



**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	
Elizangela 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 BODIESEL 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>

## APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE PH

### **Annanda Alkmim Alves**

IFNMG, Engenharia Química  
Montes Claros-MG

### **Luiz Fernando Gonçalves Pereira**

IFNMG, Engenharia Química  
Montes Claros-MG

### **Letícia Lopes Alves**

IFNMG, Engenharia Química  
Montes Claros-MG

### **Saulo Fernando dos Santos Vidal**

IFNMG, Engenharia Química  
Montes Claros-MG

### **Daniel Rodrigues Magalhães**

IFNMG, Engenharia Química  
Montes Claros-MG

**RESUMO:** Neste trabalho, um módulo experimental foi construído para controlar o pH através da plataforma Arduino, juntamente com o software Scilab, utilizando a ferramenta Xcos. O objetivo principal foi avaliar o desempenho do sistema de neutralização de uma solução tampão, usada como efluente, após variações de ácido e base através da injeção de HCl e NaOH. O controle foi feito manipulando as bombas de ácido e base através de um controlador PID. Este foi testado ao realizar novas variações no sistema com ácido e base, e a técnica se apresentou realmente eficiente para promover a neutralização do efluente utilizado devido às

suas características de tamponante, dentro da faixa estabelecida pela resolução CONAMA nº 357 de 2005.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de feedback, neutralização de pH, Xcos, Arduino.

### APPLICATION OF THE SCILAB AND ARDUINO FREE PLATFORM JOINT FOR PH CONTROL

**ABSTRACT:** In this work, an experimental module was built to control pH through the Arduino platform, along with the Scilab software, using the Xcos tool. The main goal was to evaluate the performance of the neutralization system of a buffer solution, used as an effluent, after acid and base variations through the injection of HCl and NaOH. Control was made manipulating the acid and base pumps through a PID controller. The control was tested when performing new variations in the system with acid and base, and the technique presented itself as really efficient to promote the neutralization of the effluent used because of its buffering characteristics, inside the range established by CONAMA resolution no. 357 from 2005.

**KEYWORDS:** Feedback control, pH neutralization, Xcos, Arduino.

## 1 | INTRODUÇÃO

O monitoramento e o controle do pH, comumente chamado de neutralização, é de extrema importância em várias etapas do processo de tratamento de água, no tratamento de efluentes industriais, na indústria alimentícia nos processos fermentativos e em muitos outros processos que dependem desse parâmetro. Dentre eles, se destacam os processos de condicionamento de águas residuais industriais, em que sistemas de controle de pH são amplamente utilizados, principalmente para finalidades a jusante, como segundo Cavalcanti (2012), são as correções do pH antes da descarga em um corpo d'água receptor, da descarga em sistemas públicos de esgoto sanitário, de sistemas de tratamento físico-químico e processos eletroquímicos ou oxidativos.

Em um controle do processo de neutralização, são necessários cuidados especiais, visto que, com Mallmann e Pereira (2016), a característica fortemente não-linear do pH introduz dificuldades no projeto de sistemas de controle automático com parâmetros fixos.

A implantação de um sistema automático de ajuste de pH, é de fundamental importância em sistemas de fluxo contínuo de vazão (CAVALCANTI, 2012). Nesse caso, um sistema automatizado de pH permite a adição controlada de uma base ou ácido em proporções indicadas por um eletrodo inserido no sistema, o sensor, conforme as variações de pH sofridas com a entrada de um afluente.

Quando se trata de processos que envolvem pH de uma determinada solução é desejável que esta variável não altere sob qualquer perturbação. Visto que, em processos de tratamento de efluente é necessário que o pH fique dentro dos padrões regidos pelas legislações. Desta forma, deve-se ter como critérios de escolha do controlador a ausência de *offset*, sua rápida resposta e permanência de ordem e estabilidade do processo. A partir destes critérios, o uso do controlador PID é o mais indicado, já que este apresenta as características necessárias. Entretanto, dois problemas são gerados com a implantação do PID, a estabilidade do sistema diminui devido ao termo integrativo, gerando o chamado *windup*, que ocorre devido à integração, que ao tentar corrigir o erro, pode integrar acima de 100% frente a uma perturbação grande. Além disso, o sistema pode gerar uma espécie de acúmulo de erro, no qual após uma segunda perturbação, seja necessário muito tempo para a sua eliminação, e assim, o controle responda da forma esperada. Já o termo derivativo faz o sistema passar a ter uma resposta transitória mais lenta e com mais ruído (GUERRA, 2009).

O Arduino é um meio de controlar projetos e protótipos construídos de uma forma mais acessível do que outros sistemas disponíveis no mercado (SILVA *apud* CAVALCANTE, 2014). Segundo Santos (2017), o Arduino é uma plataforma *open-source* de prototipagem baseada em *hardware* e *software* flexíveis de fácil utilização. Ainda, de acordo com Cavalcante (2014), essa ferramenta permite adicionar

diversos tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para uma determinada atividade.

Devido aos problemas que podem ser causados com utilização de um controle PID, quando utilizado junto ao Arduino, pode ser utilizado experimentalmente um sistema P, que, de acordo com Filho (2014), tem a vantagem de que quando não se tem possibilidade de uma abordagem analítica (não se conhece o modelo matemático da planta, como nesse projeto), é possível a obtenção de sintonia dos parâmetros por meio de abordagens experimentais. Para esse caso específico de controle de pH, a presença de offset não gera problema, desde que, ele esteja na faixa estabelecida, permitindo a utilização do controle apenas proporcional.

Esse trabalho tem como objetivo a construção de um módulo experimental para controle de pH, em que um código de programação em malha fechada e e feedback deve ser desenvolvido, o sistema sintonizado e testado a fim de verificar a eficiência do projeto proposto.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O módulo utilizado neste trabalho foi construído com o intuito de simular um sistema contínuo, em que sempre há entrada do efluente e a saída dele neutralizado. O efluente que chega ao tanque de neutralização, encontra-se com o pH fora da faixa estabelecida pela Resolução nº 357 do CONAMA, e assim o sistema deve realizar sua neutralização. O esquema do módulo construído se apresenta na Figura 1 abaixo.

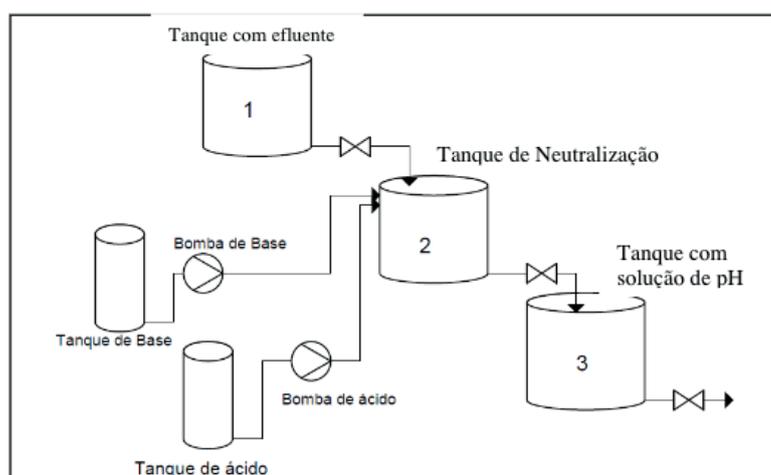


Figura 1- Fluxograma do Módulo Experimental.

Basicamente, este sistema é constituído por três tanques: o Tanque 1, com o efluente com pH próximo a 4, o Tanque 2, de neutralização, onde são realizadas as correções do pH, e o Tanque 3, com o efluente com o pH neutralizado. Há também dois tanques menores, um com ácido e outro com base, necessários para realizar as

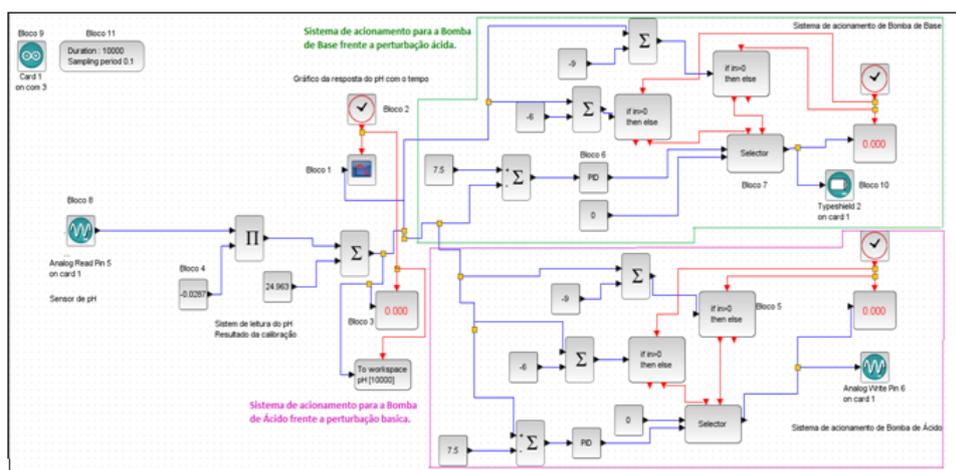
correções do pH, e duas bombas, que levam a base e o ácido por meio de mangueiras dentro do Tanque 2. Para conectar as bombas ao sistema foram utilizadas duas pontes H, que fazem parte do sistema Arduino utilizado, além de duas fontes para alimentar as bombas. Um agitador também foi necessário e esse era alimentado por outra fonte. A leitura do pH dentro do Tanque 2 foi realizada utilizando um sensor de pH, com saída analógica, conectado a uma placa Arduino UNO, que envia os dados obtidos ao computador. O sistema recebe esses dados e realiza as comparações necessárias com o setpoint, estabelecido por meio de um programa criado no Xcos, uma ferramenta do Scilab, e então esse programa envia o comando às bombas que, caso necessário, são acionadas.

A sintonia do processo para o sistema perturbado tanto com base quanto com ácido foi feita pelo método de Ziegler e Nichols I.

O sistema de controle finalizado está apresentado na Figura 2.

Para avaliar a funcionalidade da malha de controle proposta foram realizadas perturbações no sistema, onde inicialmente tinha-se a solução de Fosfato de Sódio com Ácido Cítrico, um tampão com pH de 4,12, a ser neutralizada no Tanque 2. O controle foi ligado e foram criados três distúrbios com Ácido Clorídrico de concentração 1 mol/L, com 5, 10 e 15 mL respectivamente. Logo após foram realizadas perturbações com 5, 25 e 35 mL de Hidróxido de Sódio com concentração de 1 mol/L. Para cada perturbação, havia condições iniciais diferentes. As respostas do sistema foram obtidas através dos gráficos gerados. Durante todo o experimento a temperatura da solução foi monitorada.

A solução tampão foi escolhida, pois segundo Oliveira, Silva e Tófani (2010), às variações de pH ocorridas nas soluções tamponadas são insignificantes quando comparadas a de soluções não tamponadas e por isso, são utilizadas para manter constante o pH de um sistema. A dificuldade em causar variações no pH de uma solução tamponante foi um dos motivos para a escolha dessa solução, visto que, após gerados os distúrbios, corrigir o pH de um tampão é mais difícil devido as suas propriedades características.



### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse controle foi construído para a manutenção do valor de um pH na faixa de 6 a 9, que através da sua média, 7.5, é feita a determinação do desvio em relação ao valor desejado, e da utilização deste para se gerar e aplicar uma ação de controle capaz de reduzir ou anular esse desvio.

Essa malha de controle é do tipo feedback, pois de acordo com Ogata (1997), nesse tipo de regulação automática, a ação de correção é produzida como função das diferenças entre a variável do processo e o set-point. A correção não mudará o seu sinal até que o desvio não mude. A correção é cessada quando  $PV=SP$ .

Para a construção da malha de controle fechada, o set point, pH de 7.5, foi mantido constante, e assim o objetivo do controle é minimizar os efeitos de distúrbios no sistema, como entrada de ácido ou base. Segundo Filho (2014), essa é uma característica de um sistema com problema regulatório, em que a tarefa do sistema de controle é unicamente contra-agir os efeitos dos distúrbios, buscando manter a saída no *set-point* estabelecido.

As figuras de 3 a 8 mostram os gráficos das respostas do pH versus o tempo, diante dos distúrbios e a ação do controle realizadas pelo sistema. Em cada experimento a solução inicial era o resultado da anterior.

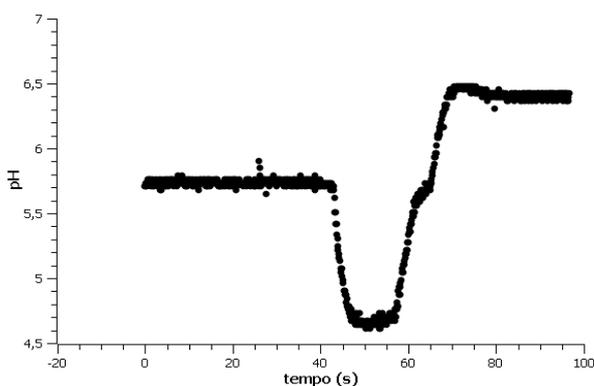


Figura 3 – Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 5 mL de HCl (1 mol/L)

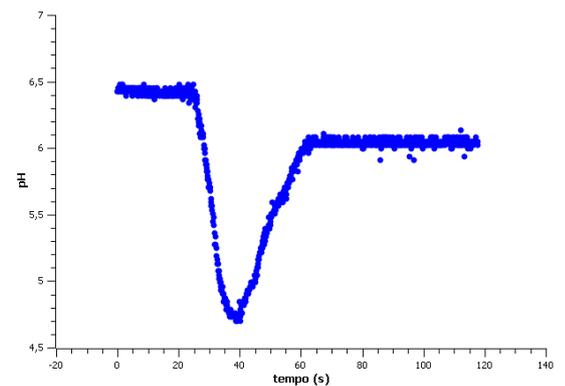


Figura 4 - Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 10 mL de HCl (1 mol/L)

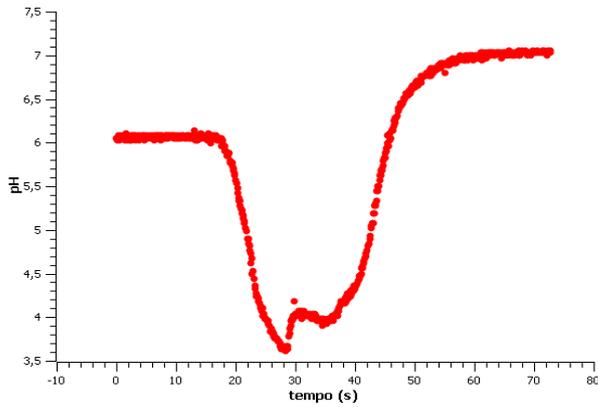


Figura 5 - Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 15 mL de HCl (1 mol/L).

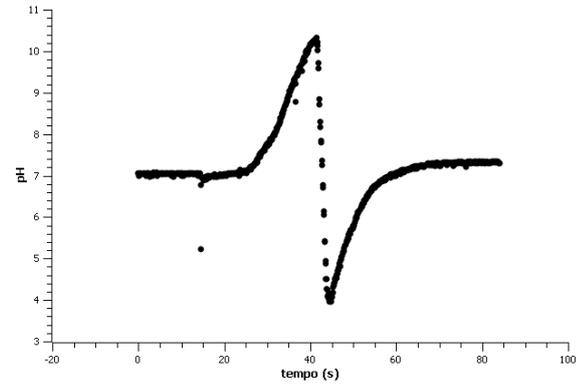


Figura 6 - Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 5 mL de NaOH (1 mol/L).

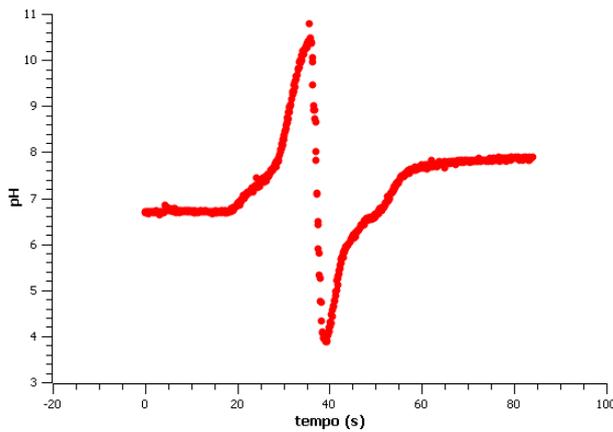


Figura 7 - Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 25 mL de NaOH (1 mol/L).

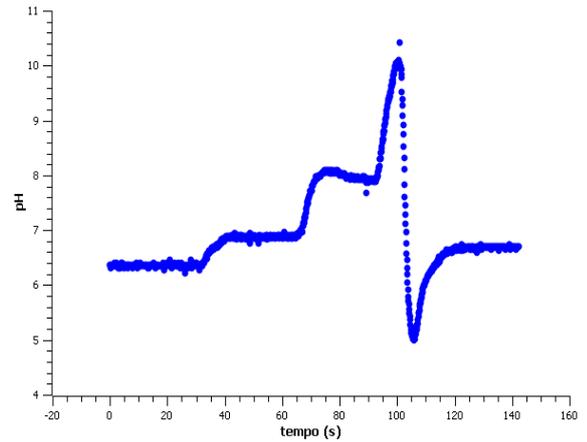


Figura 8 - Gráfico da atuação do controle ao ser adicionado 30 mL de NaOH (1 mol/L).

No gráfico da Figura 3, é possível ver claramente como o controle funciona, o efluente inicialmente estava com o pH a 5,7 a temperatura de 21 °C e a partir do tempo de 40 segundos a perturbação de ácido foi detectada e assim, depois de um tempo morto, o controle ativou a bomba de base, que foi ligada injetando no Hidróxido de Sódio no Tanque 2. A partir de 58 segundos, quando a base entrou no sistema, o pH começou a se elevar até que a bomba de base foi desligada quando o pH atingiu a faixa estabelecida, nesse caso, devido ao tempo morto para desligar a bomba, o pH resultante foi 6,5.

Assim como o gráfico da Figura 3, as Figuras 4 e 5 mostram as respostas do controle a distúrbios de volumes ainda maiores de ácido. Na Figura 4, para o pH inicial do efluente de 6,5 a temperatura de 21 °C, o tempo de resposta do sistema foi de aproximadamente 20 segundos, assim, a bomba de base foi ligada próximo aos 40 segundos e só desligou após o pH atingir a faixa estabelecida. De forma similar, a Figura 5 mostra como o controle atuou ao corrigir o pH, que inicialmente estava a 6,05 a 21°C, e aos 14 segundos foi adicionado 15 mL de ácido, que gerou um tempo de resposta do sistema de aproximadamente 14 segundos, no qual a bomba de base foi acionada aos 28 segundos. Nessa figura é possível observar uma pequena oscilação no tempo de 30 a 35 segundos, isso pode ter ocorrido devido a

falha do sensor de pH, comportamento da solução tampão utilizada como efluente e até mesmo uma agitação não eficiente. No entanto, o pH final obtido, por volta de 7, está dentro da faixa estabelecida.

Os gráficos das Figuras 6, 7 e 8 mostram as respostas dos sistemas frente a perturbações de base. Na Figura 6, para o efluente com pH inicial de 7, a 21 °C, o distúrbio com 5 mL de Hidróxido de Sódio foi realizado próximo aos 25 segundos, para esse caso, também houve uma demora na resposta do sistema por volta de 15 segundos, e assim, aos 40 segundos, a bomba de ácido foi acionada. No entanto, a bomba de ácido lançou uma quantidade muito grande de HCl no sistema, o que causou um decréscimo muito grande no pH, como pode ser visto no gráfico entre 40 e 45 segundos, isso levou o sistema a desligá-la e acionar a bomba de base que corrigiu esse problema e só desligou quando o pH da solução atingiu a faixa estabelecida, em um pH de 7, aproximadamente. Na Figura 7 foi possível observar um comportamento bem similar ao descrito para a o gráfico da Figura 6, o valor do pH da solução inicialmente estava próximo a 6,8, a 21 °C, e aos 20 segundos foi feita a perturbação com 25 mL de base. O sistema ligou a bomba de ácido aos 38 segundos e posteriormente a bomba de base, devido ao mesmo comportamento descrito para a Figura 6. O pH final obtido foi de 7,4 aproximadamente, também dentro da faixa. Por fim, na Figura 8, foi realizada uma perturbação de 30 mL de base em um sistema com pH inicial de 6,3 a 21 °C. Para esse caso, foi possível observar aumentos graduais no pH, isso porque a base para o distúrbio foi acrescentada de 10 em 10 mL, pois o sistema não saiu com o pH fora da faixa com menos de 30 mL nessas condições iniciais. Assim como as Figuras 6 e 7, a bomba de ácido foi desligada logo após ser acionada devido ao decréscimo rápido e significativo do pH, e nesses casos a bomba de base foi acionada pelo sistema e o pH obtido no final ficou dentro da faixa estabelecida, com o valor de 6,4 aproximadamente.

Em todas as perturbações realizadas foi possível perceber um tempo de resposta do sistema, além disso, a agitação realizada foi lenta frente à quantidade de base e ácido acrescentadas, o que pode ter levado a uma demora até o eletrodo captar a variação de pH. Ademais, a solução tampão utilizada tem comportamento diferente quando recebe volumes diferentes de ácido ou base, o que pode justificar o comportamento dos gráficos obtidos, principalmente o da Figura 8 que não sofreu grandes variações de pH ao se adicionar mais de 20 mL de base.

#### 4 | CONCLUSÃO

Obteve-se êxito com o módulo acerca dos objetivos experimentais, pois a simplicidade e eficácia do funcionamento deste proporcionaram resultados dentro da faixa de pH estabelecida e a comprovação da funcionalidade do projeto. O controle P implementado em malha fechada se mostrou muito eficiente visto que para esse

projeto um offset de 1,5 era permitido, devido à faixa do CONAMA 357/2005 utilizada como limites do controle.

O controle ainda permite a utilização de outras faixas de pH, diminuindo-se essa escala de variação, deixando-o mais criterioso. No entanto, ao se diminuir o erro, o controle P não poderá ser utilizado, devido ao offset gerado por ele, e assim o PID deve ser implementado para esse caso. Então, um sistema anti-*windup* deverá ser construído, além de trocar a plataforma Arduino por outra que permita a presença de ruídos devido a utilização do termo derivativo.

## REFERÊNCIAS

- Cavalcante, M.M. et al (2014), “**A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ**”. *XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, Brasília, vol.1, 1687-1696.
- Cavalcanti, J. E. (2012), “**Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**”, 3ª ed, LTDA, São Paulo.
- Guerra, W. A. (2009), “**Implementação de Controle Proporcional, Integral e Derivativo Digital em Controladores Lógico Programáveis**”. Tese de Doutorado, CTG/UFP, Recife.
- Filho, M.D (2014), “**Síntese de Controlador PID para controle de pH em um reator com otimização via algoritmos genéticos**”. Tese de Doutorado, UENF, Campos dos Goytacazes.
- Mallmann, C. Pereira, R. (2016), “**Simulação Dinâmica em microcontrolador do controle de pH em reator CSTR**”, *XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Gramado.
- Ogata, K. (1997), “**Engenharia de Controle Moderno**”, 3º ed. Pearson Education do Brasil, São Paulo.
- Oliveira, I.M.F; Silva, M.J; Tófani, S.B (2010), “**Fundamentos de Química Analítica. Curso de Licenciatura em Química, Modalidade a Distância**”. UFMG, Belo Horizontes. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/nunesgg/CQ108/Equilibrio%20em%20solu%C3%A7%C3%A3o%20aquosa/solucao%20tampao.pdf>. Acesso: 17/07/2018.
- Santos, E.N.M. Minatel, M.G. Santoro, B.F (2017), “**Controle de pH em Tratamento de Efluente utilizando Dióxido de Carbono**” . *XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*, São Paulo, vol.1, 5-10.

## **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](mailto: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

