

Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. 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
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81740-05-4 DOI 10.22533/at.ed.054201702</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Gonçalves, Antonio Machado Fagundes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Atualmente, podemos notar a grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências exatas cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade e a tecnologia.

Tal desenvolvimento só se torna capaz por meio de autores que dedicam o seu tempo e estudo na construção teórica-metodológica de pesquisas científicas que vêm contribuir com a sociedade como um todo, encorpando o conhecimento sobre vários assuntos que envolvem as ciências exatas.

Neste e-book como o próprio título sugere, o leitor encontrará uma mescla de assuntos ligados a estudos em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento. Desde temas ligados ao ensino de ciências a temas muito particulares envolvendo mecânica, robótica, computação, algoritmos, dentre outros.

Ao leitor, corroboro que esta obra intitulada “Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas” tem muito a contribuir com a área, podendo engrandecer o trabalho de pesquisadores em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Bons estudos

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
JOGOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: APRENDENDO AS FUNÇÕES EXPONENCIAIS	
Emiliana Batista de Oliveira Hyanka Cezário de Paula Adriana Aparecida Molina Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.0542017021	
CAPÍTULO 2	8
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS BÁSICOS DE UM SEDIMENTADOR PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	
Raimundo Tavares Zane Alex Martins Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.0542017022	
CAPÍTULO 3	17
O ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DE RAYMOND DUVAL	
Renata Gaspar da Costa Geraldo Magella Obolari de Magalhães Oswaldo Antonio Ribeiro Junior Suzana Nunes Rocha Edislana Alves Barros Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.0542017023	
CAPÍTULO 4	27
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO METROLÓGICO DOS MÉTODOS DE MQ E MZ UTILIZADOS EM MMC	
João Pedro Correa Argentin Denise Pizarro Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.0542017024	
CAPÍTULO 5	35
INTEGRANDO TECNOLOGIA DIGITAL NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA PREPARAÇÃO PARA O ENEM	
Lucas Antônio Xavier Chirlei de Fátima Rodrigues José Izaias Moreira Scherrer Neto Kátia Sotelle Maia Luzinete Louzada Bianchi Kahowec Luciano Carneiro Cardozo Mateus Geraldo Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.0542017025	
CAPÍTULO 6	45
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA A 5ª GERAÇÃO DE COMUNICAÇÃO MÓVEL	
Andréia Vanessa Rodrigues Lopes Fabrício José Brito Barros	

Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo
Cristiane Ruiz Gomes

DOI 10.22533/at.ed.0542017026

CAPÍTULO 7 53

AUTOMAÇÃO E INTELIGÊNCIA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Késsia Thais Cavalcanti Nepomuceno
Djamel Fawzi Hadj Sadok

DOI 10.22533/at.ed.0542017027

CAPÍTULO 8 59

**FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO DE
MODELOS ATOMÍSTICOS DE NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS**

Jônatas Favotto Dalmedico
Guilherme Camargo
Bruno de Camargo Barreto Silva
Alessandro Botelho Bovo
Fernando José Antonio
Vagner Alexandre Rigo

DOI 10.22533/at.ed.0542017028

CAPÍTULO 9 77

**UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE BARALHO NO ENSINO DE ALGORITMOS
COMPUTACIONAIS**

Suzana Lima de Campos Castro
Ronaldo Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.0542017029

CAPÍTULO 10 86

**COMPARAÇÃO DE APROXIMAÇÕES NÃO-HIPERBÓLICAS DE TEMPOS DE
TRÂNSITO DE DADOS SÍSMICOS UTILIZANDO DIFERENTES ALGORÍTMOS DE
OTIMIZAÇÃO**

Nelson Ricardo Coelho Flores Zuniga

DOI 10.22533/at.ed.05420170210

CAPÍTULO 11 91

**CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE ESTADO DA ARTE DO
DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO AR-TERRA EM VEÍCULOS
AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

Andréia Vanessa Rodrigues Lopes
Fabrício José Brito Barros
Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
Cristiane Ruiz Gomes
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.05420170211

CAPÍTULO 12	97
VARIABILIDADE DIURNA E TEMPORAL DA ALCALINIDADE TOTAL EM DOIS ESTUÁRIOS DE PERNAMBUCO	
Thiago de Oliveira Caminha Manuel de Jesus Flores Montes	
DOI 10.22533/at.ed.05420170212	
CAPÍTULO 13	111
GERENCIAMENTO DE REDES USANDO A FERRAMENTA ZABBIX	
Marco Antônio Corrêa Baião Rômulo Henrique de Carvalho Brandão Lilian Coelho de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.05420170213	
CAPÍTULO 14	123
PROJETO CONCEITUAL DE UMA MINIMÁQUINA-FERRAMENTA MULTIFUNCIONAL CNC	
Gilberto Fernandes Resende de Brito Victor Augusto de Paiva Lopes Vitor Nakayama de Araújo Pires Ferreira João Eduardo Lacerda L. dos Santos Déborah de Oliveira Artur Alves Fiocchi	
DOI 10.22533/at.ed.05420170214	
CAPÍTULO 15	132
CANOPY WALKING AS A PROPOSAL FOR THE AÇAÍ HARVEST IN AMAZONAS	
Magnólia Grangeiro Quirino Patrícia dos Anjos Braga Sá dos Santos Luiz Guilherme Oliveira Marques Karla Mazarelo Maciel Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.05420170215	
SOBRE O ORGANIZADOR	144
ÍNDICE REMISSIVO	145

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA A 5ª GERAÇÃO DE COMUNICAÇÃO MÓVEL

Data de aceite: 07/02/2020

Andréia Vanessa Rodrigues Lopes

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.
andreia.lopes@itec.ufpa.br

Fabício José Brito Barros

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.

Hugo Alexandre Oliveira Da Cruz

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.

André Augusto Pacheco De Carvalho

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.

Iury Da Silva Batalha

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.

Jasmine Priscyla Leite De Araújo

Laboratório de Computação e Telecomunicação–
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil.
jasmine@ufpa.br

Cristiane Ruiz Gomes

Instituto de Ciências Exatas e Naturais –
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém – PA – Brasil
crisruiz@ufpa.br

RESUMO: As características de propagação da onda milimétrica e os modelos de canais estão sendo estudados recentemente para a aplicabilidade dos sistemas de comunicação móvel de quinta geração (5G). Este artigo apresenta um levantamento bibliográfico dos trabalhos mais relevantes acerca de modelos de radiopropagação para 5G. São apresentados modelos de perda de propagação por difração, modelo para avaliar o conceito de Massive MIMO, modelo de eficiência energética – 5G Green, e uma melhoria do coeficiente de atenuação com a distância. Apresentando as propostas mais recentes que mostram como a nova geração de comunicação irá solucionar os problemas do 4G.

ABSTRACT: The millimeter wave propagation characteristics and channel models are being studied recently for the applicability of fifth generation mobile communication systems (5G). This article presents a bibliographical survey of the most relevant works on radio propagation models for 5G. We presented propagation loss diffraction models, model to evaluate the concept of Massive MIMO model of energy efficiency - Green 5G, and an improvement in the attenuation coefficient with distance. Introducing the latest proposals that show how the new generation of communication will solve 4G's problems.

1 | INTRODUÇÃO

Pela primeira vez na história do rádio, as frequências de onda milimétrica (mmWave) e centímetro onda (cmWave) serão amplamente utilizadas para acesso móvel e fixo, exigindo modelos de propagação precisos que prevejam como o canal varia conforme as pessoas se movem. Registaram-se progressos notáveis na modelagem de perda de caminho de propagação em larga escala em frequências de mmWave [Rappaport 2017], [Lopes 2017][Deng 2016][Chen 2016].

O atual sistema de comunicação sem fio 4G não está equipado para atender a esse crescimento explosivo da demanda de tráfego. Como consequência é necessário desenvolver pesquisas em modelagem de canais para bandas de milímetros e centímetros de onda, a fim de projetar redes ótimas de comunicação de rádio para a nova tecnologia de comunicação móvel. Estas pesquisas englobam ambientes internos e ambientes externos e neste último inclui-se o meio rural, levando em consideração a elevação do terreno, condições climáticas e vegetação [Rappaport 2017].

Espera-se que os volumes de tráfego aumentem 1000 vezes e o número de dispositivos conectados será 10-100 vezes maior do que hoje em uma sociedade em rede com acesso irrestrito à informação e compartilhamento de dados disponíveis em qualquer lugar e a qualquer momento para qualquer pessoa e qualquer coisa. Um dos grandes desafios é fornecer esse aumento de capacidade de 1000 vezes para bilhões de dispositivos de forma acessível e sustentável. O baixo consumo de energia é a chave para vencer esse desafio [Andrews 2014].

O objetivo deste trabalho é apresentar uma breve pesquisa sobre o desenvolvimento mais recente acerca de modelagem de canais de radiopropagação empíricos para as bandas de 10 GHz a 26 GHz em ambientes indoors [Deng 2016] [Lopes 2017][Chen 2016]. Bem como uma abordagem sobre a arquitetura 5G para consumo eficiente de energia, o 5G Green [Wu Q 2017], e um modelo de comunicação eficiente em energia para HetNets em 5G [Mowla 2017].

Este artigo é dividido em cinco seções: A Seção II apresenta uma breve descrição da tecnologia 5G. A Seção III apresenta modelos de radiopropagação empíricos na banda de 6 a 26 GHz, a Seção IV é uma seção aborda especialmente um modelo para o 5G Green e a Seção V resume as considerações finais do trabalho proposto.

2 | O SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL DE QUINTA GERAÇÃO 5G

Nesta seção serão abordados uma visão geral do 5G e um breve roteiro ou *RoadMap* que abrange toda a trajetória da futura nova geração até sua futura implementação mundial.

2.1 Uma breve visão geral

O 5G prevê não apenas uma tecnologia inventada, mas um ecossistema tecnológico de redes *wireless* que trabalham em sinergia para proporcionar um meio de comunicação sem emenda ao usuário final. Ela reunirá versões evoluídas das tecnologias de acesso por rádio já existentes, nuvem e núcleo com novas complementações. As redes celulares poderão servir para novos casos de uso como mais tráfego, mais dispositivos e mais tipos de dispositivos - mesmo com diferentes requisitos operacionais. Assim, o 5G trará muito mais do que apenas melhorias de desempenho.



Figura 1: Objetivos do 5G.

Novas tecnologias complementares incluem (i) comunicação tipo-máquina, (ii) *beamforming*, (iii) *front- and backhaul*, (iv) *hot spots*, e (v) *small-cells*. Embora essas melhorias sejam bastante extensas, elas não representam o impacto total do 5G. A evolução da tecnologia móvel foi impulsionada por requisitos para serviços de banda larga móvel mais rápidos e melhores, por exemplo, as taxas de dados aumentaram de 10 kbps para 1 Gbps, um fator de 100.000 [Mattisson 2017], como mostra a Figura 1. A banda larga móvel melhorada ainda é parte da força motriz por trás do 5G.

2.2 RoadMap para o 5G

O EUA iniciaram as pesquisas e portfólio do 5G em 2011, em 2015 no *World Radiocommunication Conference* (WRC) surgiram as primeiras padronizações e até 2018 todas serão estruturadas. Em 2015 a União Internacional de Telecomunicações (ITU) lançou sua estrutura e informações sobre futuros aspectos das tecnologias para o 5G, conhecido como *International Mobile Telecommunications* (IMT) para 2020 e além [International Telecommunication Union 2015]. A Ericsson criou o *Mobile*

and wireless communications Enablers for Twenty-twenty (METIS) que visa chegar a um consenso mundial sobre o futuro sistema de comunicações móveis e sem fio global, e desenvolverá o projeto de rede de acesso de rádio 5G geral para fornecer aos habilitadores técnicos todos os meios necessários para uma integração e uso eficientes das várias tecnologias 5G e componentes atualmente desenvolvidos. E o METIS-II que fornecerá a estrutura de colaboração 5G dentro da Parceria Público-Privada: 5G-PPP . A Figura 2 ilustra o desenvolvimento do 5G [Huawei 2013].

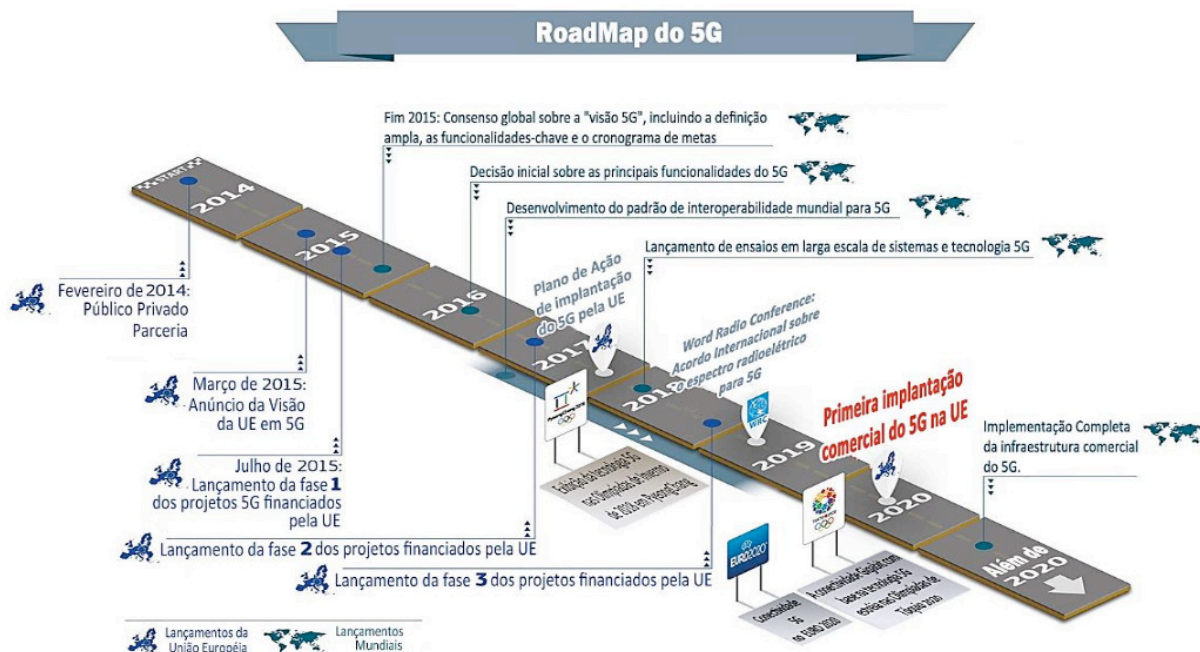


Figura 2: Roteiro para o 5G até 2020.

Fonte: Digital Single Market - European Commission.

Espera-se que um novo espectro seja acordado na WRC 2019, permitindo que as IMT definam os requisitos. As atividades de padronização e a fase de desenvolvimento do produto seguirão até 2020. E que a primeira onda das redes 5G esteja operacional em 2021.

O desenvolvimento de sistemas de comunicação de ondas milimétricas e centímetro onda exigirá modelos precisos de propriedades de canal de rádio [Rappaport 2015]. Afim de ajudar e auxiliar a modelagem de canal para as faixas de frequências acima de 6 GHz, este trabalho visa apresentar uma pesquisa bibliográfica acerca dos trabalhos mais relevantes sobre a modelagem de rádio em ambientes internos, e os trabalhos que apresentam resultados significativos para o cenário atual da quinta geração de comunicação móvel.

3 I MODELOS DE RADIOPROPAÇÃO PARA A FAIXA DE 10GHZ A 26 GHZ

Nesta seção serão abordados os modelos empíricos na banda de 10 a 26 GHz

para ambientes *indoors*.

3.1 Modelo de Perda por Difração em Construções

O modelo para perda de difração [Deng 2016] atende as faixas de 10, 20 e 26 GHz, e suas medições foram realizadas em ambientes reais em torno de cantos com diferentes materiais, viabilizando a perda de propagação devido à difração por cantos de construção e permitirão a modelagem com precisão os sistemas cmWave e mmWave nessas condições.

O ganho/perda de difração em dB devido à presença de um obstáculo, em comparação com o sinal de espaço livre, pode ser calculado em (1).

$$G(\alpha)[\text{dB}] = -P(\alpha) = 20\log_{10}E = -A(R_h, f)\psi_p\alpha + C(R_h, f) \quad (1)$$

Onde $A(R_h, f)$ e $C(R_h, f)$ são funções do raio do objeto e da frequência portadora, que são computacionalmente custosas. Um modelo linear para (1) pode estimar a perda de difração a partir de uma superfície curva em uma única frequência.

Em [Deng 2016] é caracterizada a precisão da difração em frequências de ondas milimétricas e facilita o entendimento sobre a taxa de mudança de intensidade do sinal para comunicações móveis, onde o futuro sistema 5G terá que depender menos da difração como um mecanismo de propagação dominante.

3.2 Proposta de Melhoria de Modelos de Propagação para a faixa de 10GHz

O trabalho em [Lopes 2017] apresenta um valor ótimo para o coeficiente de atenuação com a distância para a faixa referida. A Técnica de Mínimos Quadrados Lineares foi usada para estimar o valor ótimo do coeficiente, e este novo valor acrescentado aos modelos clássicos da Recomendação ITU-R P.1238-8, Keenan e Motley e modelo Batalha, ajustando-os. Os modelos ajustados obtiveram melhores comportamentos de perda e melhores valores de RMSE em comparação com os modelos clássicos originais. Os valores de RMSE são mostrados na Tabela 1:

Modelos Originais (RMSE)	9,78	46,43	7,97
Modelos Ajustados (RMSE)	6,40	6,29	5,85

Tabela 1: Valores de RMSE em dB.

A grande contribuição de [Lopes 2017] é a melhoria para os modelos ITU-R P.1238-8, Keenan e Motley e para o modelo Batalha, através do cálculo de valores ótimos de coeficientes de propagação com a distância (N) para trabalhar na faixa de frequência de 10 GHz afim de servir como base para testes e estudos do 5G, bem como aprimoramento da Recomendação ITU-R P.1238-8.

3.3 Modelo Estocástico para canais MIMO na banda de 13 a 17 GHz

O modelo estabelecido em [Chen 2016] pode ser utilizado como referência para determinar as estruturas das matrizes de antenas em larga escala e avaliar o desempenho de técnicas *Massive MIMO* (*Múltiplas Entradas e Múltiplas Saídas Maciças*) em ambientes internos no contexto de redes sem fio de 5ª geração (5G).

O ganho do canal pode ser calculado através de (2), e para calcular a relação de potência entre os componentes em visada direta (LOS) e em visada com obstrução (NLOS) é utilizado um fator K , que é definido por (3).

$$P = \left| \int h(\tau) d\tau \right| \quad (2)$$

$$K_{i,j} = \frac{|h_{i,j}^{LOS}|^2}{\int |h_{i,j}^{NLOS}(\tau)|^2 d\tau} \quad (3)$$

Através dos resultados verificou-se que as características do canal *Massive MIMO* da banda de frequência mais alta no ambiente considerado são altamente influenciadas pela localização do equipamento de usuário emulado pelo transmissor.

4 | A SOLUÇÃO PARA O CONSUMO DE ENERGIA EFICIENTE: 5G GREEN

Esta seção fará uma breve abordagem sobre a proposta de Eficiência Energética de comunicação do 5G, que ao que tudo indica, serão as Redes Heterogêneas (*HetNets*) e mostrará uma proposta de modelo que tornará a redução de energia possível.

4.1 Breve Visão Geral das Redes Sustentáveis de Energia Verde 5G: 5GGreen

Eficiência Energética (EE) permanecerá como um importante problema de *design* ao desenvolver 5G. Hoje, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) consomem até 5% da eletricidade produzida em todo o mundo e é responsável por cerca de 2% das emissões globais de gases de efeito estufa - aproximadamente equivalente às emissões criadas pelo setor de aviação [Wu 2017]. O que mais diz respeito é o fato de que, se não for tomada nenhuma medida para reduzir as emissões de carbono, essas emissões deverão dobrar até 2020 [Saghezchi 2013].

O benefício do *design* do sistema eficiente em termos de energia é múltiplo. Primeiro, o desempenho tem um papel importante no desenvolvimento sustentável, reduzindo a emissão de carbono da própria indústria móvel. Em segundo lugar, as TIC como a tecnologia básica de habilitação das futuras cidades inteligentes também podem desempenhar um papel fundamental na redução da emissão de carbono de outros setores (por exemplo, transporte).

4.2 Modelo de comunicação energeticamente eficiente para HetNets 5G

A proposta de [Mowla 2017] é um modelo analítico capaz de calcular o número ótimo de células pequenas (*Small Cell Networks- SCN*) que precisam ser mantidas ativas em vários momentos do dia, para minimizar o consumo de energia ao atender às demandas de Qualidade de Serviço (QoS) dos usuários.

Para esse problema de consumo, uma das soluções é a partir do consumo de energia Ethernet P2P via Fibra Ótica P_{bh}^1 , apresentada em (4). Onde N_{dl}^{max} é o número máximo de interfaces de *downlink* disponíveis no switch, N_s o número total de SCN ativos por uma hora específica do dia, N_m o número da estação base macro do HetNet.

$$P_{bh}^1 = \left| \frac{1}{N_{dl}^{max}} \cdot (N_s + N_m) \right| P_{sw} + (N_s + N_m)P_{sw}^{dl} + N_{ul}P_{sw}^{ul} \quad (4)$$

Onde P_{sw} é o consumo de energia, P_{sw}^{dl} e P_{sw}^{ul} indicam o consumo de energia por uma interface *downlink* e *uplink* no switch de agregação, respectivamente, e N_{ul} é o número total de interfaces de *uplink*.

O trabalho proposto em [Mowla 2017] é um dos mais completos em consumo eficiente de energia para o 5G e propõe uma série de soluções para os problemas energéticos que a nova geração de comunicação irá enfrentar. Os resultados simulados revelam que o modelo de comunicação verde proposto economiza até 48% mais de potência do que outros modelos existentes.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse levantamento é uma contribuição combinada de modelos que poderão resolver os principais pontos para a nova geração de comunicação móvel, tornando-a ainda mais robusta e precisa. Os modelos aqui fornecidos podem ajudar pesquisadores a analisar e modelar o comportamento do sinal para melhor atender ao ambiente e melhorar ainda mais a propagação em ambientes internos, bem como resolver os problemas de consumo excessivo de energia dos hardwares que serão utilizados na propagação do sinal 5G.

Os trabalhos destacados foram os que mostraram modelos e melhorias mais significativas para a nova proposta do 5G. Modelo para predição de perda através da difração em construções com diferentes materiais, melhoria no coeficiente de perda de propagação através da distância, no qual a Recomendação ITU-R P.1238-8 não contempla valores, um modelo robusto para avaliar o desempenho de técnicas *Massive MIMO* em ambientes internos. E por fim um modelo para redes de acesso 5G que considera a variação temporal do tráfego e calcula o número ótimo de SCN ativos necessários durante várias horas do dia.

Para trabalhos futuros serão feitas campanhas de medições em ambientes

internos para utilizar esse levantamento na modelagem quando o sinal atravessar paredes e sofrer difração, avaliar a perda de propagação para faixas de 8 GHz, 10 GHz e 12 GHz através de novos valores de coeficiente de perda com a distância e para avaliar a técnica de *Massive MIMO* em um ambiente com muitos usuários múltiplos processamentos.

REFERÊNCIAS

Andrews J. G, et al (2014) “What will 5G be?”, no IEEE Journal and Selected Areas in Communications, Volume 32, número 6, páginas 1065 – 1082.

Chen, J, et al (2016) “Measurement-based massive MIMO channel modeling in 13–17 GHz for indoor hall scenarios”, no IEEE International Conference on Communications, páginas 1 – 5.

Deng S, et al (2016) “Indoor and Outdoor 5G Diffraction Measurements and Models at 10, 20, and 26 GHz”, em IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), páginas 1 – 7.

Ericsson Mobility Report (2015) “On The Pulse Of The Networked Society”. <https://www.ericsson.com/assets/local/news/2016/03/ericsson-mobility-report-nov-2015.pdf> (último acesso em 10 de novembro de 2017).

Huawei (2013) “5G: A Technology Vision”. <http://www.huawei.com/5gwhitepaper/> (ultimo acesso em 09 de Novembro de 2017).

International Telecommunication Union. Radiocommunication Sector. ITU-R M.2083-0 (2015).). Framework and overall objects of the future development of IMT for 2020 and beyond.

Lopes A, et al. (2017) “Proposal of Improvement of Propagation Models to 5G by Calculating Optimal Value of Their Propagation Loss Coefficients”, no XXXV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC2017.

Mattisson S. (2017) “Overview of 5G requirements and future wireless networks”, no IEEE European Solid State Circuits Conference - ESSCIRC 2017, páginas 1 – 6.

Mowla, M. M, et al (2017) “A Green Communication Model for 5G Systems”, no IEEE Transactions on Green Communications and Networking, Volume 1, Páginas 264 – 280.

Rappaport T. S, et al. (2017) “Overview of millimeter wave communications for fifth-generation (5G) wireless networks-with a focus on propagation models”, em IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume PP, páginas 1-1.

Rappaport T. S, et al. (2017) “Wideband millimeter-wave propagation measurements and channel models for future wireless communication system design”, em IEEE Transactions on communications, Volume 63, páginas 3029 - 3056.

Saghezchi, F, et al. (2013) “Coalition Formation Game toward Green Mobile Terminals in Heterogeneous Wireless Networks”, no IEEE Wireless Communications, Volume 20, páginas 85–91.

Wu Q, et al (2017) “An Overview of Sustainable Green 5G Networks”, no IEEE Wireless Communications, Volume 24, páginas 72 – 80.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalinidade total 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110

Algoritmos de ordenação 77, 78, 79

ARIAC 53, 54, 55, 56, 57, 58

C

Cálculo diferencial e integral 17, 18, 25, 26

Coagulação 8, 9, 10, 11, 15

E

Enem 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Ensino de algoritmos computacionais 77, 78, 84

Ensino e aprendizagem 1, 2

Ensino híbrido 35, 36, 38, 42

Erros de medição 27

J

Jogos de treinamento 1

M

Máquina-ferramenta 124

Métodos de ajuste 31, 34

N

Nanomateriais 60, 62, 63, 76

Nanopartículas 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 74, 75

Não-hiperbólico 86

P

Projeto mecânico 124, 126

R

Robótica ágil 53, 54, 57, 58

S

Sísmica 86, 87, 88

Sistema carbonato 97, 98, 99, 104, 105

T

Teoria dos registros de representação semiótica 17, 18, 19, 25

 **Atena**
Editora

2 0 2 0