



Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2

---

  
Atena  
Editora  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

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 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</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 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas 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>
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>68</b>
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103097</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>78</b>
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103098</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>86</b>
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103099</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>94</b>
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030910</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>105</b>
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030911</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva  
Vanessa Borges Vieira  
Aline Aparecida Carvalho França  
Talita Teixeira da Silva  
Mayrla Letícia Alves de Oliveira  
Roberta Yonara Nascimento Reis  
Maria de Sousa Santos Bezerra  
Fabiana Matos de Oliveira  
José Milton Elias de Matos  
Benedito dos Santos Lima Neto  
José Luiz Silva Sá  
Francielle Aline Martins

**DOI 10.22533/at.ed.648191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 128**

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves  
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima  
Rafaella Costa Bonugli-Santos  
Felipe Justiniano Pinto  
Daniele da Luz Silva  
Ana Letícia Fernandes  
Renato Malveira Carreiro do Nascimento  
Mariana Gabriely da Silva Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.648191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz  
Bruno Borsatti Chagas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos  
Adonias Almeida Carvalho  
Luanda Ferreira Floro da Silva  
Gerardo Magela Vieira Júnior  
Ruth Raquel Soares de Farias  
Mariana Helena Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.648191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 157**

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão  
Alfredo Quaresma da Silva Neto  
Maria Aurora Santos da Mota

**DOI 10.22533/at.ed.648191030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 170**

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva  
Joyce Kelly do Rosário da Silva  
Rosa Helena Veras Mourão  
José Guilherme Soares Maia  
Pablo Luis Baia Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.648191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 182**

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos  
Rafael Marcus Schwabe

**DOI 10.22533/at.ed.648191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 195**

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo  
Maria Oneide Silva de Moraes  
Tainah Vasconcelos Pessoa  
Rosemeire dos Santos Almeida  
Ivanei Ferreira Pinheiro  
Karen Segala  
Walter Ricardo Brito  
Marcos Akira d'Ávila

**DOI 10.22533/at.ed.648191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 204**

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo  
Isaac Alves da Silva Freitas  
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel  
Ricardo Alves Maurício  
Clédson Lucena de Araújo  
Fiana Raissa Coelho Pereira  
Eduardo Maurício Gadelha  
Geovanna Maria Andrade de Oliveira  
Lígia Raquel Rodrigues Santos  
Matheus Monteiro da Silva  
Raniere Fernandes Costa  
Walesca Ferreira de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 214**

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni<sup>II</sup>(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)<sub>2</sub>] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva  
Yan Fraga da Silva  
Manoel Henrique dos Santos Galvão  
Thais Teixeira da Silva  
Sâmia Dantas Braga  
Maria das Dores Alves de Oliveira  
Juliana Pereira da Silva  
Cristina Vidal da Silva Neta  
João Clécio Alves Pereira  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior  
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior  
Nouga Cardoso Batista

**DOI 10.22533/at.ed.648191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 228**

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 241**

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos  
Elza Brandão Santana  
Rafael Alves do Nascimento  
Elisangela Lima Andrade  
Lorena Gomes Corumbá  
Lênio José Guerreiro de Faria  
Cristiane Maria Leal Costa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 254**

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.648191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 268**

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira  
Fernando Lopes Santana  
Mario Luiz Pereira Souza  
Renan Zuba Parrela  
Saulo Fernando dos Santos Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.648191030925**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>286</b>
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>296</b>
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030928</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>303</b>
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>316</b>
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030930</b>	

<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>323</b>
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizângela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>335</b>
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>352</b>
COMPUTATIONAL METHOD $H_{\infty}$ APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>363</b>
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>374</b>
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima	
Roberta Yonara Nascimento Reis	
Maria Joseíta dos Santos Costa	
João Paulo Carvalho Moura	
Luis Jefferson da Silva	
Reginaldo da Silva Santos	
Laécio Santos Cavalcante	
Elson Longo da Silva	
Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>384</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>385</b>

## ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET

### Francisco Edcarlos Alves Leite

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
(UFERSA)

Centro Multidisciplinar de Angicos (CMA)

Grupo de Análise e Processamento de Sinais e  
Imagens (GAPSI)

CEP: 59515-000 – Angicos – RN – Brazil

edcarlos@ufersa.edu.br,

### Marcos Vinícius Cândido Henriques

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
(UFERSA)

Centro Multidisciplinar de Angicos (CMA)

Grupo de Análise e Processamento de Sinais e  
Imagens (GAPSI)

CEP: 59515-000 – Angicos – RN – Brazil

viniciuscandido@ufersa.edu.br

**RESUMO:** O Processamento de sinais e imagem é importante e que sempre representa um desafio. Embora os sinais e imagens apresentem estruturas coerentes (ou não), sempre surgem sinais espúrios (ruídos) que dificultam interpretações adequadas nas imagens em seu formato original. Dentro deste contexto, uma metodologia de análise para sinais e imagens é apresentada. No método, a transformada wavelet é utilizada para realizar a Decomposição Multiescala da imagem. Esta decomposição gera vários padrões de imagens. Os resultados mostram que a imagem e os

padrões de imagens são melhores analisados em sua escala individual.

**PALAVRAS-CHAVE:** transformada wavelet; multiescala; escalograma

**ABSTRACT:** Signal and image processing is very important and represents a challenge. Although signals and images have coherent (or not) structures, spurious signals (noise) always appear that hamper adequate interpretations of the images in the original format. In this context, an analysis methodology for signals and images is presented. In the method, the wavelet transform is used to perform the Multiscale Decomposition of the images. This decomposition generates several patterns of images. The results show the the image and images patterns are better analyzed in their individual wavelet scales.

### 1 | INTRODUÇÃO

Em Processamento de Sinais e Imagens, faz-se uso de ferramentas da Física-Matemática e, principalmente, computacional, para se extrair informações adicionais, as quais não estavam presentes em seu formato original. Simulações são contextualizadas no sentido de processar uma imagem por meio de uma transformada matemática ou mudança de

base. Por exemplo, a Transformada de Fourier é uma ferramenta bastante conhecida. Quando se aplica a transformada de Fourier a um sinal  $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$  é obtida uma representação do sinal no domínio da frequência  $f(\omega)$ . Esta nova representação é completamente caracterizada por seu conteúdo na frequência e nenhuma informação temporal. Esta limitação na Transformada de Fourier encontra-se no fato de a mesma não permitir uma análise, em separado, de trechos diferentes dos sinais [Grossmann and Morlet 1984].

Devido a essa limitação na Transformada de Fourier fez surgir a Transformada Wavelet [Daubechies 1988], [Daubechies 1990], [Meyer 1993]. A Transformada Wavelet é a projeção de uma imagem em uma base formada por funções wavelets e que possui uma ampla aplicabilidade na análise de sinais e imagens bem como de fenômenos com transientes singulares [Deighan and Watts 1997]. Em particular, com a transformada wavelet é possível uma representação adequada de sinais e imagens em níveis de resoluções diferentes. Este fato foi convenientemente explorado por Mallat [Mallat 1989] e Meyer [Meyer 1990], que lhes permitiram sistematizar e formular o conceito de *Análise em Multiresolução*. Este método de Análise em Multiresolução constitui um enquadramento adequado que facilita aplicação da modelagem computacional e a construção de algoritmos baseados nas wavelets [Daubechies 1988]. Analisando pelo lado de processamento de sinais e imagens, os modelos arquitetados com as wavelets são algoritmos que permitem decompor uma imagem (imagem original) em padrões de imagens semelhantes a imagem original, porém, com níveis de resoluções inferiores e diferentes. Simultaneamente, nesses níveis de resoluções são obtidos os detalhes, os quais permitirão recompor a imagem inicial, partindo das informações contidas nos padrões da imagem decomposta com a Análise em Multiresolução. Os níveis de resoluções de mais baixas frequências são considerados os níveis de “aproximação” e os níveis de resoluções de mais altas frequências são considerados os níveis de “detalhes” ou níveis das wavelets.

## 2 | TRANSFORMADA WAVELET

A Transformada Wavelet de um sinal  $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$  é uma decomposição em uma base formada por funções wavelets  $\Psi$  a qual fornece uma representação dual no domínio espacial (escalas) e frequência [Moretin 2010]. Nesse sentido, a transformada wavelet nos traz a visão e ideia geral de um modelo de simulação e modelagem computacional com a Decomposição e Análise em Multiescala [Mallat 1989].

### 2.1 Transformada Wavelet Contínua

A Transformada Wavelet Contínua  $d(s,u)$  de uma função  $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$  na escala  $s$  e tempo  $u$  é definida como sendo [Daubechies 1992],

$$d(s,u) = \langle f, \psi_{s,u} \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi_{s,u}(t) dt \quad (1)$$

onde

$$\psi_{s,u}(t) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \psi\left(\frac{t-u}{s}\right) \quad (2)$$

são as funções que forma a base de wavelets. Os parâmetros  $s$  e  $u$  são números reais ( $s \neq 0$ ) e que representam as dilatações e translações, respectivamente, da função wavelet  $\Psi$ .

## 2.2 Transformada Wavelet Discreta

A Transformada Wavelet Discreta é implementada com a discretização dos parâmetros de escala  $s$  e localização temporal  $u$ . Dessa forma, uma base wavelet discreta é formada escolhendo de  $s = 2^j$  e  $u = n 2^j$  com  $j$  e  $n$  inteiros [Daubechies 1992]. Para cada valor de  $2^j$  o sinal (ou imagem) estará em uma escala  $j$  em um nível de resolução  $2^j$ .

A correspondente wavelet discreta é definida como sendo:

$$\psi_{j,n}(t) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} \psi\left(\frac{t - n2^j}{2^j}\right) \quad (3)$$

onde  $j$  e  $n$  são os parâmetros inteiros associados com as dilatação e translações das wavelets. Nesse sentido, existe uma base de wavelets discretas  $\{\Psi_{j,n}\}$  tal que, uma função  $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$  pode ser expandida como uma combinação linear das funções de base wavelet:

$$f(t) = \sum_j \sum_n d_{j,n} \psi_{j,n}(t). \quad (4)$$

Os coeficientes wavelets  $d$  são calculados realizando o produto interno da função wavelet com a função  $f(t)$ . Esses coeficientes  $d_{j,n}$  fornecem as informações sobre o comportamento da função  $f(t)$  em seus níveis de resoluções  $2^j$  para cada determinada escala  $j$  com localização temporal.

### 3 | METODOLOGIA

A Metodologia aqui apresentada faz uso da transformada wavelet e compreende em quatro etapas principais:

- I. *Decomposição Multiescalas*: realizar a Decomposição em Multiescala da imagem original utilizando a Transformada Wavelet Discreta. A imagem é bidimensional, porém a transformada wavelet é aplicada em cada uma das colunas da imagem. Dessa forma, obtêm-se vários padrões de imagens semelhantes, porém, em níveis de resoluções menores. Cada padrão sísmico está em uma determinada escala  $j$  e um nível de resolução  $2^j$ . Isto significa que cada padrão será caracterizado por um “range” de frequência bem definido.
- II. *Atenuar Ruídos*: realizar o processo de atenuação (filtragem) de sinais espúrios (ruídos) considerando os níveis de escalas de resoluções adequadas. A atenuação dos sinais espúrios é realizada em cada padrão de imagem, o que corresponde a realizar da atenuação em cada escala  $j$  da wavelet.
- III. *Espectro na Frequência*: análise na frequência de todas as imagens (original, ruidosa, sem ruído e padrões). Esta análise é feita averiguando as colunas das imagens para análise dos comportamentos na frequência das escalas  $j$  das wavelets. Assim, é possível verificar o comportamento na frequência e comparar se a energia da imagem original foi pouco afetada.
- IV. *Escalograma em Cores*: construir o escalograma dos coeficientes  $d_{j,n}$  da Transformada Wavelet para verificar nos mapas de cores em quais escalas as singularidades dos coeficientes das wavelets são predominantes. Este procedimento fornece em que localização dual de escala-tempo (frequência-tempo) a Transformada Wavelet atuou de forma coerente e desejável.

O algoritmo de Decomposição em Multiescala utilizando a Transformada Wavelet Discreta é implementado com a aplicação dos filtros  $h$  e  $g$  (passa-baixa e passa-alta) seguido por um operador de sub-amostragem ( $\downarrow 2$ ) que reduz a quantidade de amostra à metade em cada iteração. Para a imagem aqui analisada, o índice de escala  $j$  varia de 1 a 11, pois a imagem possui 2048 amostras (pontos) em cada coluna. Essa quantidade de amostras representa o equivalente a  $2^j$  para a Transformada Wavelet Discreta. Na representação em escala, o padrão de imagem caracterizada pela escala  $j = 1$ , significa que a imagem está em uma resolução “mais fina” (frequências maiores) e o padrão de imagem na escala  $j = 11$ , significa que está em uma resolução “mais grossa” com conteúdo nas frequências menores.

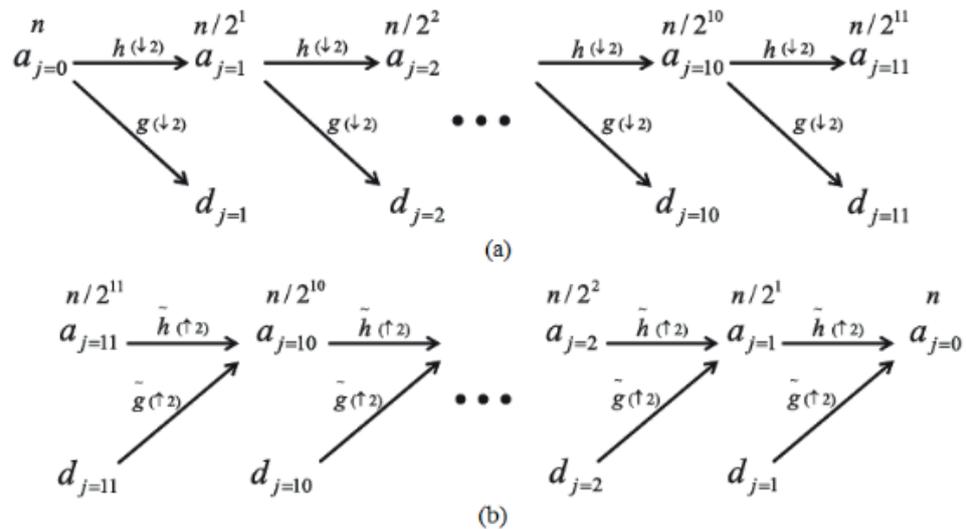


Figure 1. Representação em (a) do algoritmo de decomposição iterado com os filtros  $h$  e  $g$ , com sub-amostragem de fator 2. Em (b) o algoritmo de reconstrução iterado com a inserção de fator 2.

O algoritmo construído com os filtros  $h$  e  $g$ , para a decomposição multiescala, gera coeficientes  $a_j$  e  $d_j$ , possuindo metade das amostras devido a sub-amostragem. Os coeficientes  $d_j$  são mantidos e o processo de decomposição é aplicado aos coeficientes  $a_j$ . Esta nova decomposição gera os coeficientes  $a_2$  e  $d_2$ , possuindo um quarto da quantidade das amostras iniciais. Os coeficientes  $d_2$  são mantidos e o processo de decomposição prossegue sobre os coeficientes  $a_j$  até o nível de escala  $j = 11$ .

A Figura 1(a) ilustra o processo de decomposição utilizando a transformada wavelet com os filtros  $h$  e  $g$  e com sub-amostragem. O processo inicia em  $a_{j=0}$  (imagem original) com  $n = 2048$ . A transformada wavelet atua em cada coluna da matriz. Como temos 89 colunas na imagem, então a transformada wavelet é aplicada 89 vezes em cada imagem.

A Figura 1(b) ilustra o processo de reconstrução utilizando a transformada wavelet inversa. O processo inicia com os coeficientes  $a_{j=11}$  e  $d_{j=11}$  e ocorre a iteração com os filtros  $h$  e  $g$  seguidos de uma inserção ( $\uparrow 2$ ) de fator 2.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A imagem original aqui processada e analisada para se alcançar os objetivos deste trabalho está mostrada na Figura 2(a). É uma matriz  $M^{m \times n}$  de valores reais, isto é, composta por  $m$  amostras (linhas) e por  $n$  colunas. Então, como podemos perceber na Figura 2(a), esta imagem é uma matriz formada por  $m = 2048$  linhas e  $n = 89$  colunas.

Na imagem original todas as frequências estão presentes. A imagem mostrada na Figura 2(b) é a imagem “limpa” e contém um range de frequência e na Figura

2(c) tem-se a “porção” que foi atenuada da imagem original. Esta imagem contém range de frequência para sinais espúrios (ruídos). A soma das energias contidas nas imagens (b) e (c) resulta na energia contida imagem original (a).

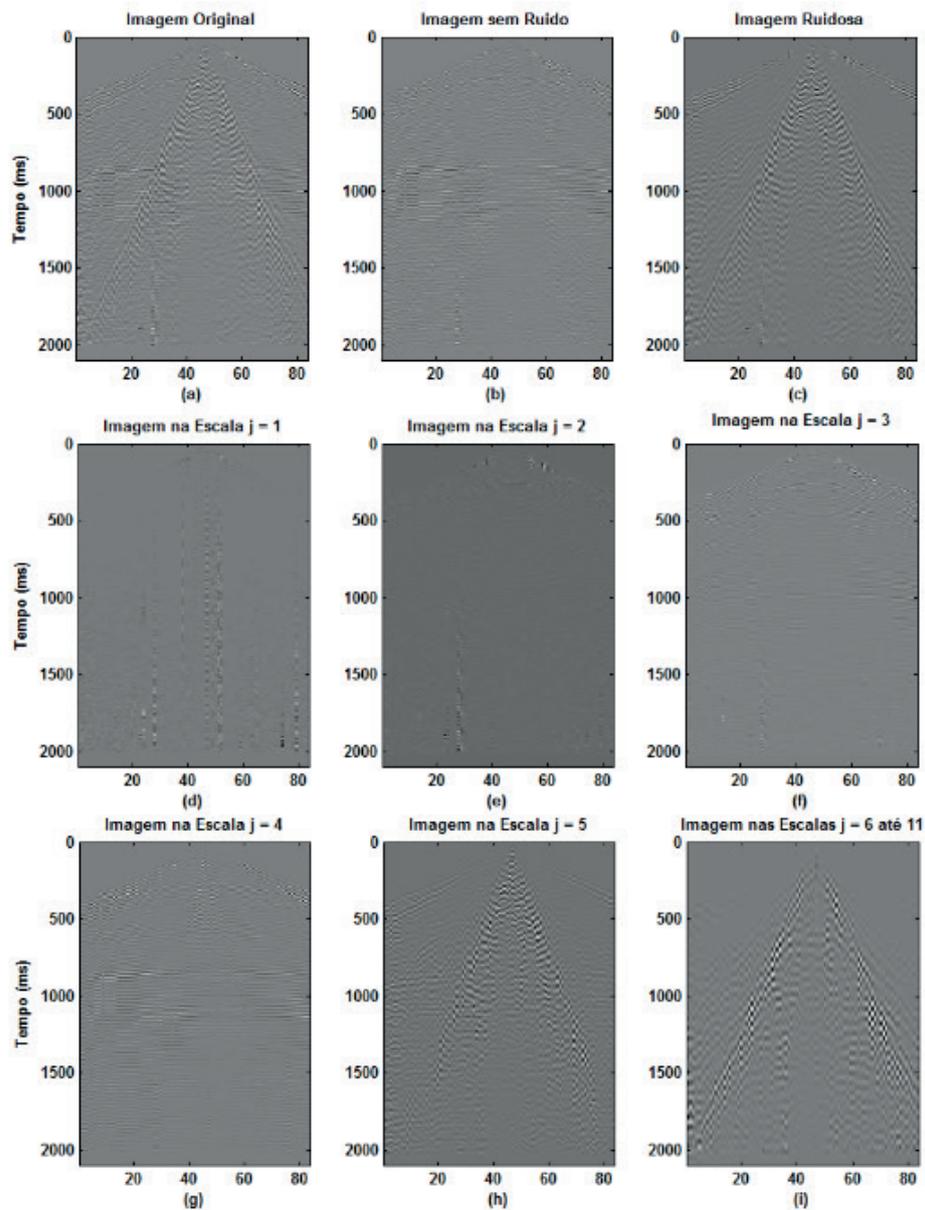


Figure 2. Imagem original (a), imagem limpa (b), imagem ruidosa (c), imagem na escala  $j = 1$  (d),  $j = 2$  (e),  $j = 3$  (f),  $j = 4$  (g),  $j = 5$  (h) e  $j = 6$  até 11 (i).

Na Figura 2(d) até 2(i) têm-se os padrões de imagens obtidas por meio da Decomposição Multiescala utilizando a transformada wavelet discreta. Cada imagem representa uma “porção” da imagem original e que esta fica representada em uma escala da decomposição. Na Figura 2(d) tem-se o padrão de imagem na primeira escala  $j = 1$  para a wavelet. Na ordem, têm-se os padrões para as escala  $j = 2$ (e),  $j = 3$ (f),  $j = 4$ (g),  $j = 5$ (h) e  $j = 6 - 11$ (i), respectivamente. A Figura 2(i) tem-se um conjunto de escalas de  $j = 6, 7, 8, 9, 10$  e  $11$  sendo representado por um único padrão. Essa junção de escalas foi escolhida uma vez que esses padrões contêm somente sinais espúrios (ruídos).

Observando os padrões de imagens da Figura 2(d)-(i) percebe-se que torna-se bem visível as caracterizações das frequências (e amplitudes) das imagens para cada escala. Nas Figuras 2(h) e (i), aparecem fortemente um sinal espúrio bem característico em um formato de cone. Portanto, da escala  $j = 5$  até a escala  $j = 11$ , tem-se uma caracterização bem definida na frequência para o sinal espúrio (ruidoso). Neste sentido, e como pode-se observar na Figura 2(d)-(g), as escalas  $j = 1$  até a escala  $j = 4$  tem-se as imagens para as frequências maiores com pequenas amplitudes.

Para a reconstrução da imagem da Figura 2(b) foi considerado somente os padrões de imagens nas escalas  $j = 1, 2, 3$  e 4. Isto significa atribuir valores zeros para os padrões de imagens nas escalas  $j = 5, 6 - 11$ . A reconstrução é realizada em outro processo de reconstrução da transformada wavelet inversa. Esta reconstrução está mostrada na Figura 2(c).

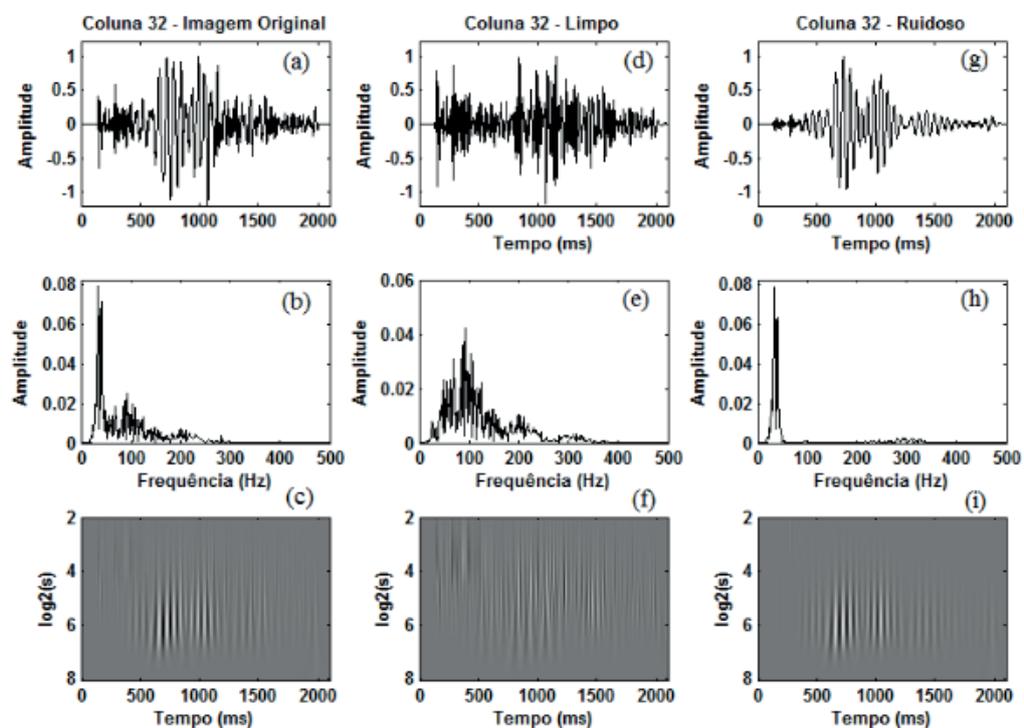


Figure 3. Coluna 32 da imagem original (a), limpa (d) e ruidosa (g).

Para ilustrar em mais detalhes o efeito da ação de decomposição e caracterização de singularidades da transformada wavelet nas imagens é apresentado uma análise na frequência, utilizando a Transformada de Fourier, e uma análise da coerência wavelet. Esta última análise é realizada através de um mapa de cores (escalograma) e que relaciona o grau de correlação entre a imagem em suas determinadas escalas para a Decomposição Multiescala. Querendo não causar repetições nas análises, mostra-se somente para uma coluna de cada imagem da Figura 2(a)-(i). A coluna (traço) escolhida para tais análises de cada imagem foi a coluna 32. Neste sentido, realiza-se o Espectro de Frequência e o Escalograma para

a coluna 32 das imagens mostradas na Figura 2.

Nas Figuras 3 e 4, tem-se o sinal (coluna 32) em seu formato original (Amplitudes  $\times$  Tempo), seguida de seu Espectro de Fourier e do seu Escalograma (mapa cinza) dos coeficientes wavelets em suas determinadas escalas. O Espectro de Fourier fornece informações sobre as frequências do sinal (coluna). Dessa forma, é possível saber o conteúdo na frequência para cada imagem e assim descobrir a frequência em cada escala para a decomposição em wavelets. O Escalograma relaciona os coeficientes

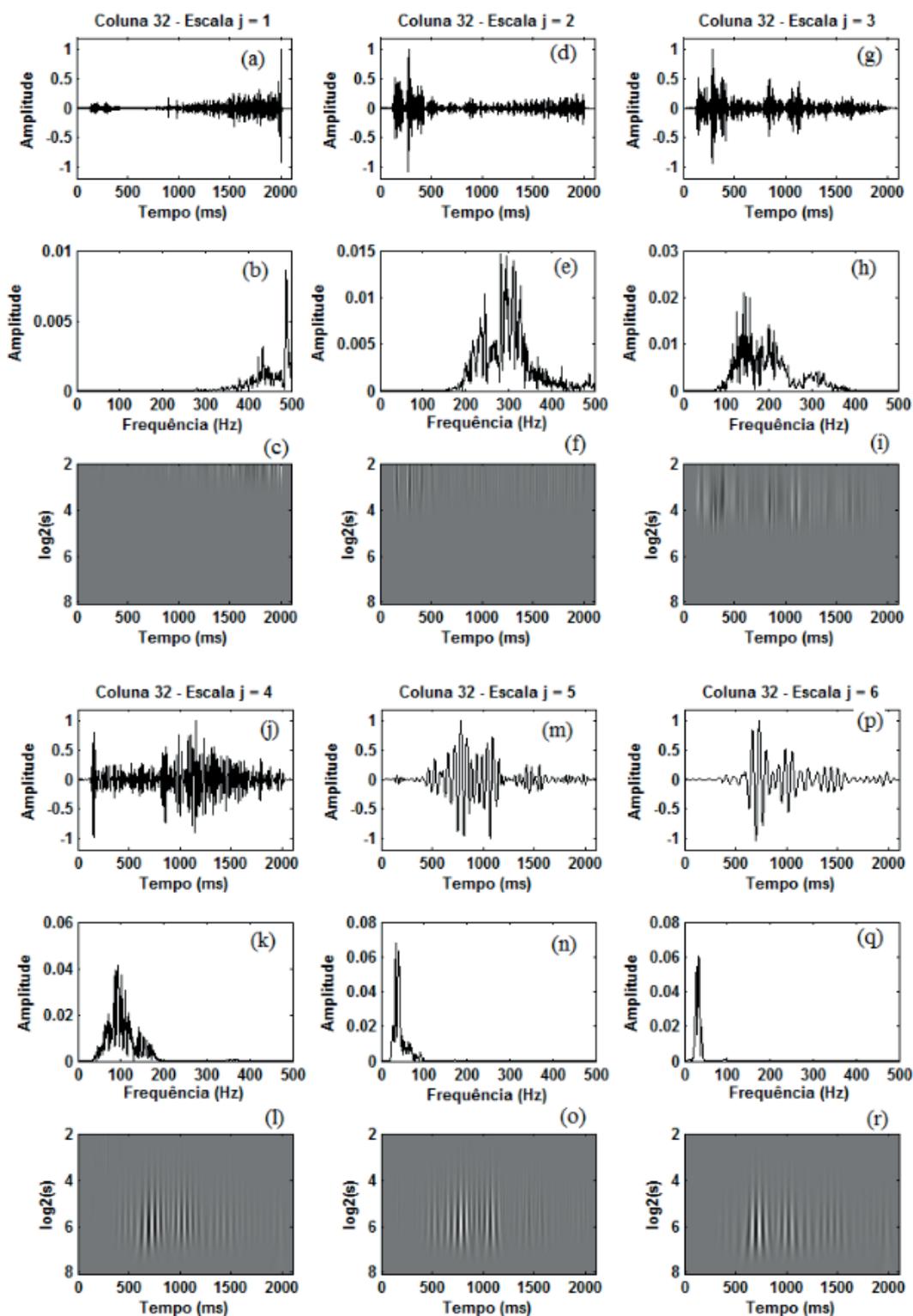


Figure 4. Coluna 32 dos padrões de imagens.

wavelets (em cinza) em suas escalas. Para cores mais próximas do vermelho, significa que o sinal possui frequências menores, o que caracteriza o sinal ruidoso.

A Figura 3 mostra, respectivamente, a coluna 32 em seu formato convencional, o Espectro de Fourier e o Escalograma para as imagens apresentadas na Figura 2(a)-(c). Em (a), tem-se o sinal da imagem original onde percebe-se que existem amplitudes dominantes (espaçadas) no intervalo de tempo entre 550 *ms* e 1200 *ms*. Em seu escalograma da Figura 3(c), os coeficientes wavelets revelam que esta região domina todo o espectro de energia do sinal. Para esta afirmação basta observar no escalograma da Figura 3(f) onde os coeficientes wavelets estão mais “distribuídos” em uma região temporal muito maior. Isto porque este escalograma é da coluna 32 da imagem mostrada na Figura 2(b), o qual é o sinal da imagem após atenuação do sinal espúrio. Na

Figura 3(i), tem-se somente o escalograma da coluna 32 da imagem ruidosa e mostrada na Figura 2(c). Desta, percebe-se que o escalograma é semelhante ao escalograma do sinal da imagem original, confirmando que o sinal espúrio domina completamente a energia na imagem original. Analisando os espectros de Fourier da Figura 3(b), (e) e (h), tira-se a conclusão que o sinal espúrio apresenta conteúdo para frequências menores e o sinal sem ruído apresenta conteúdo para frequências maiores.

Para a Figura 4(a)–(r), tem-se a coluna 32 dos padrões de imagens mostradas na Figura 2(d)-(i). Torna-se mais evidente a caracterização do ruído nas escalas maiores observando a concentração dos coeficientes wavelets (em cores) no escalograma.

## 5 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a metodologia deste trabalho mostraram que a transformada wavelet pode ser utilizada na decomposição de imagens e assim caracterizar de forma eficiente as características dos seus padrões de imagens em cada escala das wavelets. O escalograma é uma alternativa eficaz para visualizar a coerência dos coeficientes e assim predizer em quais escalas a energia do sinal predomina.

## REFERÊNCIAS

Daubechies, I. (1988). “Orthonormal bases of compactly supported wavelets”. *Communication on Pure and Applied Mathematics*, 41, p. 909 – 996.

Daubechies, I. (1990). “The wavelet transform, time-frequency localization and signal analysis”. *IEEE Transactions on Information Theory*, 36, p. 961 – 1005.

Daubechies, I. (1992). "Ten lectures on wavlets". Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia.

Deighan, A. J. and Watts, D. R. (1997). "Ground-roll suppression using the wavelets transform". *Geophysics*, (62)(6), p. 1896 – 1903.

Grossmann, A. and Morlet, J. (1984). "Decomposition of hardy function into square integrable wavelets of constant shape". *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 15(4), p. 723 – 736.

Mallat, S. (1989). "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: the Wavelet Representation". *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 11(7), p. 674 – 693.

Meyer, Y. (1990). "Ondelettes". Hermann. New York.

Meyer, Y. (1993). "Wavelets: algorithms and aplications". Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia. SIAM.

Moretin, P. A. (2010). "Ondas e Ondaletas: da Análise de Fourier à Análise de Ondaletas". Edusp, São Paulo.

## **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

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

### B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

### C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

### D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

### E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

### G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

### H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

### I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

## **K**

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

## **L**

Lama abrasiva 59, 60

## **M**

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

## **N**

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

## **O**

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

## **P**

Polimerização Radicalar 215

## **R**

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

## **S**

Smart Cities 280

## **T**

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-641-6

