhor se adapte a grade de Redes de Energia Inteligentes (*Smart Grids*) aplicadas a um condomínio residencial. Os protocolos a serem utilizados nas simulações deste trabalho são o AODV (*Ad hoc On Demand Distance Vector Routing*), o AOMDV (*Ad hoc On Demand Modified Distance Vector Routing*) (OLIVEIRA, 2015), o DSDV (*Destination-Sequenced Distance-Vector*) e o HTR (*Heterogeneous Routing Protocol*) (OLIVEIRA, 2015). Estes protocolos são muito utilizados para diversas aplicações de monitoramento que exigem alta eficiência na comunicação e baixo consumo energético (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014). O protocolo de roteamento ZBR (*ZigBee Routing Algorithm*) (OLIVEIRA, 2015) vai ser analisado indiretamente através da comparação do AODV com o HTR, uma vez que o ZBR é um protocolo híbrido baseado nestes dois outros protocolos.

Alguns parâmetros de rede principais, tais como a porcentagem de perda de pacotes, taxa de transferência, atraso fim-a-fim, *jitter* e o consumo de energia serão analisados, baseados no estudo desenvolvido em (OLIVEIRA, 2015). A partir dos resultados, será possível determinar qual protocolo de roteamento é o mais

indicado para esta aplicação. A avaliação de desempenho das RSSF será realizada no software de simulação NS2 (*Network Simulator 2*) (KEVIN; VARADHAN, 2007).

A principal contribuição deste trabalho é mostrar um conjunto mais detalhado de testes de QoS no uso de RSSF em *Smart Grids* em cenário de simulação baseado em um ambiente residencial de condomínio de casas. Os trabalhos anteriores nesta área utilizaram apenas ambientes pequenos e simétricos (GHARAVI; HU, 2011) ou não levaram em consideração o consumo de energia em RSSF com muitos nós (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014).

Esse trabalho está dividido como se segue: na seção 2 é apresentada uma visão geral dos protocolos de roteamento mais utilizados em RSSF do padrão IEEE 802.15.4. O ambiente de simulação utilizado para a comparação do desempenho dos protocolos de roteamento alvos deste trabalho é discutido e exposto na seção 3. Os resultados das simulações que comparam os parâmetros de QoS alvos deste estudo encontram-se na seção 4. A seção 5 apresenta as considerações finais deste trabalho.

## 2 | PERSPECTIVAS DOS PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO

O roteamento em RSSF pode demandar mais recursos do que em outras redes sem fio, tais como redes *ad-hoc* móveis ou redes celulares, pelas seguintes razões (SAVVIDES; HAN; STRIVASTAVA, 2001):

- Os nós de uma RSSF normalmente permanecem estacionários após a sua instalação, o que resulta em alterações topológicas previsíveis e pouco frequentes;
- Os nós sensores exigem um gerenciamento cuidadoso dos recursos por causa de suas severas restrições de energia, processamento e armazenamento;
- Os requisitos do projeto de uma RSSF dependem da aplicação porque tais redes são designadas a um tipo específico de aplicação;
- Quase todas as aplicações de RSSF requerem fluxo de dados de sensoria-mento de várias fontes para uma estação base particular e;
- A coleta de dados é, muitas vezes, baseada em localização, portanto a posi-ção correta dos nós sensores é importante. A posição é detectada utilizando métodos baseados em triangulação, através da potência do transceptor e por alguns pontos conhecidos. Também é possível utilizar nós equipados com GPS para esta finalidade. Porém, é desejável dispor de soluções in-dependentes de GPS porque a utilização do GPS gera um consumo de energia adicional.

Devido a estes fatores, novos mecanismos foram propostos para resolver o problema do roteamento em redes de sensores. Esses mecanismos levam em consideração características inerentes das RSSF em conjunto com os requisitos das aplicações e arquitetura. Um esquema de roteamento eficiente irá proporcionar

reduções significativas de custos de energia e melhorar a longevidade da rede. As Técnicas de roteamento propostas na literatura para RSSF utilizam algumas táticas de roteamento que são conhecidas e apropriadas para essas redes, tendo como objetivo minimizar o consumo de energia (JUNHAI; LIU; DANXIA, 2008).

Ao utilizar uma RSSF com um grande número de nós sensores distribuídos em um SG instalado em um condomínio residencial, o uso de um protocolo de roteamento é necessário para garantir QoS no monitoramento satisfatório da rede. Os Protocolos de RSSF podem ser classificados como planos (reativo e proativo), hierárquicos, baseados em localização, e híbridos (HONG; XU; GERLA, 2002).

Nos protocolos de roteamento planos reativos, como o DSR (*Dynamic Source Routing*) (JOHNSON; MALTZ; BROCH, 2001), o AODV (*Ad hoc On Demand Distance Vector Routing*) (18), o R3E (*Reliable Reactive Routing Enhancement*) (NIU et al., 2014) e o HEER (*Hybrid Energy Efficient Reactive Protocol*) (JAVAID et al., 2013), a rota de processamento só acontece quando há informação a ser transmitida. Isso cria rotas adaptáveis que se encaixam ao ambiente e podem sofrer constantes mudanças em uma RSSF, tais como a inserção e remoção de nós. É importante notar que, uma vez que cada nó atualiza sua tabela de rota individual, a topologia da rede é alterada e novas rotas são criadas. Isto implica no processamento constante durante a transmissão de dados, aumentando o consumo de energia e a latência (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014).

Os protocolos de roteamento planos proativos, tais como o OLSR (*Optimized Link State Routing Protocol*) (CLAUSEN; JACQUET, 2003), o DSDV (*Destination-Sequenced Distance-Vector*) (PERKINS; BHAGWAT, 1994) e o CCE-LCH (*Distributed Energy Efficient Clustering with Linear Cluster Handling*) (SAJID et al., 2015) atualizam constantemente as informações de roteamento de cada nó para todos os outros nós da rede. Isso cria uma sobrecarga na transmissão desta informação através da rede, consumindo parte da largura de banda da mesma, a fim de manter a tabela de roteamento atualizada (CORDEIRO; AGRAWAL, 2002).

Os protocolos planos normalmente aumentam a quantidade de roteamento e processamento de informações, quando o tamanho da rede cresce. Os protocolos de roteamento hierárquicos, como o HTR (*Heterogeneous Routing Protocol*) (NEFZI; SONG, 2007), o CGRS (*Clusterhead Gateway Switching Routing*) (CHIANG et al., 1997), o LEACH (*Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy*) (HEINZELMAN; CHANDRAKASAN; BALAKRISHNAN, 2000), o HRTS (*Hierarchical Reactive Time Synchronization Protocol*) (ARDAKANI; PADGET; DE VOS, 2013), o LEACH2 (*Low-energy Adaptive Clustering Hierarchy 2*) (KHAN et al., 2015) e o FTE-LEACH (*Fault-Tolerant and Energy-Efficient LEACH*) (OLIVEIRA, 2015) procuram resolver este problema através da criação de *clusters*, que são grupos de nós que funcionam como sub-redes, limitando o tamanho da tabela de roteamento e o tamanho dos pacotes de atualização dentro do grupo. Os *clusters* são tipicamente agrupados de acordo com a proximidade geográfica dos nós.



Cada *cluster* tem um líder, chamado de *cluster head* que se comunica com os outros nós do *cluster* e com outros *cluster heads* da rede (HONG; XU; GERLA, 2002).

Os protocolos de roteamento baseados em localização geográfica, tais como o GEAR (*Geographical and Energy Aware Routing*) (YU; GOVIDAN; ESTRIN, 2001), o GPSR - TPC (*Greedy Perimeter Stateless Routing in Wireless Networks*) (MACEDO et al., 2006) e o LDDP (*A Location-based Directed Diffusion Routing Protocol for Smart Home Sensor Network*) (CHENG et al., 2014), usam o GPS para determinar a posição dos nós e a melhor rota possível. Estes protocolos podem organizar a rede em topologias simples ou hierárquicas, dependendo da disponibilidade dos dispositivos de geolocalização. O uso desses protocolos aumenta o custo do equipamento e o consumo de energia adicional (HONG; XU; GERLA, 2002), devido a adoção do GPS. Assim sendo, estes protocolos não serão testados nas simulações do presente trabalho.

Os protocolos de roteamento híbridos, tais como o DDR (*Distributed Dynamic Routing Algorithm for Mobile ad hoc Networks*) (NIKAEIN; LABIOD; BONNET, 2000), o ZBR (*ZigBee Routing Algorithm*) (ALLIANCE, 2014) e o ZRP (*Zone Routing Protocol*) (CHAUDHARI; JAINI, 2014) possuem características de protocolos planos e hierárquicos e podem ou não usar técnicas de geolocalização. Estes protocolos criam grupos de nós que fazem roteamentos próximos um dos outros, reduzindo assim a sobrecarga da rede. Normalmente, uma abordagem proativa é realizada dentro dos grupos. Quando dois nós distantes estão envolvidos, o percurso é calculado por meio de técnicas de descoberta de rota (HONG; XU; GERLA, 2002).

O ZBR é um dos protocolos mais utilizados na indústria, e adapta-se ao tamanho da rede. Em redes muito pequenas a conexão ponto a ponto é utilizada, e em redes maiores, com a topologia em malha, o AODV é usado. Já em topologias hierárquicas, o HTR é utilizado (ALLIANCE, 2014).

Como as redes SG são geralmente compostas de vários nós, é importante encontrar o protocolo de roteamento que seja mais adequado para esta aplicação, garantindo melhor desempenho e QoS. Os protocolos utilizados nas simulações para esse trabalho são os seguintes: AODV, AOMDV, DSDV e HTR. Estes protocolos são muito utilizados para diversas aplicações, tais como o uso em MANETs (CHADHA; JOON, 2012) e RSSF utilizadas em parques eólicos (OLIVEIRA; SEMENTE, 2014), ou seja, em RSSF que trabalham com grande quantidade de nós sensores. O ZBR vai ser analisado indiretamente através da comparação do AODV com o HTR, uma vez que o ZBR é um protocolo híbrido baseado nestes dois outros protocolos.

### 3 | AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Esta seção apresenta o cenário de simulação utilizado neste trabalho. Usando o software *Google Earth* (QI; ZHAI; DANG, 2016), uma imagem de um condomínio

na cidade de Natal/RN, no Brasil foi capturada e os nós sensores foram distribuídos, um em cada habitação (Figura 1).



Figura 1. Cenário de simulação com a distribuição dos nós sensores

Todas as simulações desse trabalho foram feitas na versão 2.35 do NS-2. O NS-2 é uma ferramenta de código aberto para simulação de eventos discretos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do projeto VINT na Universidade da Califórnia em Berkeley (KEVIN; VARADHAN, 2007).

Na simulação, os protocolos de roteamento foram testados inicialmente com 40 nós sensores. Posteriormente, foram acrescentados 78 e, por fim 90 nós sensores, para atestar a eficiência dos protocolos em densidades maiores de nós. O tempo de simulação foi de 3.600 segundos, o protocolo de transporte utilizado foi o UDP e a fonte geradora de tráfego, CBR, já que as RSSF do padrão IEEE 802.15.4 operam apenas em UDP (IEEE, 2015). A área de simulação foi de 170 x 100 metros; o modelo de propagação utilizado foi o *two-ray ground*. O tamanho da mensagem de cada pacote foi setado com 70 bytes. A Tabela 1 resume os parâmetros utilizados na simulação.

Parâmetros	Valor
Padrão de Comunicação	IEEE 802.15.4
Antena	Omni direcional
Tempo de Simulação	3.600s
Área de Simulação	170m x 100m
Modelo de Propagação	<i>Two Ray Ground</i>
Protocolos de Roteamento	AODV, AOMDV, DSDV, HTR
Número de Nós	40, 70 e 90
Taxa de Transmissão	5 pacotes/s
Tamanho do Pacote	70 bytes
Protocolo de Transporte	UDP
Tipo de Tráfego	CBR

Tabela 1 - Parâmetros Usados na Simulação

É importante determinar se a comunicação ocorre no modo “sempre ligado” (sem hibernação dos transceptores de cada nó) ou no modo de transmissão periódica dos dados, intercaladas com a hibernação de transceptores dos nós sensores, exceto o coordenador, que fica permanentemente ligado. Este artigo avaliou ambos os casos.

A transmissão começa nos primeiros 40s e, no modo de hibernação, o tempo em que os transceptores hibernam é de 5s. A fim de melhorar a precisão dos testes, foram realizadas 10 rodadas de 1 hora cada.

Os parâmetros utilizados para avaliar o desempenho dos protocolos de roteamento deste artigo foram: pacotes perdidos (avalia a quantidade de dados perdida entre os nós e o coordenador da rede), vazão (mede a quantidade de dados enviada), atraso fim-a-fim (indica o *delay* entre os nós e o coordenador da RSSF), *jitter* (diferença de tempo entre o *delay* anterior e o atual) e energia residual (mensura a eficiência energética do protocolo de roteamento) (OLIVEIRA, 2015).

## 4 | RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os gráficos abaixo apresentam os resultados das simulações, onde serão analisados e comparados cada protocolo de roteamento utilizado em relação às suas métricas de desempenho.

### a. Pacotes Perdidos

A Figura 2 e a Figura 3 mostram a perda média de pacotes nos esquemas de comunicação “sempre ligado” e em modo de hibernação, respectivamente. No modo “sempre ligado”, todos os protocolos de roteamento testados apresentaram um elevado número de perdas de pacotes. A grande quantidade dessas perdas pode ser justificada pela disputa de comunicação e da concessão da permissão para se comunicar com o coordenador. No modo de hibernação, a média de pacotes perdidos diminuiu quando comparado ao modo “sempre ligado”. Em todos os casos, a perda média de pacotes aumenta com a adição de nós.

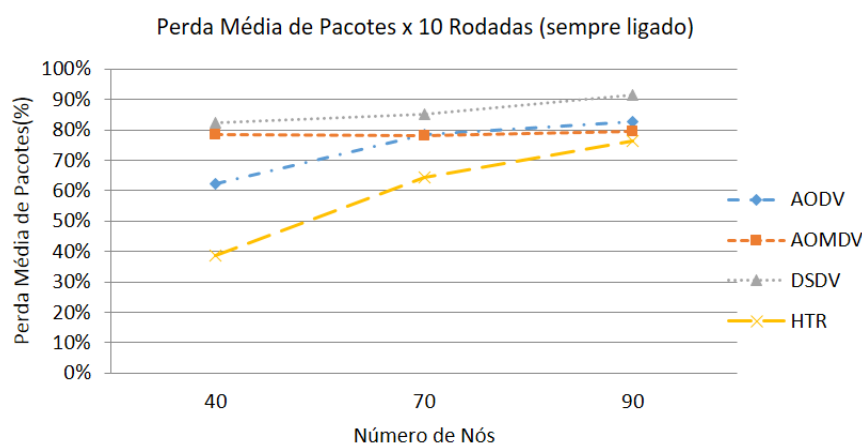


Figura 2. Perda média de pacotes. Modo “sempre ligado”

Tanto no modo de hibernação quanto no modo “sempre ligado”, a média de perda de pacotes do protocolo DSDV é muito alto, porque é um protocolo proativo e precisa manter suas tabelas de roteamento sempre atualizadas, demandando um tempo adicional para atualizá-las. Se algum nó quer enviar pacotes durante este intervalo, esses pacotes são colocados na fila e quando a fila está cheia, os pacotes serão descartados.

No modo de hibernação, apenas o HTR manteve um percentual aceitável de perda, que é inferior à margem de 5% desejável para esta aplicação.

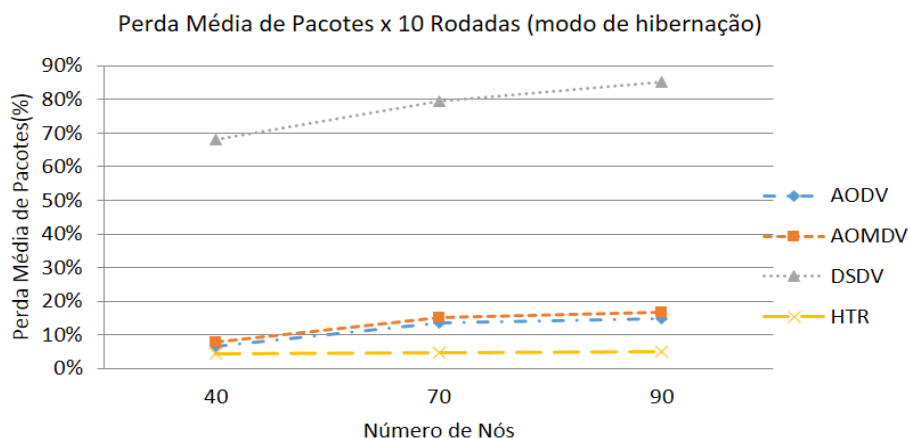


Figura 3. Perda média de pacotes. Modo hibernação

### b. Vazão

A vazão média mostrada nas Figura 4 e Figura 5 demonstram que todos os protocolos tiveram uma maior vazão no modo “sempre ligado”.

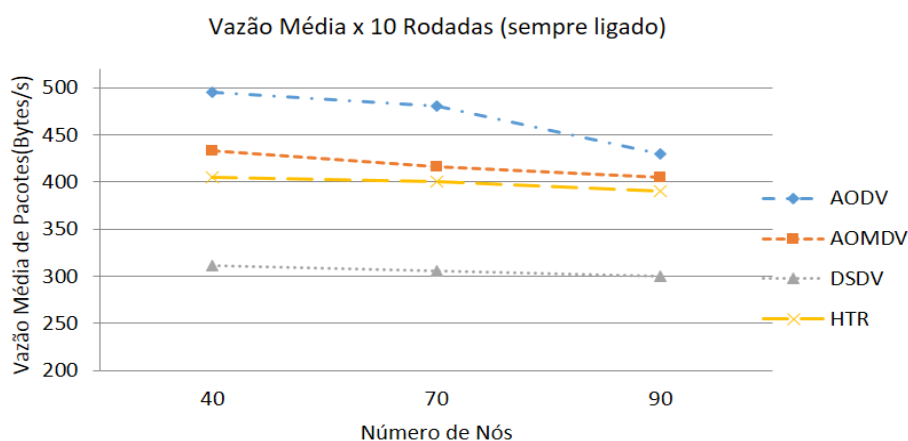


Figura 4. Vazão média de pacotes. Modo “sempre ligado”

No modo de hibernação, o protocolo de roteamento HTR apresentou os melhores resultados, bem próximos do AODV. O DSDV teve o pior rendimento em ambos os modos.

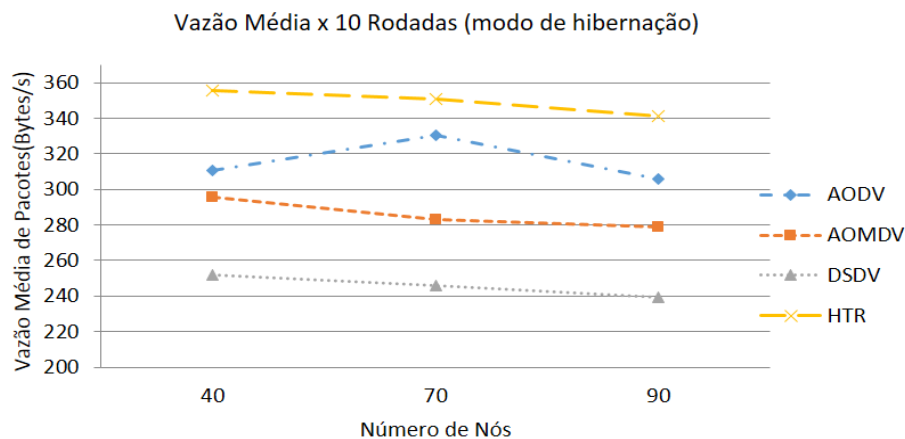


Figura 5. Vazão média de pacotes. Modo hibernação

### c. Atraso fim-a-fim

As Figura 6 e Figura 7 mostram uma comparação entre o atraso médio fim-a-fim dos protocolos de roteamento nos modos “sempre ligado” e de hibernação, respectivamente. No DSDV verifica-se uma imediata perda de pacotes devido a uma falha de enlace. O DSDV não é adequado para grandes redes, já que o seu desempenho não é satisfatório em aplicações como as aqui simuladas.

Todos os outros protocolos de roteamento testados apresentaram valores de atraso médio aceitáveis. O protocolo de roteamento hierárquico HTR obteve os melhores resultados neste quesito.

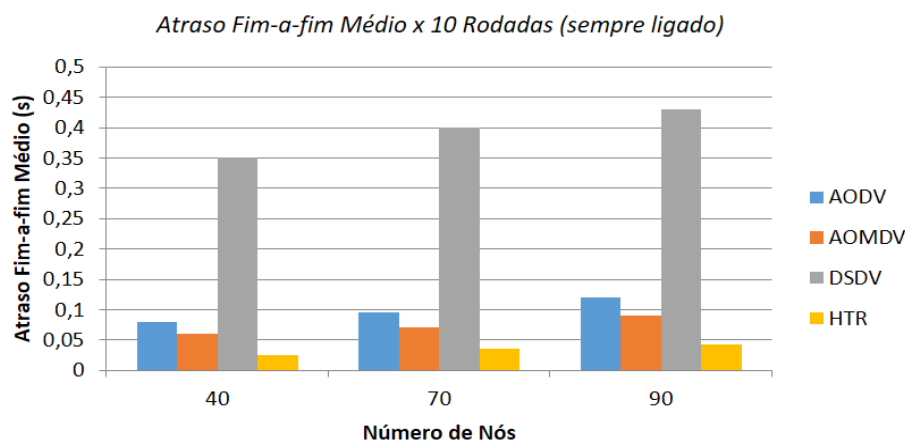
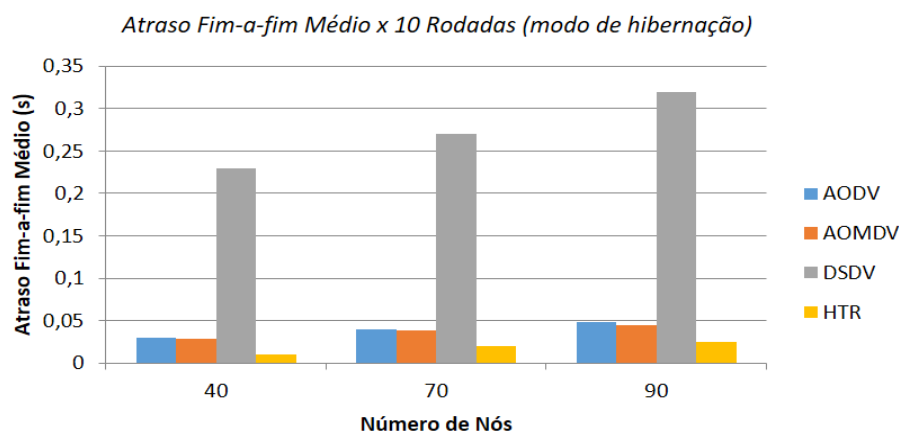


Figura 6. Atraso fim-a-fim médio. Modo “sempre ligado”



#### d. Jitter

O *jitter* médio mostrado na Figura 8 e na Figura 9 demonstrou que o protocolo DSDV teve o pior resultado, devido à alta densidade de nós da rede que comprometeu o seu desempenho.

Com base nos resultados, é possível notar que em todos os protocolos, exceto no DSDV, o *jitter* médio manteve-se em níveis aceitáveis. O HTR obteve o melhor desempenho.

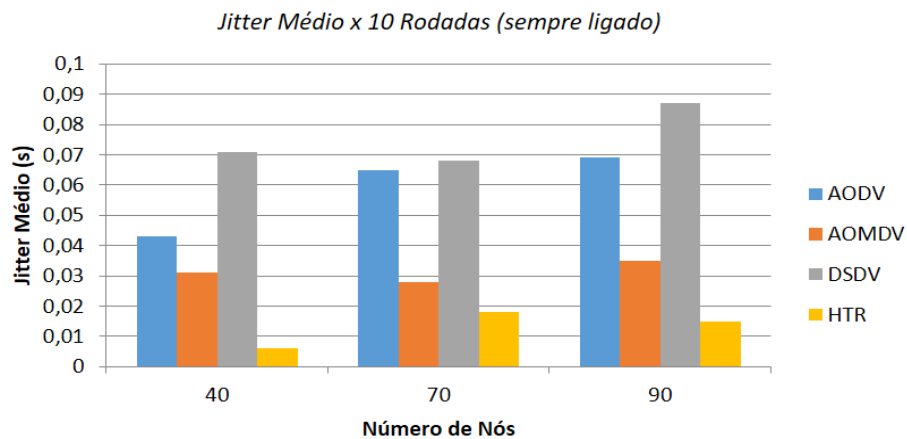


Figura 8. *Jitter* médio. Modo “sempre ligado”

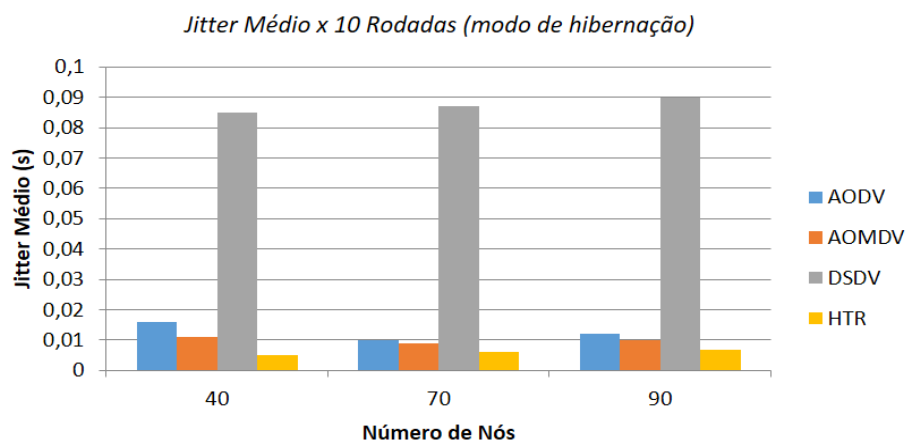


Figura 9. *Jitter* médio. Modo hibernação

#### e. Energia residual

As Figura 10 e Figura 11 mostram uma comparação entre a energia residual média dos protocolos de roteamento nos modos de comunicação “sempre ligado” e em hibernação, respectivamente.

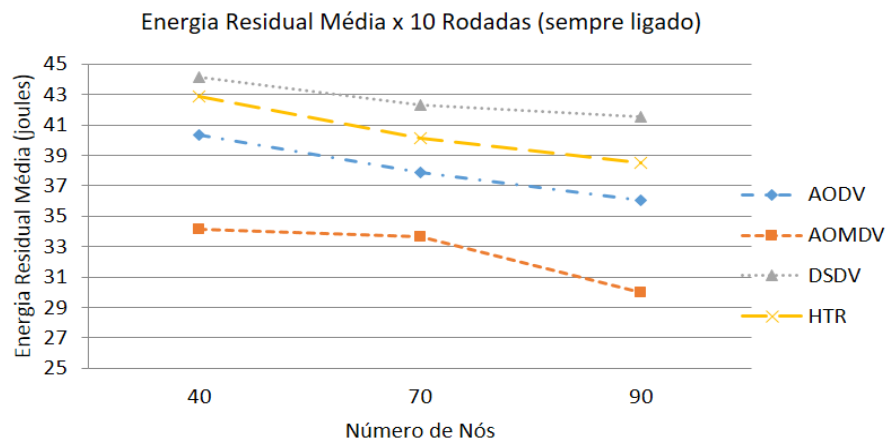


Figura 10. Energia residual média. Modo “sempre ligado”

A energia residual média no modo “sempre ligado” é menor do que no modo de hibernação já que os nós transceptores não hibernam. Portanto, no modo “sempre ligado” o consumo de energia é sempre maior.

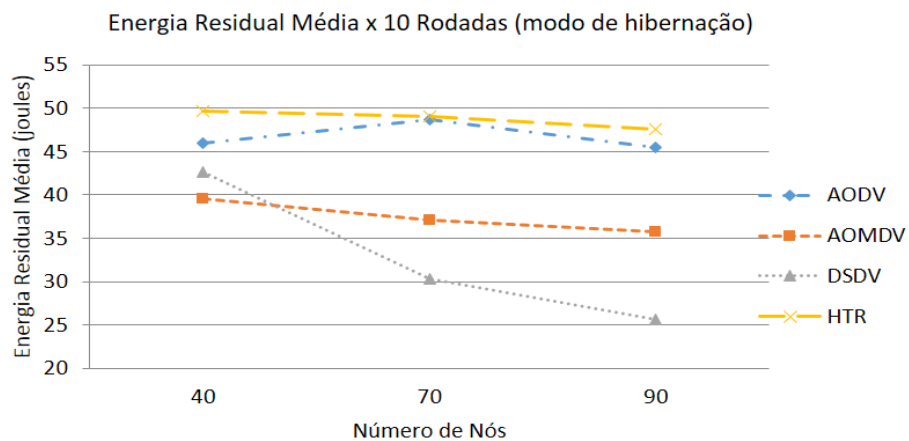


Figura 11. Energia residual média. Modo hibernação

## 5 | CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma análise sobre a avaliação de desempenho dos quatro protocolos de roteamento mais utilizados em RSSF (AODV, AOMDV, DSDV e HTR), com base no padrão IEEE 802.15.4 aplicado em *Smart Grids* para uso em condomínios residenciais. A simulação foi baseada em uma área real extraída do Google Earth (QI; ZHAI; DANG, 2016). Os parâmetros de desempenho, tais como perdas de pacotes, vazão, atraso fim-a-fim, jitter e energia residual foram testados.

Os resultados apresentados mostraram que o protocolo de roteamento HTR obteve o melhor desempenho quando comparado aos demais protocolos, no esquema de comunicação em hibernação. Devido às características de organização hierárquica do HTR, onde os nós sensores são agrupados em *clusters*, esse protocolo é o mais eficiente em aplicações semelhantes à avaliada neste trabalho.

Como trabalho futuro, pretende-se estudar outras métricas de desempenho em

grandes áreas residenciais e também implementar algumas técnicas para melhorar o consumo de energia.

## REFERÊNCIAS

ALLIANCE, Z. **ZigBee specification standard**. Documento técnico, 2014.

ARDAKANI, Saeid Pourroostaei; PADGET, Julian; DE VOS, Marina. **Hrts: A hierarchical reactive time synchronization protocol for wireless sensor networks**. In: International Conference on Ad Hoc Networks. Springer, Cham, 2013. p. 47-62.

CHADHA, Manveen Singh; JOON, Rambir. **Simulation and comparison of AODV, DSR and AOMDV routing protocols in MANETs**. 2012.

CHAUDHARI, Arpit; JAINI, Prachi. **Stealthier attack on zone routing protocol in wireless sensor network**. In: 2014 Fourth International Conference on Communication Systems and Network Technologies. IEEE, 2014. p. 734-738.

CHENG, D.; SONG, Y.; MAO, Y.; WANG, X. **LDDP: A location-based directed diffusion routing protocol for smart home sensor network**. In: The 2014 2nd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2014). IEEE, 2014. p. 510-514.

CHIANG, C.C.; WU, H.K.; LIU, W.; GERLA, M. **Routing in clustered multihop, mobile wireless networks with fading channel**. In: proceedings of IEEE SICON. 1997. p. 197-211.

CLAUSEN, Thomas; JACQUET, Philippe. **Optimized link state routing protocol (OLSR)**. 2003.

CORDEIRO, C; AGRAWAL, D. **Mobile ad hoc networking**. XX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2002, pp.125-186.

GHARAVI, Hamid; HU, Bin. **Multigate communication network for Smart Grid**. Proceedings of the IEEE, v. 99, n. 6, p. 1028-1045, 2011.

HEINZELMAN, Wendi Rabiner; CHANDRAKASAN, Anantha; BALAKRISHNAN, Hari. **Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks**. In: Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on system sciences. IEEE, 2000. p. 10 pp. vol. 2.

HONG, Xiaoyan; XU, Kaixin; GERLA, Mario. **Scalable routing protocols for mobile ad hoc networks**. IEEE network, v. 16, n. 4, p. 11-21, 2002.

IEEE, Standard Association. **IEEE 802.15.4 standard**. 2011. Disponível em: <<https://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2011.pdf>>. Acesso em; 10 abr. 2015.

JAVAID, N.; MOHAMMAD, S.N.; LATIF, K.; QASIM, U.; KHAN, Z.A.; KHAN, M.A.. **HEER: Hybrid energy efficient reactive protocol for wireless sensor networks**. In: 2013 Saudi International Electronics, Communications and Photonics Conference. IEEE, 2013. p. 1-4.

JOHNSON, D.B.; MALTZ, D.A.; BROCH, J. **DSR: The dynamic source routing protocol for multi-hop wireless ad hoc networks**. Ad hoc networking, v. 5, p. 139-172, 2001.

JUNHAI, Luo; LIU, Xue; DANXIA, Ye. **Research on multicast routing protocols for mobile ad-hoc networks**. Computer Networks, v. 52, n. 5, p. 988-997, 2008.

KEVIN, F; VARADHAN, K. **The network simulator (ns-2)**. 2007 Disponível em: <<http://www.isi.edu/>>



nsnam/ns>. Acesso em: 20 mai. 2014.

KHAN, K.; SAJID, M.; MAHMOOD, S.; KHAN, Z.A.; QASIM, U.; JAVAID, N. **(LEACH) 2: combining LEACH with linearly enhanced approach for cluster handling in WSNs**. In: 2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications. IEEE, 2015. p. 394-399.

MACEDO, D.F.; MACEO, P.F.; CORREIA, L.H.; SANTOS, A.L.; LOUREIRO, A.A.; NOGUEIRA, J.M.S. **Um protocolo de roteamento para redes ad hoc com qos baseado no controle da potência de transmissão**. In: Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. 2006. p. 605-620.

NEFZI, Bilel; SONG, Ye-Qiong. **Performance analysis and improvement of zigbee routing protocol**. IFAC Proceedings Volumes, v. 40, n. 22, p. 199-206, 2007.

NIKAEIN, Navid; LABIOD, Houda; BONNET, Christian. **DDR: distributed dynamic routing algorithm for mobile ad hoc networks**. In: Proceedings of the 1st ACM international symposium on Mobile ad hoc networking & computing. IEEE Press, 2000. p. 19-27.

NIU, J.; CHENG, L.; GU, Y.; SHU, L.; DAS, S.K. **R3E: Reliable reactive routing enhancement for wireless sensor networks**. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 10, n. 1, p. 784-794, 2014.

OLIVEIRA, F. D. **FTE-LEACH: um protocolo energeticamente eficiente e tolerante a falhas aplicado às redes industriais de sensores sem fio**. 2015.

OLIVEIRA, F., D., SEMENTE, R., S., MELO, T., A., e SALAZAR, A., O.. **QoS analysis of routing protocols in wireless sensor networks in the monitoring of wind farms**. In: 2014 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings. IEEE, 2014. p. 1059-1064.

PERKINS, Charles E.; BHAGWAT, Pravin. **Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers**. In: **ACM SIGCOMM computer communication review**. ACM, 1994. p. 234-244.

QI, Feng; ZHAI, John Z.; DANG, Gaihong. **Building height estimation using Google Earth**. Energy and Buildings, v. 118, p. 123-132, 2016.

SAJID, M.; KHAN, K.; QASIM, U.; KHAN, Z.A.; TARIQ, S.; JAVAID, N. **A new linear cluster handling (LCH) technique toward's energy efficiency in linear WSNs**. In: 2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications. IEEE, 2015. p. 389-393.

SAUL-RINALDI, K.; LEBARON, R.; CARACINO, J. **Making sense of the smart home**. Making sense of the Smart Home, 2013.

SAVVIDES, Andreas; HAN, Chih-Chieh; STRIVASTAVA, Mani B. **Dynamic fine-grained localization in ad-hoc networks of sensors**. In: Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking. ACM, 2001. p. 166-179.

YU, Yan; GOVINDAN, Ramesh; ESTRIN, Deborah. **Geographical and energy aware routing: A recursive data dissemination protocol for wireless sensor networks**. 2001.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

### B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

### C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

### E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

### F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

### G

Geoprocessamento 1, 2

### H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

### L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

### M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

## **P**

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

## **R**

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

## **S**

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-622-5

