

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales
(Organizador)


Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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 Andreza 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 4 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-713-0

DOI 10.22533/at.ed.130211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 21 capítulos. Esse 4º volume, bem como o volume 3, abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicitar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AGRICULTURA URBANA COMO PROPOSTA DE USO E OCUPAÇÃO PARA AS ÁREAS DE RISCO: EXPERIÊNCIAS POTENCIAIS QUE SUBSIDIAM AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA A CIDADE DE FORTALEZA-CE

Ana Carla Alves Gomes

Maria Lúcia Brito da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.1302113011

CAPÍTULO 2..... 15

ANÁLISE DE ESPECTROS UTILIZANDO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

Marcelo Antonio Amorim

Denes Alves de Farias

Edite Maria dos Anjos

Eryka Christine Viana Nascimento

Wellington Francisco da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1302113012

CAPÍTULO 3..... 26

ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DOS ROUBOS NA CIDADE DE SÃO PAULO – SP PARA OS ANOS DE 2016 E 2017

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Alexandre Alves Oliveira

Heron Viterbre Debique Sousa

Antonio Mendes Magalhães Júnior

DOI 10.22533/at.ed.1302113013

CAPÍTULO 4..... 36

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE CLONES DE *SWIETENIA MACROPHYLLA KING*

Ingrid Loraine Rocha Ribeiro

Rogério Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.1302113014

CAPÍTULO 5..... 47

BAGAÇO DE MALTE: ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO

Jean Lucas Ribeiro de Farias

Jonas Cardoso de Oliveira

Kamila Paula Machado Rech

Vanessa Zorzan

Claudia Eugênia Castro Bravo

Ellen Porto Pinto

DOI 10.22533/at.ed.1302113015

CAPÍTULO 6..... 52

COLORIMETRIA E ABSORBÂNCIA DE FIBRAS DE TiO₂ OU DE TiO₂ CONTENDO

PERCURSORES DE TUNGSTÊNIO APLICANDO O SISTEMA CIELa*b*

Luana Góes Soares da Silva

Annelise Kopp Alves

DOI 10.22533/at.ed.1302113016

CAPÍTULO 7..... 64

CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM COULOMBOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO

José Antônio Pinto

Luciano Soares Pedroso

Maria Lúcia Soares Pedroso

Giovanni Armando da Costa

Guilherme Almeida de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.1302113017

CAPÍTULO 8..... 77

CYTOTOXICITY OF ESSENTIAL OILS FROM *Murraya paniculata* (L.) JACK. AND THEIR BIOLOGICAL POTENTIAL AGAINST FUNGI OF AGRONOMIC INTEREST

Flávia Fernanda Alves da Silva

Cassia Cristina Fernandes

Aline Soares Diniz

Mayker Lazaro Dantas Miranda

DOI 10.22533/at.ed.1302113018

CAPÍTULO 9..... 86

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE MÁXIMA DE ADSORÇÃO DE COBRE (II) EM CASCA DE OVO E REUSO NA PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA (LACTUCA SATIVA L.)

José Antonio Rodrigues de Souza

Débora Astoni Moreira

Ellen Lemes Silva

Diego César Veloso Rezende

Matheus Rocha Mendes

João Gabriel Felismino

Wesley Anderson Siqueira Ribeiro

Walisson Marques de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1302113019

CAPÍTULO 10..... 100

ESTUDO COMPARATIVO DE CATALISADORES $La_{(1-x)}Ca_xMnO_3$ (X=0,3) VIA MÉTODOS ÚMIDOS PARA APLICABILIDADE ECONÔMICA INDUSTRIAL AUTOMOBILÍSTICA

Symone Leandro de Castro

Davidson Nunes de Oliveira

Julia Alanne Silvino dos Santos

Filipe Martel de Magalhães Borges

DOI 10.22533/at.ed.13021130110

CAPÍTULO 11..... 111

IMPLEMENTAÇÃO DE UM DETECTOR DE CONTAS BOTS EM REDES SOCIAIS

Mateus da Silveira Colissi

Guilherme Chagas Kurtz
Sylvio André Garcia Vieira
Alexandre de Oliveira Zamberlan
DOI 10.22533/at.ed.13021130111

CAPÍTULO 12..... 132

LA MICROFÍSICA DEL PODER Y LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA: ELEMENTOS FUNDAMENTALES EN LA EMERGENCIA DEL SABER ESCOLAR MATEMÁTICO

Ana Mercedes Pérez Martínez

DOI 10.22533/at.ed.13021130112

CAPÍTULO 13..... 143

AVANÇOS METODOLÓGICOS NA DATAÇÃO POR TRAÇOS DE FISSÃO E U-Pb EM ZIRCÃO

Carlos Alberto Tello Sáenz
Luiz Augusto Stuani Pereira
Murilo Candido de Azevedo
Rosana Silveira Resende

DOI 10.22533/at.ed.13021130113

CAPÍTULO 14..... 155

O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM AUXÍLIO À EDUCAÇÃO EM TEMPO DE DISTANCIAMENTO SOCIAL

Gabriel Kenji Furtado Mitome
Alexandre M. Melo Silva Pessoa

DOI 10.22533/at.ed.13021130114

CAPÍTULO 15..... 166

OXIDAÇÃO CATALÍTICA DE AZO-CORANTES SOBRE ÓXIDO DE FERRO SUPORTADO EM CARVÃO OBTIDO DA *Pachira aquatica Aubl*

Juraci Santos do Nascimento
Erlan Aragão Pacheco
Márcio Souza Santos
Tereza Simonne Mascarenhas Santos
Alexilda Oliveira de Souza
Cesário Francisco das Virgens

DOI 10.22533/at.ed.13021130115

CAPÍTULO 16..... 178

QUANTITATIVE ANALYSIS OF LIGHT ELEMENTS USING COMPACT XRF SPECTROMETERS

Cibele Bugno Zamboni
Dalton Giovanni Nogueira da Silva
Orion Giovane Tasso
Jose Agostinho Gonçalves de Medeiros
Maria Regina Andrade de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.13021130116

CAPÍTULO 17	187
REVISÃO QUANTO A UTILIZAÇÃO DO FÍLER CALCÁRIO COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR	
Jayne Carlos Piovesan	
Raduan Krause Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.13021130117	
CAPÍTULO 18	200
SINCRONIZAÇÃO DO TEMPO DE SÍMBOLO EM SISTEMAS OFDM	
Rubem Vasconcelos Pacelli	
Antônio Macílio Pereira de Lucena	
Daniel Costa Araújo	
Jonas Almeida Mourão	
DOI 10.22533/at.ed.13021130118	
CAPÍTULO 19	208
SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA COMUNICADO DE ACIDENTE DE TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Gustavo Batista Castagna	
Ana Paula Canal	
DOI 10.22533/at.ed.13021130119	
CAPÍTULO 20	228
“ <i>WEEPING ANGEL</i> ”: BIBLIOTECA <i>CROSS PLATAFORM</i> DE BAIXO CUSTO PARA DETECÇÃO DE ATENÇÃO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	
Alano Martins Pinto	
Yuri Lenon Barbosa Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.13021130120	
CAPÍTULO 21	235
APLICANDO O DESIGN THINKING NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES	
Jonnathan Alves Teixeira	
Fellipe Henrique Alves de Paula	
Reane Franco Goulart	
DOI 10.22533/at.ed.13021130121	
SOBRE O ORGANIZADOR	241
ÍNDICE REMISSIVO	242

SINCRONIZAÇÃO DO TEMPO DE SÍMBOLO EM SISTEMAS OFDM

Data de aceite: 04/01/2021

Rubem Vasconcelos Pacelli

Universidade de Fortaleza (UNIFOR) –
Engenharia Eletrônica (IC)

Antônio Macilio Pereira de Lucena

Universidade de Fortaleza (UNIFOR) e Instituto
Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Daniel Costa Araújo

Universidade Federal do Ceará (UFC) – Grupo
de Pesquisa em Telecomunicação Sem
Fio (GTEL)

Jonas Almeida Mourão

Universidade de Fortaleza (UNIFOR) –
Engenharia Eletrônica (IC)

RESUMO: OFDM é um tipo de modulação multiportadora adotada por muitos padrões de comunicação sem fio. Essa técnica oferece robustez contra multipercurso, algo comum em sistemas de comunicação sem fio. No entanto, esse benefício pode ser perdido se erros de sincronismos não forem tratados no receptor. Este trabalho foca especificamente no erro de sincronismo do tipo STO (do inglês, *symbol time offset*), além disso é proposta uma solução para o mesmo problema. O método é avaliado em termos da BER (do inglês, *Bit Error Rate*) considerando um canal AWGN. O desempenho obtido através da curva de BER mostra que o método corrige o erro de sincronismo proporcionando ao sistema um desempenho similar ao caso com o sincronismo perfeito.

PALAVRAS-CHAVE: OFDM, sincronismo, STO.

ABSTRACT: OFDM is a multicarrier modulation adopted in several wireless communication standards. This technique offers robustness against multipath, which is common in wireless communication systems. However, OFDM the synchronism imparity can degrade the system performance considerably. This work focuses on the consequences of the symbol time offset (STO) error, in addition to proposing a solution considering an AWGN (Additive White Gaussian Noise) channel. The performance results are obtained through the BER (Bit Error Rate) curve and it is possible to notice that the proposed synchronism technique is able to correct the STO impairment, and the BER achieves similar performance to the system without synchronism error.

KEYWORDS: OFDM, synchronism, STO.

1 | INTRODUÇÃO

Orthogonal frequency division multiplexing, ou OFDM, é uma técnica de transmissão que surgiu em 1968, desenvolvida por Chang e Gibby, e posteriormente foi patentada no Estados Unidos [1]. Diferente da FDM (do inglês, *Frequency Division Multiplexing*), o sistema OFDM emprega multiportadoras onde as mesmas se sobrepõem no domínio da frequência, possibilitando assim uma alta eficiência espectral. Nessa técnica de transmissão, um canal altamente seletivo na

frequência é dividido em sub-canais não seletivos na frequência.

Inicialmente, era necessário um banco de osciladores para realizar a modulação e a demodulação do sistema, o que tornava o mesmo demasiadamente caro e complexo. Com o avanço da microeletrônica e do processamento digital de sinais, foi possível o uso de algoritmos que tratam a modulação e a demodulação a partir de sinais discretizados. A substituição dos osciladores pelo emprego da DFT (do inglês, *Discrete Fourier Transform*) foi proposto pelo Weintein e Ebert em 1971. Posteriormente, o uso da FFT (do inglês, *Fast Fourier Transform*) passou a ser utilizado devido a sua eficiência computacional [2,3]. Nessa técnica, utiliza-se um CP (do inglês, *Cyclic Prefix*), com o intuito de evitar a degradação do sistema causada pelo o ICI (do inglês, *Inter Carrier Interference*) e pelo o ISI (do inglês, *Inter Symbol Interference*).

O sincronismo em OFDM é uma etapa crucial para que seu desempenho seja satisfatório, pois o mesmo possui uma grande sensibilidade à falta de sincronismo. Um tipo de efeito que a falta de sincronismo causa no sistema é o STO (do inglês, *Symbol Time Offset*), em que o receptor não consegue identificar o início do símbolo transmitido, fazendo com que haja um deslocamento temporal dos símbolos usados na demodulação [4,5].

2 I METODOLOGIA

Considere a Figura 1, o diagrama de blocos do transmissor OFDM. O sinal de entrada $X[n,l]$ representa uma sequência de símbolos complexos com modulação QPSK (do inglês, *Quadrature Phase Shift Key*), onde o índice n marca o tempo discreto em que a fonte gera os dados, e o índice l indica l -ésimo símbolo OFDM que está sendo transmitido. Estes passam por uma conversão de serial para paralelo, no qual em sua saída os símbolos são representados por $X[i,l]$, onde i indica i -ésima portadora da conversão. O conjunto de dados em paralelo formam os N pontos da IFFT. Graças à ortogonalidade, a IFFT consegue amostrar o espectro do sinal transmitido sem a interferência entre as portadoras, mesmo com a superposição das mesmas. Após isso, adiciona-se o prefixo cíclico ao conjunto de dados, o tamanho do prefixo cíclico utilizado foi quatro.

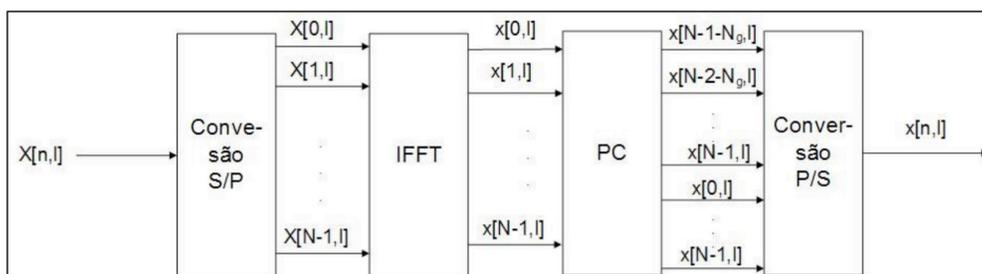


Figura 1: Diagrama de blocos do transmissor OFDM.

Após a conversão para serial, o símbolo enviado $x[n,l]$ é representado algebricamente na Equação 1:

$$x[n, l] = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} e^{j\frac{2\pi ni}{N}} X[i, l], \forall n \in \mathbb{N}, 0 \leq n \leq N - 1$$

Equação 1

O ruído AWGN é definido como uma variável de natureza aleatória, cuja sua média é zero e sua densidade espectral de energia é uniforme. Dessa forma, sua função de auto-correlação é um impulso localizado na origem. Isso significa que um dado instante t_1 tem correlação nula com um dado instante t_2 . Por este motivo, o ruído AWGN é comumente utilizado em simulações de comunicação.

O efeito que o atraso temporal causa depende da distância entre o início estimado do sinal e o seu início lídimo. A Figura 2 mostra todos os casos que podem ocorrer ao estimar o início do sinal (considerando um canal ideal).

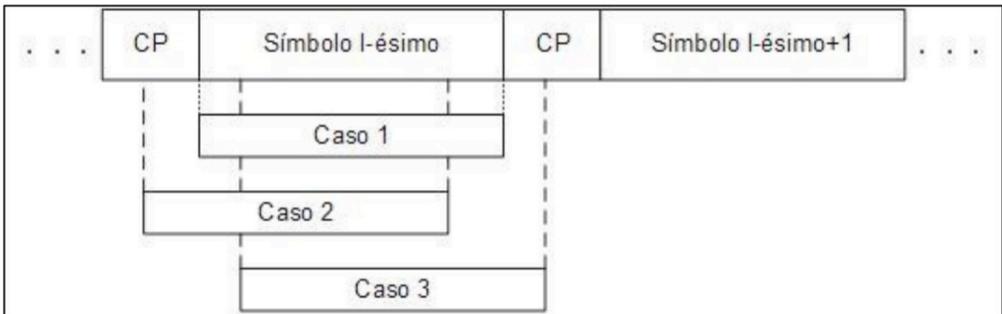


Figura 2: Os três casos do erro de amostragem temporal.

No caso 1 não há erro na estimação, pois o início do trem de símbolo coincide com o início estimado. No caso 2, os símbolos são deslocados de δ , graças ao prefixo cíclico a ortogonalidade não é quebrada. Mostra-se a seguir o resultado aritmético desse fenômeno, desconsidera-se o do ruído para uma melhor compreensão.

$$\begin{aligned}
Y_l[k] &= \sum_{n=0}^{N-1} y_l[n + \delta] e^{-j \frac{2\pi nk}{N}} \\
Y_l[k] &= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left\{ \sum_{i=0}^{N-1} X_l[i] e^{j \frac{2\pi(n+\delta)i}{N}} \right\} e^{-j \frac{2\pi nk}{N}} \\
Y_l[k] &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} X_l[i] e^{j \frac{2\pi i \delta}{N}} \sum_{n=0}^{N-1} e^{-j \frac{2\pi n(k-i)}{N}} \\
Y_l[k] &= X_l[k] e^{j \frac{2\pi k \delta}{N}} \quad \forall k \neq i
\end{aligned}$$

Equação 2

$Y_l[k]$ representa o sinal recebido pelo receptor OFDM, onde k indica a k -ésima portadora da recepção. Note que, de acordo com a equação 2, o efeito do atraso temporal é uma rotação da constelação do sinal recebido por $e^{j \frac{2\pi k \delta}{N}}$.

No caso 3, o início do símbolo estimado ocorre após o seu início. É possível ver pela Eq. 3 que o sinal transmitido sofre dois tipos de interferência, ICI e ISI. Nessa situação, os pontos da FFT do receptor são formados parte do l -ésimo símbolo e parte do símbolo l -ésimo+1. É mostrado a seguir o resultado aritmético desse fenômeno, desconsidera-se o efeito do canal e do ruído para uma melhor compreensão.

$$\begin{aligned}
y_l[n] &= \begin{cases} x_l[n + \delta] & \text{para } 0 \leq n \leq N - \delta - 1 \\ x_{l+1}[n + 2\delta - N_g] & \text{para } N - \delta \leq n \leq N - 1 \end{cases} \\
Y_l[k] &= \sum_{n=0}^{N-\delta-1} y_l[n + \delta] e^{-j \frac{2\pi kn}{N}} + \sum_{n=N-\delta}^{N-1} y_l[n + 2\delta - N_g] e^{-j \frac{2\pi kn}{N}} \\
Y_l[k] &= \frac{N - \delta}{N} X[k] e^{j \frac{2\pi k \delta}{N}} + \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_l[i] e^{j \frac{2\pi i \delta}{N}} \sum_{n=0}^{N-1-\delta} e^{j \frac{2\pi n(i-k)}{N}} + \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_{l+1}[i] e^{j \frac{2\pi i(2\delta - N_g)}{N}} \sum_{n=N-\delta}^{N-1} e^{j \frac{2\pi n(i-k)}{N}}
\end{aligned}$$

Equação 3

O primeiro termo refere-se exclusivamente quando $k=i$, logo se trata do símbolo em questão, pode-se observar que o símbolo foi amplificado de $\frac{N-\delta}{N}$ e rotacionado de $e^{j \frac{2\pi k \delta}{N}}$. O segundo termo é a contribuição causada pela a ICI, pois se refere para todos $i \neq k$. O terceiro se trata claramente da ISI, pois refere-se interferência causada pelo o símbolo posterior.

A figura 3 mostra uma representação do funcionamento do algoritmo feito nesse trabalho para combater os efeitos da STO.

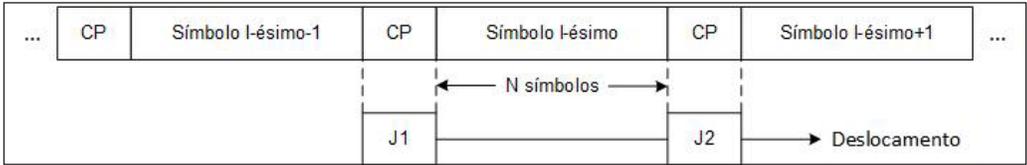


Figura 3: Esboço do funcionamento do algoritmo em questão.

$J1$ e $J2$ tratam-se de duas janelas deslizantes, cujo o objetivo comparar os dados entre esses dois blocos, que estão espaçados sempre de N símbolos. Explorando a presença do prefixo cíclico, procura-se qual é a posição dessas duas janelas deslizantes em que a diferença entre esses dois blocos seja mínima. É mostrado na equação 4 a representação aritmética dessa operação.

$$\hat{\delta} = \min_{\delta} \left\{ \sum_{i=\delta}^{N_G-1-\delta} |y_l[n+i] - y_l[n+N+i]| \right\}$$

Equação 4

O menor argumento de δ encontrado será admitido como o atraso estimado. Espera-se um resultado melhor quanto menor for a intensidade do ruído.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra o receptor e o transmissor do modelo sincronizado implementado no Matlab.

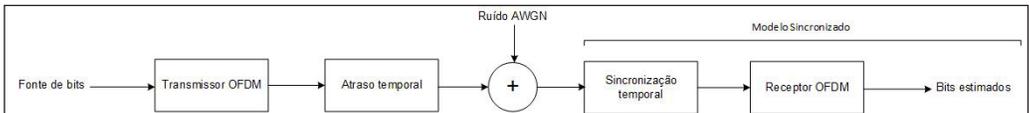


Figura 4: Diagrama de blocos do modelo sincronizado.

Uma mesma fonte de dados geram os bits que serão usados tanto no modelo sincronizado como no não sincronizado. Após o transmissor OFDM, os símbolos enviados passam pelo atraso temporal, no qual é embutido um atraso pré-definido no programa. Após a adição ruído AWGN, os mesmos símbolos são utilizados nos dois modelos. Uma mesma fonte de dados geram os bits que serão usados tanto no modelo sincronizado como no não sincronizado. Após o transmissor OFDM, os símbolos enviados passam

pelo o atraso temporal, no qual é embutido um atraso pré-definido no programa. Após a adição ruído AWGN, os mesmo símbolos são utilizados nos dois modelos. No modelo não sincronizado, os símbolos passam apenas pelo o receptor OFDM, que tem como função, após a paralelização e a retirada do prefixo cíclico, realizar a FFT para recuperar os dados transmitidos [5]. No modelo sincronizado, antes de passar pelo receptor OFDM, os símbolos complexos passam pelo bloco denominado de “Sincronização temporal”, onde é implementado o algoritmo que foi apresentado nesse trabalho, com a função de recuperar a sincronia temporal. Por fim, compara-se a taxa de erro de bits dos dois modelos e se tira conclusões sobre o algoritmo. Nessa simulação, o quantidade de portadoras utilizada foi de $N = 16$, o tamanho do prefixo cíclico foi igual à 4. Durante a simulação, foram enviados 2^{20} bits.

A Tabela 1 mostra do resultado obtido do algoritmo na detecção de erro quando o atraso for igual a três(caso 2). A Figura 5 mostra a BER obtida, tanto do modelo não sincronizado quanto o modelo sincronizado.

Atraso = 3	
SNRdB	Atraso Estimado
0	0
1	0
2-20	3

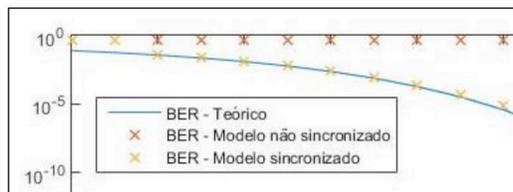


Tabela 1: Resultados dos atrasos obtidos

Figura 5: BER obtida dos sistemas

A Tabela 2 mostra do resultado obtido do algoritmo na detecção de erro quando o atraso for igual a sete(caso 3). A Figura 6 mostra a BER obtida, tanto do modelo não sincronizado quanto o modelo sincronizado.

Atraso = 7	
SNRdB	Atraso Estimado
0	8
1	1
2	7
3	14
4	4
5-20	7

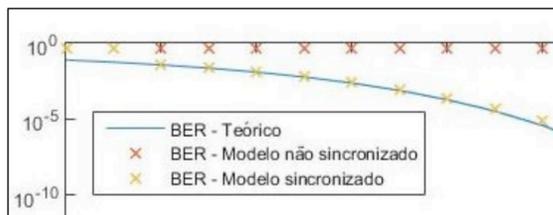


Figura 2: Resultados dos atrasos obtidos

Figura 6: BER obtida dos sistemas

Como pode ser observado, o modelo sincronizado obteve resultados superiores ao modelo não sincronizado. Observa-se também melhores resultados quando ocorre o aumento da SNR, como foi mencionado na metodologia. É possível observar que o atraso temporal degradou bastante o modelo não sincronizado, tornando o sistema praticamente ineficiente. Verifica-se também que, quando o algoritmo erra a estimação do STO, o desempenho do modelo sincronizado assemelha-se ao modelo não sincronizado, não havendo qualquer tipo de melhoria na tentativa fracassada da correção.

Por fim, a Figura 7 apresenta o *scatter plot* das constelações dos dados do modelos não sincronizado e sincronizado à uma SNR de 20dB no caso 3, confirmando o efeito do algoritmo no sistema.

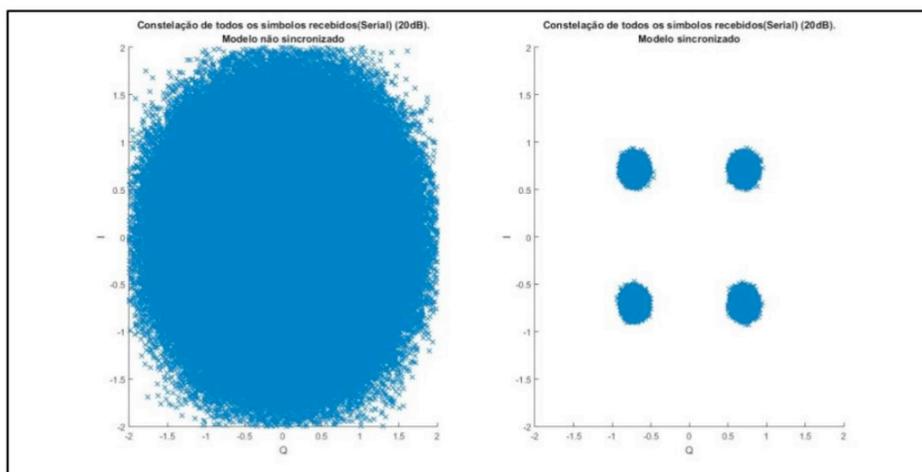


Figura 7: Constelação dos dados transmitidos

Verifica-se que no modelo não sincronizado, o STO provocou uma total distorção na constelação dos símbolos transmitidos. Já no modelos sincronizado, os símbolos foram devidamente alocados em suas respectivas quadraturas.

4 | CONCLUSÃO

A falha no sincronismo temporal é capaz de tornar a técnica OFDM ineficiente, pois ela é capaz de causar interferência intersimbólica e interferência entre portadoras. O algoritmo que trata o STO apresentado nesse artigo mostrou-se eficiente em resgatar o sincronismo e preservar o desempenho do sistema.

A existência e o tamanho o prefixo cíclico é uma fator crucial para a precisão do algoritmo, uma vez que ele utiliza o PC para estimar o início do símbolo OFDM. Sinal com

um prefixo cíclico curto, além de tornar o sinal mais propício a interferências[7], torna o algoritmo impreciso, pois serão menos símbolos para serem comparados.

Em ambientes onde a relação sinal-ruído é baixa, o algoritmo mostrou-se impreciso. Além disso, há uma certa aleatoriedade no êxito da estimação da STO em SNR baixas. Um possível avanço, a partir deste trabalho, seria uma análise matemática probabilística acerca do comportamento do algoritmo em ambiente onde a relação sinal-ruído é pequena, com intuito de calcular a chance de acerto do algoritmo a uma dada SNR.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade de Fortaleza, por viabilizar e apoiar o projeto de pesquisa, a CNPq por aceitar e financiar de pesquisa proposto.

REFERÊNCIAS

1. DIAS, J. T. **Desempenho de algoritmos para estimação de parâmetros de sincronização em sistemas OFDM**. Instituto Militar de Engenharia. Abril 2006
2. L. Hanzo, M. Munster, B. J. Choi e T. Keller. **OFDM and MC-CDMA for broadband multi-user communications, WLANs, and broadcasting**. 1ª edição, ed. John Wiley and Sons Ltd, 2003.
3. BAHAI, A. R. B.; et. all. **Multi-carrier digital communications theory and applications of OFDM**. 2ª edição, Springer Science + Business Media, Inc, 2004.
4. SLISKOVIC, M. **Carrier and Sampling Frequency Offset Estimation and Correction in Multicarrier Systems**. IEEE, 2001.
5. PROAKIS, J. G. et all. **Contemporary Communication Systems Using MATLAB**. 3ª edição, CENGAGE Learning, 2011.
6. CHO, Y. S. et all. **MIMO OFDM wireless communication with MATLAB**. 1ª edição, John Wiley & Sons, 2010.
7. SILVA, I. L. L. B. , A. M. P. Lucena. **O efeito do comprimento do prefixo cíclico no sistema OFDM**. UNIFOR, Outubro 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidente de Trabalho 208, 209, 210, 211, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 223, 224
AIB 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43
Artemia Salina 77, 78
Ataque Químico 143

B

Bagaço de Malte 47, 48, 49, 50, 51
Biblioteca Cross Plataform 228
Bioadsorvente 86
Biocontrole 78
Bots 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 127, 128, 129, 130

C

Cariofileno 78
Centros de Cor 52
Coulomboscópio 64, 65, 66, 68, 72
Criminalidade 26, 27, 34

D

Datação Isotópica via U-Pb 143
Densidade de Traços de Fissão 143
Dependência Espacial 26, 29, 30
Design Thinking 235, 236, 237, 240
Detecção de Atenção em Dispositivos Móveis 228
Detector de Contas Bots 111, 112
Dolomita 187, 188, 189
Dosagem de Íons 178

E

Electrospinning 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 62, 63
Eletrostática 64
Engenharia de Software 235, 236, 237, 239
Espectros 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 107, 170, 171
Espectroscópio Caseiro 15, 16, 20, 21

Estaquia 36, 45, 46

Estatística Espacial 26, 27

Experimento de Baixo Custo 64

F

Fíler Calcário 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197

FRXDE 178

Fungo Pós-Colheita 78

G

Gestão Municipal 1, 10

H

Hidratação 187, 189, 192, 194, 195, 196

I

Inovação das Ideias 235

M

Metal Pesado 86, 95

Método de Traços de Fissão 143, 154

Mineral Zircão 143

Mitigação 1, 5, 9, 187

Mogno Brasileiro 36

O

OFDM 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207

P

Perovskita 100, 101, 102, 104, 107, 109, 110

Poluentes Orgânicos 167

Propagação Vegetativa 36, 37, 45, 46

Propriedades Ópticas 52, 61, 62

R

Reação de Fenton Heterogêneo 167

Reaproveitamento 47, 49, 50, 98

Recursos Hídricos 167, 176

Redes Sociais 111, 112, 113, 129

Resíduos Agroindustriais 47, 48, 96, 98

Reuso 9, 86, 88, 96, 128

S

Sangue Total 178

Série Triboelétrica 64, 65, 70, 71, 72

Sincronismo 200, 201, 206

Sistema CIELa*b* 52

Solução Computacional 208

STO 141, 200, 201, 203, 206, 207

T

Teste Clínico 178

Transposición Didáctica 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142

W

Weeping Angel 228

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 