



**Cleberton Correia Santos**  
(Organizador)

---

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

---

  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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 1 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-621-8 DOI 10.22533/at.ed.218191109</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 primeiro 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 pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo então na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CHÁ DE BOLDO: O SABER POPULAR FAZENDO-SE SABER CIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA	
Andressa da Silva Muniz Monique Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
A ESTRATÉGIA REGIONAL DE INOVAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SRIs NA AMÉRICA LATINA	
Guilherme Paraol de Matos Clarissa Stefani Teixeira Paulo Cesar Leites Esteves Solange Maria da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ENSINO DE TÉCNICAS LABORATORIAIS PELA ELABORAÇÃO DE SORVETE COM A FRUTA BERIBÁ/BIRIBÁ ( <i>Annona hypoglauca</i> )	
Minelly Azevedo da Silva Alice Menezes Gomes Amanda Carolilna Cândido Silva Iasmim Moreira Linhares João Vitor Hermenegildo Bastos Mel Naomi da Silva Borges Rebeca da Costa Rodrigues Nilton Fagner de Oliveira Araújo Elza Paula Silva Rocha Cleber do Amaral Barros Jamilé Mariano Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
A ETNOMATEMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNICESUMAR	
Eliane da Rocha Rodrigues Ivna Gurniski de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO EM ÁREAS AGRICULTÁVEIS	
Ana Paula Brasil Viana Railton Reis Arouche Pedro Henrique da Silva Sousa Edvan Carlos de Abreu Dheime Ribeiro de Miranda Lineardo Ferreira de Sampaio Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911095</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

O USO DA CASCA DA BANANA COMO ADSORVENTE RENOVÁVEL DE ÍONS METÁLICOS TÓXICOS

Adriana O. Santos  
Danielle P. Freitas  
Fabiane A. Carvalho  
Fernando S. Melo  
Juliana F. C. Eller  
Stéphanie Calazans Domingues  
Boutros Sarrouh  
Willian A. Saliba

**DOI 10.22533/at.ed.2181911096**

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

STATIC MAGNETIC TREATMENT OF IRRIGATION WATER ON DIFFERENTS PLANTS CULTURES IMPROVING DEVELOPMENT

Yilan Fung Boix  
Albys Ferrer Dubois  
Elizabeth Isaac Alemán  
Cristiane Pimentel Victório  
Rosani do Carmo de Oliveira Arruda  
Ann Cuyppers  
Natalie Beenaerts  
Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

**DOI 10.22533/at.ed.2181911097**

**CAPÍTULO 8 ..... 85**

ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE *DEEP LEARNING* APLICADO A UM BENCHMARK DE CLASSIFICAÇÃO

Henrique Matheus Ferreira da Silva  
Max Tatsuhiko Mitsuya  
Clayton André Maia dos Santos  
Anderson Alvarenga de Moura Meneses

**DOI 10.22533/at.ed.2181911098**

**CAPÍTULO 9 ..... 96**

ANÁLISE DE VITAMINA C USANDO TÉCNICAS DE FLUORIMETRIA, CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE

Luana Gabriela Marmitt  
Sabrina Grando Cordeiro  
Verônica Vanessa Brandt  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.2181911099**

**CAPÍTULO 10 ..... 106**

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA NO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFC – *CAMPUS SANTA ROSA DO SUL*

Julian da Silva Lima  
Cassiano Scott Puhl  
Neiva Ignês Grando

**DOI 10.22533/at.ed.21819110910**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

A VISÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE ARAPIRACA-AL SOBRE O ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

Janaína Kívia Alves Lima  
Elielma Lucindo da Silva  
Lilian Nunes Bezerra  
Janice Gomes Cavalcante  
Luis Carlos Soares da Silva  
José Edson Cavalcante da Silva  
Jhonatan David Santos das Neves  
Daniella de Souza Santos

**DOI 10.22533/at.ed.21819110911**

**CAPÍTULO 12 ..... 125**

APLICAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

André Felipe de Almeida Batista  
Ricardo André Cavalcante de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.21819110912**

**CAPÍTULO 13 ..... 138**

PRECIPITATION VARIABILITY ON THE STATE OF PARAÍBA IN ATMOSPHERIC CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF UPPER LEVEL CYCLONIC VORTICES

André Gomes Penaforte  
Maria Marle Bandeira  
Magaly de Fatima Correia  
Tiago Rocha Almeida  
Flaviano Fernandes Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.21819110913**

**CAPÍTULO 14 ..... 148**

AS CONTRIBUIÇÕES DO PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA E CIÊNCIAS NATURAIS

Luis Carlos Soares da Silva  
Janaína Kívia Alves Lima  
Janice Gomes Cavalcante  
Jhonatan David Santos das Neves  
Lilian Nunes Bezerra  
Daniella de Souza Santos  
José Edson Cavalcante da Silva  
Elielma Lucindo da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.21819110914**

**CAPÍTULO 15 ..... 157**

POLÍMERO SULFONADO UTILIZADO COMO CATALISADOR HETEROGÊNEO NA REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

Victória Maria Ribeiro Lima  
Rayanne Oliveira de Araújo  
Jamal da Silva Chaar  
Luiz Kleber Carvalho de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.21819110915**



**CAPÍTULO 16 ..... 167**

ATIVIDADE CRIATIVA (AC): UM MODO ALTERNATIVO PARA MINISTRAR O CONTEÚDO DE UMA DISCIPLINA DO CURSO NOTURNO DE FARMÁCIA DA UFRJ

Aline Guerra Manssour Fraga  
Viviane de Oliveira Freitas Lione

**DOI 10.22533/at.ed.21819110916**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS MULTIEXTUSADOS: SIMULAÇÃO DO REPROCESSAMENTO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Fernando A. E Tremoço  
Ricardo S. Souza  
Valéria G. Costa

**DOI 10.22533/at.ed.21819110917**

**CAPÍTULO 18 ..... 186**

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE ARGILAS BENTONÍTIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira  
Nancy Isabel Alvarez Acevedo  
Marisa Cristina Guimarães Rocha  
Joaquim Teixeira de Assis  
Alexei Kuznetsov  
Luiz Carlos Bertolino

**DOI 10.22533/at.ed.21819110918**

**CAPÍTULO 19 ..... 197**

AVALIAÇÃO PELA MODA, MÉDIA OU MEDIANA?

Luiz Fernando Palin Droubi  
Norberto Hochheim  
Willian Zonato

**DOI 10.22533/at.ed.21819110919**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS SOLUÇÕES FUNDAMENTAIS E O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS APLICADOS A UM PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE DIFUSÃO DE CALOR

Bruno Henrique Marques Margotto  
Carlos Eduardo Polatschek Kopperschmidt  
Wellington Betencurte da Silva  
Júlio Cesar Sampaio Dutra  
Luiz Alberto da Silva Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.21819110920**

**CAPÍTULO 21 ..... 230**

SINERGISMO DE MISTURAS DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS UTILIZADAS NA HIDRÓLISE DA CELULOSE EXTRAÍDA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO COM  $H_2SO_4/H_2O_2$ , EM MEIO ALCALINO

Leila Maria Aguilera Campos  
Luciene Santos de Carvalho  
Luiz Antônio Magalhães Pontes  
Samira Maria Nonato de Assumpção  
Maria Luiza Andrade da Silva  
Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura  
Anne Beatriz Figueira Câmara

**DOI 10.22533/at.ed.21819110921**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>238</b>
CONCEPÇÕES DE LINGUAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA LINGUAGEM MATEMÁTICA	
Cíntia Maria Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110922</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>248</b>
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE INTERATIVO PARA PROJETOS CONCEITUAIS DE AERONAVES	
Carlos Antonio Vilela de Souza Filho	
Giuliano Gardolinski Venson	
Jefferson Gomes do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>260</b>
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UM OLHAR PARA O PROCESSO FORMATIVO POSSIBILITADO POR OBSERVAÇÕES DE AULA	
Mariele Josiane Fuchs	
Cláudia Maria Costa Nunes	
Elizangela Weber	
Lucilaine Goin Abitante	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>269</b>
OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS FINANCEIROS DE UMA MADEIREIRA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR	
Brenno Souza de Oliveira	
Edson Patrício Barreto de Almeida	
Vitor Miranda Sousa Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
ESTUDO ATUALIZADO E ABRANGENTE DAS APLICAÇÕES PRÁTICAS DE GEOPROSPECÇÃO ELÉTRICA	
Pedro Henrique Martins	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Kaiisson Teodoro de Souza	
Márcio Augusto Tamashiro	
Humberto Rodrigues Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>292</b>
FIQUE SABENDO: PLATAFORMA ACADÊMICA DE COMUNICAÇÃO	
Marco Antônio Castro Martins	
Lúcio Flávio de Jesus Silva	
George Miler Gomes Farias	
Diego Lisboa Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110927</b>	

**CAPÍTULO 28 ..... 300**

INVESTIGAÇÃO ESTRUTURAL, MORFOLÓGICA E FOTOCATALÍTICA DE MICROCRISTAIS DE  $\beta$ -(Ag<sub>2-2x</sub>Zn<sub>x</sub>)MoO<sub>4</sub>

Fabiana de Sousa Cunha  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Amanda Carolina Soares Jucá  
Lara Kelly Ribeiro da Silva  
Keyla Raquel Batista da Silva Costa  
Júlio César Sczancoski  
Francisco Eroni Paz dos Santos  
Elson Longo  
Laécio Santos Cavalcante  
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

**DOI 10.22533/at.ed.21819110928**

**CAPÍTULO 29 ..... 325**

PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA SANEANTES

Egle Katarinne Souza da Silva  
Luislândia Vieira de Figueredo  
Felícia Maria Fernandes de Oliveira  
Luiz Antonio Alves Fernandes  
Edilson Leite da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.21819110929**

**CAPÍTULO 30 ..... 339**

INFLUÊNCIA DO SnCl<sub>2</sub> NA COPOLIMERIZAÇÃO DE NORBORNENO E ÁCIDO 5-NORBORNENO-2-CARBOXÍLICO VIA ROMCP CATALISADO POR RuCl<sub>2</sub>(PCy<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHR

Sâmia Dantas Braga  
Aline Aparecida Carvalho França  
Vanessa Borges Vieira  
Talita Teixeira da Silva  
Aline Estefany Brandão Lima  
Ravane Costa e Silva  
Luís Fernando Guimarães Nolêto  
Nouga Cardoso Batista  
José Milton Elias de Matos  
Benedito dos Santos Lima Neto  
José Luiz Silva Sá  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.21819110930**

**CAPÍTULO 31 ..... 347**

MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

José Henrique Maciel de Queiroz  
José Flávio Timoteo Júnior  
Rogério de Jesus Santos

**DOI 10.22533/at.ed.21819110931**

**CAPÍTULO 32 ..... 357**

REDE FEDERAL EM SANTA CATARINA: ORIGEM, TRAJETÓRIA E ASPECTOS GERENCIAIS

Sônia Regina Lamego Lino

**DOI 10.22533/at.ed.21819110932**

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>371</b>
SISTEMA DE EDUCAÇÃO CORPORATIVA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS E CHINESAS PARA A INOVAÇÃO	
Regina Wundrack do Amaral Aires	
Cleunisse Aparecida Rauen De Luca Canto	
Patricia de Sá Freire	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>385</b>
VARIABILIDADE TEMPORAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FOLHAS DE <i>Eucalyptus microcorys</i>	
Gilmara Aparecida Corrêa Fortes	
Pedro Henrique Ferri	
Suzana da Costa Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>397</b>
OXIDAÇÃO SELETIVA DO METANOL A FORMALDEÍDO ASSISTIDA POR N <sub>2</sub> O SOBRE CATALISADOR Co,Ce DERIVADOS DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES	
Oséas Silva Santos	
Giulyane Felix de Oliveira	
Artur José Santos Mascarenhas	
Heloyza Martins. Carvalho Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>408</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>409</b>

## STATIC MAGNETIC TREATMENT OF IRRIGATION WATER ON DIFFERENTS PLANTS CULTURES IMPROVING DEVELOPMENT

### Yilan Fung Boix

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### Albys Ferrer Dubois

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### Elizabeth Isaac Alemán

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### Cristiane Pimentel Victório

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO)  
Rio de Janeiro - RJ, Brasil

### Rosani do Carmo de Oliveira Arruda

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)  
Campo Grande - MS, Brasil

### Ann Cuypers

Environmental Science. Hasselt University.  
Bélgica

### Natalie Beenaerts

Environmental Science. Hasselt University.  
Bélgica

### Jorge González Aguilera

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS),  
Campus Chapadão do Sul - MS, Brasil

### Alan Mario Zuffo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

(UFMS)

Campus Chapadão do Sul - MS, Brasil

**ABSTRACT:** The need of increase food production in Cuba has to look for cultivation methods and tools to develop this sector in the country. Among these techniques is the application of magnetically treated water (MTW) or magnetic fields (MF) in the stimulation of the development of different crops. This work shows a part of the research that has been carried out in Cuba related to the application of MTW and MF in agriculture. It was compiled the main results obtained in studies with medicinal plant and vegetable cultures. The beneficial effects of MTW and MF application were observed on different plant species of economic interest as *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) and *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). Responses varied according to plant species, magnetic inductions and exposure times tested, as well as in function of different experimental conditions (*in vitro*, greenhouse and field). Results evidenced the potential of MTW and MF techniques in the plant development and, consequently, in productivity and survival of different plant species; thus a simple technique and without electric energy consumption.

**KEYWORDS:** magnetically treated water, vegetables, magnetic field, medicinal plants,

static magnetic field.

## TRATAMENTO MAGNÉTICO ESTÁTICO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES CULTURAS DE PLANTAS MELHORAM O DESENVOLVIMENTO

**RESUMO:** Em vista da necessidade de aumentar a produção de alimentos em Cuba, a procura por métodos e ferramentas de cultivo visa ao desenvolvimento da agricultura no país. Dentre essas técnicas está a aplicação de água tratada magneticamente (ATM) ou campos magnéticos (CM) na estimulação do desenvolvimento de diferentes cultivos. Esse trabalho mostra uma parte das pesquisas que têm sido realizadas em Cuba, relacionadas a aplicação de ATM e CM na agricultura. Foram compilados os principais resultados obtidos em experimentos com plantas medicinais e hortaliças. Verificou-se o efeito benéfico da aplicação de ATM e CM em diferentes espécies vegetais de interesse econômico, como *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) e *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). As respostas variaram conforme a espécie vegetal, a indução magnética e os tempos de exposição, assim como, em função das diferentes condições de experimentação (*in vitro*, casa de vegetação e campo). Os resultados mostraram o potencial que tem a aplicação de ATM e CM no desenvolvimento vegetal e conseqüentemente no aumento da produtividade e sobrevivência de diferentes espécies vegetais; sendo uma técnica simples e sem consumo de energia elétrica.

**PALAVRAS-CHAVE:** água tratada magneticamente, hortaliças, campo magnético, plantas medicinais, campo magnético estático.

### 1 | INTRODUCTION

Climate changes may result in increases in temperatures with severe heatwaves, alteration in rainfall patterns, affect a variety of factors associated with drought; as well the disruption of the water cycle (SCHIERMEIER, 2018). These changes decrease water availability for irrigation causing negative impacts on agricultural sector and reduce productivity. The water is a crucial source for the ecologic relationship and agricultural systems. Large quantities of water are used in crop production (PIMENTEL *et al.*, 2004). Long term and frequent droughts and competing water demands in most parts of the world have caused pressure on water resources and is a limiting factor in the initial phase of plant growth and establishment (YADOLLAHPOUR *et al.*, 2014; BAGHEL *et al.*, 2018). Therefore new strategies to reduce consumption of water is highly desirable.

Among the measures applied in agriculture to mitigate the effects of water shortages is the use of magnetic fields (MFs) in irrigation water of plant crops. Magnetically-treated water (MTW) is a promising agricultural technology, offering a wide range of benefits: removal of excess soluble salts/desalinization, lowering of pH values, and the dissolving of slightly soluble components such as phosphates,

carbonates and sulfates (ZLOTOPOLSKI, 2017). Various studies have revealed that magnetic treatment of irrigation water can conserve quantity and quality of water and crop yield (MÉNDEZ *et al.*, 2005; HERNÁNDEZ, 2010; BOIX *et al.*, 2012; DUBOIS *et al.*, 2013; AGUILERA AND MARTÍN, 2016; NYAKANE *et al.*, 2018). Pang *et al.* (2012) demonstrated when water is exposed to MFs, the macroscopic properties of magnetically treated water are due to the variations of distribution and microscopic structures of water molecules. For example, the distribution of electrons, displacements of atoms and polarization of molecules, dipole-moment of transition and vibrational states of molecules, under the action of MF. Also in Pang's theory, showed the treatment in the water is thought to be caused by the changes of distribution and features of water molecules arising from the magnetic interactions among the "molecular electric current" elements, which is generated by the proton conductivity in the closed hydrogen-bonded chains of water molecules under the action of Lorentz force of the MF, based on the theories of proton conductivity in hydrogen bonded systems of ice, if water is exposed to a MF. These effects can be measure by infrared spectra.

Many plant species have subjected to irrigation with MTW, varying expositions times, magnetic induction, and magnetic advises. According to Maffei (2014) it proposes that positive effects are promoted in the growth and development of many crops such as *Glycine max* L., *Zea mays* L., *Vicia faba* L. (Fabaceae). Reports show that exposure to MF improve physiological and morphological features of plants (SHINE *et al.*, 2011). Magnetic field also have applied as strategies to enhance secondary metabolite production (SHANG *et al.*, 2004; BOIX *et al.*, 2016; 2018)

In Cuba, the magnetic field (MF) was used in agriculture from the year 1990 onwards. Different researches allowed to corroborate the beneficial effects of the application of MF in *in vitro* (ALEMÁN *et al.*, 2018) and field conditions (MÉNDEZ *et al.*, 2005; HERNÁNDEZ, 2010; BOIX *et al.*, 2012; DUBOIS *et al.*, 2013; AGUILERA and MARTÍN, 2016; AGUILERA *et al.*, 2018), and thus recommended their use in different systems of food production.

The foundation of National Center for Applied Electromagnetism (CNEA), in Cuba, allowed the targeting of researches, protocols and methods aimed at the applications of magnetic fields in plant systems. In this institution every two years there is a meeting that has been internationally recognized by the wide participation of Cuban and foreign researchers related to this theme. Thus, the applications of magnetic fields result in a sustainable strategy that allows the increase of horticultural productions in the conditions of Cuba and other countries such as Russia, India, China, Japan and Australia.

Magnetic field is and efficient and eco-friendly technology based on physical treatments. This study gather culture plants subject to effects of water irrigation with static magnetic field (SMF) - experiences in Cuba, as one of the techniques that improve plant development and, consequently, productivity with low disturbance to

the environment.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

The experimental work was carried out in different production systems such as greenhouse, protected crop houses, experimental plots, in association with the *Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado* (CNEA), National Center for Applied Electromagnetism, that belongs to the University of Oriente (UO) in Cuba.

The CNEA is an Entity of Science, Technology and Innovation, attached to the Universidad de Oriente. Its mission is to investigate, innovate and develop technologies, applying electromagnetism to achieve impacts in industry, health, the environment and agriculture. Specifically for use in agriculture, devices for electromagnetic field (EMF) treatment are designed, constructed and characterized. Among the devices that generate EMF are the permanent magnet conditioners according to the protocol of (GILART *et al.*, 2013), they generate a static magnetic field (SMF), stationary or constant, with a frequency of 0 Hz and different magnetic inductions (Figure 1, Table 1)

This study was evaluated with two treatments: 1) irrigation water without magnetic treatment (control) and another with irrigation water treated with SMF (Figure 1). The magnetic conditioner employed was built and rated CNEA. Magnetic induction (mT) of irrigation water varied in different crops (Table 1). The application of this technology and evaluation of plant development followed methodologies of the good practices, the time of irrigation was 30 minutes, twice a day, accompanying every productive cycle. Plants studied are popularly used as medicinal or in food preparation.



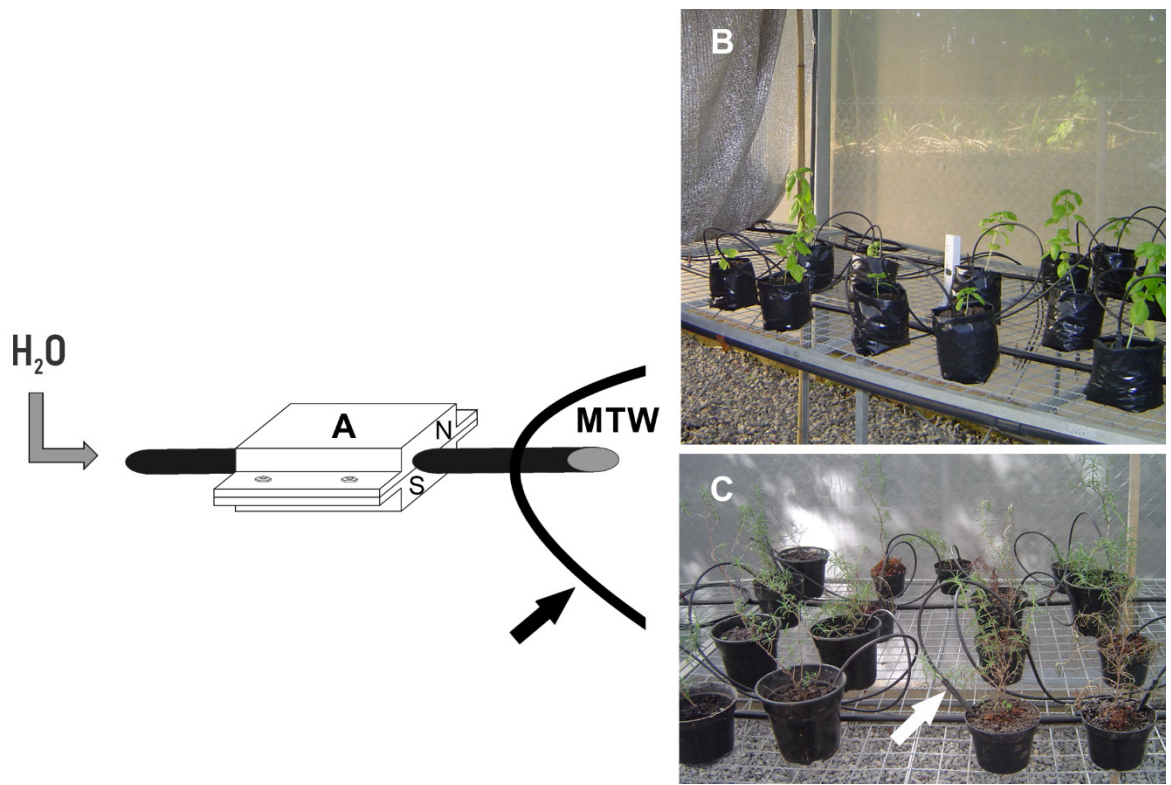


Figure 1. Cultures subject to irrigation treated with static magnetic field. **A.** Magnetic conditioner with permanent Iman: N – North and S- South pole. **B.** Culture of *Origanum majorana* irrigated with water treated magnetically (WTM) (100-150 mT). **C.** Culture of *Rosmarinus officinalis* (rosemary) irrigated with WTM (100-150 mT). Arrows indicate garden hose.

### 3 | RESULT AND DISCUSSION

The development of practices that contribute to the best use of water in the present times is necessary, in the face of the challenges associated with climate change. Cuba as an island located in the Caribbean Sea with a tropical climate, maintains a constant effort to develop agriculture in the middle of the limitations that the country has today. This development is only possible if practices are applied that improve the use of the soil and the water resource, associated with management practices that potentiate the agricultural production. Based on this need, the use of magnetic fields is an important tool that has been implemented in several sectors of the economy, with agriculture being one of the most striking results.

The main results obtained in experiments with the application of magnetically treated water are shown in Table 1. Several species of plants were evaluated in works that have been conducted since 1990 until today, carried out by a group of researchers mainly of the CNEA and the Institute of Investigations Jorge Dimitrov, both research centers renowned nationally and internationally.

The work carried out has been focused on crops of national and strategic interest, such as tomato, coffee, pineapple, and medicinal plants (Table 1). Several combinations of magnetic induction and exposure times were evaluated in the different cultures, and the responses were dependent on the culture, which at one point requires more than one test to determine the best treatment. The magnetic

inductions employed in the works that are sampled in Table 1 ranged from 2 to 200 mT. The works were carried out in several conditions, highlighting evaluations in in vitro conditions, greenhouses and field. Among the crops the most explored has been the tomato, with experiments ranging from the stimulation of the seed to stimuli in the field production and controlled conditions.

When considering the variables tested, it is possible to observe how certain variables related to the vegetative, productive and enzymatic development of different crops were obtained, all of them positive effects when compared to the magnetic treatment in the irrigation water and the treatment direct from seeds in relation to control. Among improve features in plant development, we indicate the height of shoot, quantity of trichomes, variation in primary and secondary metabolites production as terpenes, carbohydrates, and phenolic compounds. The magnitude of the effects obtained is variable and in response to the combination of magnetic inductions, exposure times, plant species and type of treatment (treated water or direct magnetic field).

Changes in the physicochemical properties of MTW affect directly or indirectly several physiological processes in plants, altering responses to growth and development (ZÚÑIGA *et al.*, 2016). All the experiments show the potential of this technique of applying magnetic fields in the development of the productive potential of crops with the use of this simple technique but energy consumption.

Plant species (Family)	Magnetic induction (mT)	Effects	Production system	Reference
<i>Adenanthera pavonina</i> L. (Fabaceae)	~ 95	Increase in the survive; diameter and height of shoot	Green house	MEDEIROS RAPÔSO <i>et al.</i> , 2013; 2014
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (extracts) (Lamiaceae)	100-150	Major number of trichomes and chemical compounds	Experimental plot	BOIX <i>et al.</i> , 2018
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (extracts)	100-150	Increase of volatile monoterpenes	Experimental plot	BOIX <i>et al.</i> , 2016
<i>Justicia pectoralis</i> Jacq (Acanthaceae)	60	High survival rate (7.8%)	Production crop	BOIX <i>et al.</i> , 2012
<i>Solanum lycopersicum</i> L. (extracts) (Solanaceae)	30-150	Increase of secondary metabolites.	Green house	DUBOIS <i>et al.</i> , 2013
<i>Spathoglottis plicata</i> Bl. (Orchidaceae)	120	High survival rate	Experimental plot	AGUILERA <i>et al.</i> , 2018
<i>Solanum lycopersicum</i> L. híbrido FA-516	120	Acceleration of seed germination with 36% more; stimulation of height of plant with 97% more; 12% more to shoot diameter and 5% for the number of leaves.	Green house	AGUILERA and MARTÍN, 2016
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	50-150	Reduction in 5% of fungal disease ( <i>Oidium</i> sp.); increase in weight of fruits	Green house	HERNÁNDEZ, 2010

<i>Origanum majorana</i> L. (extracts) (Lamiaceae)	100-150	Increase of phenols and carbohydrate metabolites	Experimental plot	FERREIRO <i>et al.</i> , 2018
---	---------	---	-------------------	-------------------------------

Table 1. Different plant species cultivated with water-Static Magnetic Field (SMF).

## CONCLUSIONS

The irrigation water with SMFs is a technology very important to reduce the consume of resource water, and increase the production crop and quality in different plant species. Also, allows an increase in stem length between 10-30%; increase in the number of fruits between 2-3%, greater weight of the fruits (8-15%); Increase in production (2-25%); increase in germination (10-45%); reduction of germination time (5-30%); increased concentration of photosynthetic pigments (3-15%) and secondary metabolites with different chemical structure.

Irrigation with MTW results in positive responses to increase crop productivity, at different stages of plant development, from germination to flowering, also considering plant metabolism.

## REFERENCES

- AGUILERA, J.G.; MARTÍN, R.M. **Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.6, n.1., p.47-53, 2016.
- AGUILERA, J.G.; ZUFFO, A.M.; POZO, R.G.; CANDO, E.V.; BOIX, Y.F. **Água de riego tratada magnéticamente mejorado la adaptación de *Spathoglottis plicata* producido *in vitro*.** Amazonian Journal of Plant Research v.2, p.195-200, 2018.
- ALEMÁN, E.I.; BOIX, Y.F.; DUBOIX, A.E.F.; AGUILERA, J.G.; ZUFFO, A.M.; MARTINEZ, L.A. **The acclimatization of plants of *Ananas comosus* merr var. MD-2 is stimulated with irrigation with magnetically treated water.** Revista Agrária Acadêmica, v.1, p.10-16, 2018.
- ALEMÁN, E. I.; MBOGHOLI, A.; BOIX, Y. F.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J.; CHALFUN-JUNIOR, A. **Effects of EMFs on some biological parameters in coffe plants (*Coffea arabica* L.) obtained by *in vitro* propagation.** Polish Journal of Environmental Studies, v.23, n.1, p.95-101, 2014a.
- ALEMÁN, E.I.; MOREIRA, R.A.; LIMA, A.A.; SILVA, S.C.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J.; CHALFUN-JUNIOR, A. **Effects of 60 hz sinusoidal magnetic field on *in vitro* establishment, multiplication, and acclimatization phases of *Coffea arabica* seedlings.** Bioelectromagnetics, v.35, p.414-425, 2014b.
- BAGHEL, L.; KATARIA, S.; GURUPRASAD, K.N. **Effect of static magnetic field pretreatment on growth, photosynthetic performance and yield of soybean under water stress.** Photosynthetica v.56, n.2, p.718-730, 2018.
- BOIX Y.F.; MOLINA J.; RAMÍREZ E.; GÓMEZ L.; QUIÑONES J.; FERRER A.; ISAAC E.; CUYPERS A. **Evaluación cualitativa de monoterpenos en *Rosmarinus officinalis* cultivados con agua tratada magnéticamente.** Cultivos Tropicales, v.37, p.136-141, 2016.
- BOIX, Y.F.; ALEMÁN, E.I.; TORRES, J.M.; CHÁVEZ, E.R.; ARRUDA, R.C.O.; HENDRIX, S.; BEENAERTS, N.; VICTÓRIO, C.P.; LUNA, L.G.; MANRIQUE, C.M. **Magnetically treated water on**

**phytochemical compounds of *Rosmarinus officinalis* L.** International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology v.3, n.1, p.297-303, 2018.

BOIX, Y.F.; OCONOR, F.; MARTÍNEZ, E.; DUBOIS, A.F.; GÓMEZ, L.; MEDEIROS, N.V.; ASANZA, G. **Supervivencia del tilo (*Justicia pectoralis* Jacq.) con agua tratada magnéticamente** Investigación y Saberes, v.1, p.20-24, 2012.

DUBOIS, A.F.; LEITE, G.; ROCHA, J. **Irrigation of *Solanum lycopersicum* L. with magnetically treated water increases antioxidant properties of its tomato fruits.** Electromagnetic Biology and Medicine, v.32, p.355-362, 2013.

FERREIRO, A.O.R.; FUNG-BOIX., Y.; OCHOA-PACHECO, A.; ORTIZ-BEATON, E.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, U. **Parámetros físicos, físicos-químicos y químicos de extractos de *Origanum majorana* L. cultivado utilizando agua.** Revista Cubana de Química, v.30, p.454-469, 2018.

GILART, F.; DEAS, D.; FERRER, D.; LÓPEZ, P.; RIBEAUX, G.; CASTILLO, J. **High flow capacity devices for anti-scale magnetic treatment of water.** Chemical Engineering Processing: Process Intensification, v.70, p.211-216, 2013.

HERNÁNDEZ, M.R. **Influencia del agua tratada con un campo magnético estático en la incidencia del patógeno *Oidium* sp. en *Lycopersicon esculentum* Mill en condiciones de cultivo protegido,** Departamento de Agronomía Universidad de Oriente, Stgo de Cuba, p. 68, 2010.

MAFFEI, M. **Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution** Front Plant Science, v.5, p.1-15, 2014.

MEDEIROS RAPÔSO, N.V.; BOIX, Y.F.; MANRRIQUE, C.E.M.; DUBOIS, A.E.F.; KINDELAN, G.A.; GONZALEZ, F.G. **Influencia de campos magnéticos sobre el establecimiento in vitro de embriones cigóticos de *Adenantha pavonina* L.** Biotecnología Vegetal, v.13, p.145-152, 2013.

MEDEIROS, R.N.V.; BOIX, Y.F.; MANRRIQUE, C.E.M.; DUBOIS, A.E.F.; KINDELAN, G.A.; GONZÁLEZ, F.G. **Efecto del agua tratada magnéticamente en la recuperación de plántulas de *adenantha pavonina* en estrés climático.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.5, p.6-17, 2014.

MÉNDEZ, O.A.; GONZÁLEZ, J.A.; SOCARÁS, A.; BOIX, Y.F. **Influencia del agua tratada magnéticamente en el crecimiento y desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) var. Red creole.** Ciencia en su PC, v.3, p.1-7, 2005.

NYAKANE, N.E.; MARKUS, E.D.; SEDIBE, M.M. **The effects of magnetic fields on plants growth: a comprehensive review.** International Journal of Food Engineering, v.5, n.1, p.79-87, 2018.

PANG, X.-F.; DENG, B.; TANG, B. **Influences of magnetic field on macroscopic properties of water.** Modern Physics Letters B, v.26, n.11, p.1250069-1-13, 2012.

PÉREZ, R.A.Q.; ALEMÁN, E.I.; RICARDO, F.A.S.; FERNÁNDEZ, I.R.; LIMONTA, G.M. **Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre *Meloidogyne* spp. en *Cucumis sativus* en condiciones de cultivo protegido.** Centro Agrícola, v.38, n.4, p.83-87, 2011.

PIMENTEL, D.; BONNIE B.; FILIBERTO, D.; NEWTON, M.; WOLFE, B.; KARABINAKIS, E.; CLARK, S.; POON, E.; ABBETT, E.; NANDAGOPAL, S. **Water Resources: Agricultural and Environmental Issue.** BioScience, v.54, n.10, p.909-918, 2004.

SCHIERMEIER, Q. **Droughts, heatwaves and floods: How to tell when climate change is to blame.** Nature, v.560, n.7716, p.20-22, 2018.

SHANG, G.M.; WU, J.C.; AND YUAN, Y.J. **Improved cell growth and Taxol production of**

**suspension-cultured *Taxus chinensis* var. *mairei* in alternating and direct current magnetic fields.** *Biotechnology Letters*, v.26, p.875–878, 2004.

SHINE, M.; GURUPRASAD, K.; ANAND, A. **Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field.** *Bioelectromagnetics*, v.32, p.474–484, 2011.

YADOLLAHPOUR, A.; RASHIDI, S. FATATEMEH, K. **Applications of magnetic water technology in farming and agriculture development: a review of recent advances.** *Current World Environment*, v.9, p.695-703, 2014.

ZÚÑIGA, O.; BENAVIDES, J.A.; OSPINA-SALAZAR, D.I.; JIMÉNEZ, C.O.; GUTIÉRREZ, M.A. **Magnetic treatment of irrigation water and seeds in agriculture.** *Ingeniería y Competitividad*, v.18, n.2, p.217-232, 2016.

ZLOTOPOLSKI, V. **The Impact of magnetic water treatment on salt distribution in a large unsaturated soil column.** *International Soil and Water Conservation Research*, v.5, n.4, p.253-257, 2017.

## **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 tratos 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

Agricultura 30, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 56, 57, 77, 106, 110, 112, 141, 280, 281, 286, 287, 289, 333, 408

Agricultura de precisão 56, 289

Astrobiologia 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Atividade fotocatalítica 301

### B

Bagaço de cana 64, 230, 233

### C

Campo magnético estático 77, 83

Catalisador ácido sólido 157, 159

Celulose 65, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Compostos fenólicos 36, 385, 386, 387, 393, 394

Copolímeros 339, 340, 341, 342, 343, 344

Cromatografia 96, 97, 100, 105, 233, 234, 387, 399

### D

Desenvolvimento tecnológico 373

### E

Educação 1, 11, 25, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 49, 50, 51, 52, 106, 107, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 137, 148, 149, 152, 153, 154, 155, 156, 168, 169, 177, 178, 179, 245, 246, 260, 261, 262, 263, 268, 290, 291, 325, 327, 328, 329, 337, 338, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 380, 381, 382, 383, 384

Eletroforese 96, 97, 102

Energia solar 347, 348, 349, 350, 354, 355

Ensino de matemática 51, 114

Estratégias regionais de inovação 20, 21

### G

Geotecnologias 52, 53, 56, 57

### H

Hidrólise 96, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

## **I**

Íons metálicos 62, 64, 65, 69, 400

## **M**

Metátese 339, 340, 341, 346

Minigeração 347, 349, 350, 354, 355

## **N**

Nanopartículas 186

Norborneno 339, 340, 341

## **O**

Oxidação seletiva de metanol 397, 399

## **P**

Planejamento territorial 52, 53, 55

Planetário 116, 117, 118, 119, 122, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Poliméricas 157, 159, 161, 163, 183, 188

## **R**

Resina polimérica 157, 159, 160, 163, 164

## **S**

Saber popular 1, 3, 4



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-621-8

