

**Alexandre Igor Azevedo Pereira  
(Organizador)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Alexandre Igor Azevedo Pereira  
(Organizador)**

# **As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes**

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



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

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

### Conselho Editorial

#### Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. 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. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
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> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
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. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-886-1 DOI 10.22533/at.ed.861192312  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série.  CDD 507
<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

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

Atualmente, a palavra “inovação” tem ganhado os mais variados significados. Dentre eles, a perspectiva de mudanças na forma de se deparar com problemas contemporâneos. Tomadas de decisões que resultem em soluções adequadas e - principalmente - inéditas, em níveis multifacetados, e que agreguem um valor qualitativo para o cotidiano do público ao qual é destinado são permissíveis, apenas, quando equipes com saberes interdisciplinares são sintetizadas. Assim, organizações, corporações, indústrias, empresas, equipes, indivíduos e a sociedade como um todo precisam ser estimuladas a criar e, portanto, pensar por vias da inovação. Pessoas com vários saberes são capazes de enxergar situações de forma mais ampla, propondo soluções mais adequadas e duradouras.

Aliada à premissa que os conhecimentos atrelados à diferentes perspectivas possuem mais amplitude e robustez no desembaraço de dilemas e conflitos contemporâneos, gerando de forma direta inovação na aglutinação do conhecimento inerente a diversos saberes com comunhão às Ciências Exatas e da Terra, a Atena Editora publica a Obra: “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes” que aborda em seus 27 capítulos, soluções para problemas contemporâneos, bem como novas perspectivas metodológicas e descritivas com caráter de excelência do ponto de vista técnico-científico.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas e da Terra ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma consolidada e pungente demanda por recursos humanos cada vez mais qualificados. Não obstante, as Ciências Exatas e da Terra estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade e com autonomia de raciocinar soluções inovadoras.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado a oferta de conhecimento para capacitação de recursos humanos através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais com as Ciências Exatas e da Terra, entremeados à busca do descobrimento por novos saberes, bem como a sociedade, como um todo, frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou o uso de soluções inovadoras ao longo da humanidade.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO NÍVEL SUPERIOR: TENSÃO SUPERFICIAL</b>	
André de Azambuja Maraschin Natália Nara Janner Carlos Alberto Soares dos Santos Filho Morgana Welke Márcio Marques Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
<b>ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NO CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X</b>	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Zilda Baratto Vendrame	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
<b>AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DAS MICROCÁPSULAS DE GALACTOMANANA CONTENDO LICOPENO</b>	
Francisco Valmiller Lima de Oliveira Antonia Fadia Valentim de Amorim Amanda Maria Barros Alves Adriele Sousa Silva Sonia Maria Costa Siqueira Raquel Santiago de Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>22</b>
<b>CARBOXIMETILQUITOSANA COMO AGENTE BIOADSORVENTE DE ÍONS <math>CD^{+2}</math></b>	
João Lucas Isidio de Oliveira Almeida Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>27</b>
<b>CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE</b>	
Adriano Gomes de Castro Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura Barbara Cristina da Silva Leanne Silva de Sousa Juracir Francisco de Brito Darlisson Slag Neri Silva Francisco Cardoso Figueiredo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923125</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>40</b>
CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ASTROBIOLOGIA	
Marcos Pedroso Rachel Zuchi Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>53</b>
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE BIODIESEL OBTIDAS POR TRANSESTERIFICAÇÃO ALCOÓLICA MISTA E CATÁLISE HOMOGÊNEA	
Danielly Nascimento Morais Igor Silva de Sá Eliane Kujat Fischer Alberto Adriano Cavalheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923127</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>65</b>
ESTUDO COMPARATIVO DO CARDANOL E SEU ANÁLOGO NO TRATAMENTO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBRAMAE	
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia Katiany do Vale Abreu Danielle Maria Almeida Matos Maria Roniele Felix Oliveira Ana Luiza Beserra da Silva Sara Natasha Luna de Lima Carlucio Roberto Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923128</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>75</b>
ESTUDO DA AÇÃO CATALÍTICA DO COBRE II VIA CATÁLISE HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA EM PROCESSOS DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL	
Igor Silva de Sá Danielly Nascimento Morais Graciele Vieira Barbosa Eliane Kujat Fischer Eduardo Felipe De Carli Alberto Adriano Cavalheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8611923129</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>87</b>
ESTUDO DA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE QUITOSANA COM ÓLEO DE <i>Eucalyptus citriodora</i>	
Emanuela Feitoza da Costa Weibson Paz Pinheiro André Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231210</b>	

**CAPÍTULO 11 ..... 93**

**ESTUDO FITOQUÍMICO DE CLONES DE ELITE DE ESTÉVIA**

Maria Rosa Trentin Zorzenon  
Paula Moro  
Heloísa Vialle Pereira Maróstica  
Mariane Fernandes Maioral  
Cler Antônia Jansen da Silva  
Maysa Ariane Formigoni Fasolin  
Antonio Sergio Dacome  
Paula Gimenez Milani Fernandes  
Silvio Claudio da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.86119231211**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

**EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO RESÍDUO ALIMENTAR (EPICARPO DE UVA) COMO ADSORVENTE NO DESCORAMENTO DE SOLUÇÃO AQUOSA CONTENDO CORANTE VIOLETA CRISTAL**

Ana Luiza Lêdo Porto  
Gabriele Elena Scheffler  
Kelly Vargas Treicha  
Mariene Rochefort Cunha  
Nilton Fabiano Gelos Mendes Cimirro  
Flávio André Pavan

**DOI 10.22533/at.ed.86119231212**

**CAPÍTULO 13 ..... 113**

**LUDICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA CONCEITUADA ESTRATÉGIA PARA O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Sharise Beatriz Roberto Berton  
Maria Cecília Becel Roberto  
Lusia Aparecida Becel  
Makoto Matsushita  
Elton Guntendorfer Bonafé  
Milena do Prado Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.86119231213**

**CAPÍTULO 14 ..... 124**

**MAGNETOMETRIA DE IO, LUA DE JÚPITER**

Pedro Henrique Leal Hernandez  
Vinicius de Abreu Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.86119231214**

**CAPÍTULO 15 ..... 136**

**O OLHAR QUÍMICO SOBRE A AUTOMEDICAÇÃO: A INTERDISCIPLINARIDADE DENTRO DE SALA DE AULA**

Juracir Francisco de Brito  
Angélica de Brito Sousa  
Darlisson Slag Neri Silva  
Samuel de Macêdo Rocha  
Tiago Linus Silva Coelho  
Hudson de Carvalho Silva

**DOI 10.22533/at.ed.86119231215**

**CAPÍTULO 16 ..... 149**

**OBTENÇÃO DO HIDROGÊNIO PELA ELETRÓLISE E SUA IMPORTÂNCIA COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA SUSTENTÁVEL**

José Erilanio Lacerda de Oliveira  
Jonatan Raubergue Marques de Sousa  
João Nogueira de Oliveira  
Maria Elane Nunes  
Claudia Maria Pinto da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.86119231216**

**CAPÍTULO 17 ..... 158**

**OBTENÇÃO E ANÁLISES ORGANOLÉPTICAS DE BIOHIDROGEL DE GALACTOMANANA ADITIVADO COM NANOEMULSÃO DE ÓLEO DE URUCUM**

Amanda Maria Barros Alves  
Antonia Fadia Valentim de Amorim  
Adriele Sousa Silva  
Francisco Valmiller Lima de Oliveira  
Sonia Maria Costa Siqueira  
Raquel Santiago de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.86119231217**

**CAPÍTULO 18 ..... 164**

**PETROGRAFIA DA FÁCIES LEUCOGRANÍTICA DO GRANITO SANTO FERREIRA, CAÇAPAVA DO SUL, RS**

João Pedro de Jesus Santana  
Cristiane Heredia Gomes  
Luis Fernando de Lara  
Diogo Gabriel Sperandio

**DOI 10.22533/at.ed.86119231218**

**CAPÍTULO 19 ..... 176**

**PRODUÇÃO DE BIODERIVADO DE BIOTINA COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS**

Ana Luiza Beserra da Silva  
Katiany do Vale Abreu  
Liange Reck  
Maria Roniele Félix Oliveira  
Stephany Swellen Vasconcelos Maia  
Danielle Maria Almeida Matos  
Carlucio Roberto Alves

**DOI 10.22533/at.ed.86119231219**

**CAPÍTULO 20 ..... 185**

**PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO EXTRATO DE JAMBO-VERMELHO (*Syzygium malaccense*) E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-ACETILCOLINÉRGICA**

Micheline Soares Costa Oliveira  
Beatriz Jales De Paula  
Cristiane Duarte Alexandrino Tavares

**DOI 10.22533/at.ed.86119231220**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>194</b>
RELAÇÃO DA ERODIBILIDADE E ATRIBUTOS DO SOLO EM UMA TRANSEÇÃO	
Thais Palumbo Silva	
Letiéri da Rosa Freitas	
Cláudia Liane Rodrigues de Lima	
Maria Cândida Moitinho Nunes	
Jânio dos Santos Barbosa	
Raí Ferreira Batista	
Suélen Matiasso Fachi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231221</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>206</b>
SONDAS GAMA PORTÁTEIS INTRAOPERATIVAS: IMPACTO DA METROLOGIA NA SUA APLICAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER ATRAVÉS DE LINFONODO SENTINELA	
Samara Silva de Carvalho Rodrigues	
Sérgio Augusto L. Souza	
Lídia Vasconcellos de Sá	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231222</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>213</b>
UM APLICATIVO INTELIGENTE PARA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	
Camila Campos Colares das Dores	
Gerardo Valdisio Rodrigues Viana	
José Braga Lima Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231223</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>218</b>
UMA REFLEXÃO SOBRE A FÍSICA DENTRO DO CONTEXTO INTERDISCIPLINAR	
Lázaro Luis de Lima Sousa	
Luciana Angélica da Silva Nunes	
Jusciane da Costa e Silva	
Nayra Maria da Costa Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231224</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>226</b>
USO DE QUITOSANA E DERIVADO CARBOXIMETILADO COMO AGENTES DE REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DE ÁGUAS	
Raimundo Nonato Lima Júnior,	
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu,	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231225</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>232</b>
USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA ( $p,d,q$ )	
Cleber Bisognin	
Letícia Menegotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231226</b>	

<b>CAPÍTULO 27 .....</b>	<b>242</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA I</b>	
Maria Claudia Teixeira Vieira Rodrigues	
Franciglauber Silva Bezerra	
Maria da Conceição Lobo Lima	
Djane Ventura de Azevedo	
Luisa Célia Melo Pacheco	
Francisco André Andrade de Aguiar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86119231227</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>246</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>247</b>

## PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS

Data de aceite: 29/11/2019

### **Ana Luiza Beserra da Silva**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Katiany do Vale Abreu**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Liange Reck**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Maria Roniele Félix Oliveira**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Stephany Swellen Vasconcelos Maia**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Danielle Maria Almeida Matos**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

### **Carlucio Roberto Alves**

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.

Fortaleza – Ceará

**RESUMO:** Biossurfactantes são compostos ativos de superfície produzidos por microrganismos que conferem uma grande variedade de propriedades, incluindo a capacidade de reduzir a tensão superficial e interfacial de sistemas líquidos e sua principal vantagem é o fato de possuírem baixos impactos ambientais em relação aos detergentes químicos convencionais. Contudo, sua produção em grande escala ainda necessita de grandes investimentos. Tendo em vista a necessidade, o objetivo deste trabalho foi estudar o uso de um polissacarídeo natural e a glicerina como fontes alternativas para o metabolismo de microrganismos produtores de biossurfactantes. Onde, mostraram-se promissoras para produção do bioproduto, com a glicerina apresentando melhores resultados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biossurfactante. Fontes alternativas. Tensão superficial.

### BIOSURFACTANT PRODUCTION WITH THE USE OF NATURAL POLYSACCHARIDE AND GLYCERIN AS ALTERNATIVE CARBON SOURCES

**ABSTRACT:** Biosurfactants are surface active compounds produced by microorganisms that impart a wide range of properties, including the ability to reduce surface and interfacial tension of liquid systems and their main advantage is

that they have low environmental impacts over conventional chemical detergents. However, its large-scale production still needs major investments. Given the need, the objective of this work was to study the use of a natural polysaccharide and glycerin as alternative sources for the metabolism of biosurfactant producing microorganisms. Where they showed promise for bioproduct production, with glycerin presenting better results.

**KEYWORDS:** Biosurfactant. Alternative sources. Superficial tension.

## 1 | INTRODUÇÃO

A cada ano a poluição ambiental causada por derivados do petróleo e o acúmulo de resíduos oleosos emitidos pelas indústrias vem atingindo grandes proporções. Por serem compostos hidrofóbicos, os microrganismos não conseguem fazer o processo de degradação e um dos métodos mais investigados para a resolução deste problema é a utilização de compostos surfactantes (SILVA *et al.*, 2010).

Os surfactantes são compostos químicos de grande importância constituídos de duas frações distintas, uma hidrofóbica (apolar) e uma hidrofílica (polar) e sua principal propriedade é a capacidade de reduzir a tensão superficial que nada mais é uma força que age na superfície de um líquido reduzindo a área superficial (CÁUPER *et al.*, 2017). Porém, por serem de origem química e por não possuírem biodegradabilidade não são a melhor opção para este tipo de aplicação.

Desta maneira, há a procura por surfactantes de origem naturais, como os biosurfactantes, que são produtos metabólicos de origem naturais e são classificados de acordo com sua composição química e/ou origem microbiológica (SILVA *et al.*, 2010). Os biosurfactantes estão diretamente envolvidos no processo de remoção de óleo e produtos relacionados ao petróleo do meio ambiente. Onde, possuem propriedades como emulsificação, separação, umedecimento, solubilização, demulsificação, inibição de corrosão, redução de viscosidade de líquidos e redução das tensões superficiais e interfaciais de sistemas líquidos (OLIVEIRA, 2010). Por apresentarem estas propriedades, eles podem ser utilizados na agricultura, indústria farmacêutica, higiene pessoal e produtos de processamento de alimentos, entre outros (SOURAV *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2017). Além disso, apresentam vantagens sobre os surfactantes sintéticos, considerando sua biodegradabilidade e baixa toxicidade (LIMA *et al.*, 2017).

Apesar de todas as características apresentadas pelos surfactantes naturais, ainda possuem altos custos de produção que são incompatíveis com as aplicações industriais, portanto, para o seu desenvolvimento, é fundamental a redução de custos, onde o uso de matérias-primas de baixo custo pode ser uma alternativa para esta questão econômica (MAKKAR e CAMEOTRA, 2002; MERCADE *et al.*, 1993;

MUKHERJEE e DAS, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os polissacarídeos naturais apresentam-se como uma boa opção como fonte de carbono para crescimento microbial, por conta de sua origem biológica, sua habilidade em formar géis, sua capacidade de interagir com espécies dissolvidas e outras moléculas como proteínas e lipídios, além do fato de que alguns polissacarídeos apresentarem propriedades similares a polímeros sintéticos (YANG e DU, 2003).

Outra possível fonte de carbono é a glicerina, pois, os setores industriais que naturalmente utilizam a glicerina são incapazes de absorver o volume gerado devido ao aumento da produção de biodiesel, acarretando um volume excedente no mercado nacional o que, por consequência, ocasiona sua desvalorização (GONÇALVES *et al.*, 2006), resultando em um menor custo e é considerado uma fonte de carbono altamente eficiente para a obtenção de energia metabólica (MAHNKE *et al.*, 2013).

Considerando que para a produção de biossurfactantes é fundamental a redução de custos de produção, onde o uso de matérias-primas de baixo custo pode ser uma alternativa para esta questão econômica, o objetivo deste trabalho foi estudar o uso de polissacarídeos naturais e a glicerina como substratos alternativos, de baixo custo, ricos em nutrientes para obtenção deste bioproduto de elevado interesse comercial excretado por microrganismos do gênero *Bacillus* sp.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Repique

A bactéria em estudo LUB P1, foi isolada do efluente da Lubnor em meio de cultura TSA (Tryptic Soy Agar). Foram realizados repiques em placas contendo ágar APGE (ágar 15 g/L, peptona 5,0 g/L, glicose 5,0 g/L e extrato de levedura 2,5 g/L) para a preparação do pré-inóculo da bactéria isolada e em seguida foram incubadas em estufa microbiológica a 30 °C, por 24 horas. Após este período de incubação, tempo em que o microrganismo se encontra na sua fase exponencial de crescimento, transferiu-se três alçadas da cultura para frascos de erlenmeyer de 250 mL contendo 70 mL de meio de propagação do inóculo. Os frascos inoculados foram incubados em agitador rotatório de bancada tipo *shaker* a 30 °C, 150 rpm por 24 h.

Em seguida, os inóculos foram adicionados ao meio de cultivo, para o volume de fermentação de 70 mL em cada erlenmeyer, no qual as culturas permaneceram sob agitação contínua de 150 rpm, a 30 °C por 48 h, 72 h e 96 h. O Caldo nutriente era composto por: 20 g/L do polissacarídeo natural e/ou da glicerina, 1,0 g/L de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 5,0 g/L de extrato de levedura, 13,40g/L de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 3,0g/L de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 2,7g/L de NaCl e 0,6g/L de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  por litro de água destilada, com pH 7,0 (MORÁN *et al.*, 2000, com modificações). A concentração que foi utilizada para o inóculo foi de 5% e ao meio pronto foi acrescido 0,1% (v/v) de solução de micronutrientes composta

por 10,95 g de  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 5,0 g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 1,54 g de  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 0,39 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 0,25 g de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e 0,17 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  por litro de água. Os pH de todos os meios de cultivo foram ajustados para 7,0 e esterilizados a 110 °C, por 10 minutos antes do início dos ensaios.

## 2.2 Extração de biossurfactantes

para extração de biossurfactantes, o caldo fermentado foi centrifugado após as 48 h, 72 h e 96 h a 10.000 g por 20 minutos para separação da biomassa. Antes da remoção de células, verificou-se o pH, ajustando-o para 7,0 quando o mesmo estivesse  $\leq 5,0$ , uma vez que o biossurfactante precipita em pH ácido, podendo haver perdas do bioproduto juntamente as células microbianas na centrifugação.

Para extração do biossurfactante produzido, ajustou-se o pH do sobrenadante livre de células para 2,0 com HCl puro, uma vez que o volume é cerca de 2,0 L e a utilização de ácido diluído diluiria significativamente o caldo fermentado. O meio acidificado foi deixado em repouso *overnight* a 4 °C para formação do precipitado. Após esse período, centrifugou-se novamente a 10.000 g por 20 minutos, para recuperação do biossurfactante.

## 2.3 Determinação da produção de biomassa e surfactante bruto

Tanto a produção de biomassa quanto a produção do biossurfactante bruto foram determinados através do peso seco. Onde, antes do processo de centrifugação os tubos *falcon* limpos e secos, pós-estufa a 60° C, foram pesados três vezes e após a centrifugação foi feito o mesmo processo com os tubos *falcon* contendo a biomassa e o surfactante bruto.

## 2.4 Tensão superficial

O monitoramento da produção de biotensoativos foi realizado medindo a tensão superficial do caldo livre de células, a 25 °C, segundo o método de anel de Nouy, utilizando um tensiômetro Krüss, modelo K6 (COSTA *et al.*, 2006). O equipamento foi previamente calibrado com água destilada na mesma temperatura. A redução da tensão superficial foi calculada utilizando a Equação 1:

$$\text{Redução da Tensão Superficial} = \frac{\text{TS}_{t=\text{oh}} - \text{TS}_{t=\text{ti}}}{\text{TS}_{t=\text{oh}}} * 100 \quad (1)$$

## 2.5 Índice de emulsificação

O índice de emulsificação foi determinado de acordo com Cooper e Goldenberg (1987) e Makkar e Cameotra (1997) com pequenas modificações: 2,0 mL do meio de cultura fermentado livre de células foram adicionados em tubos de ensaio, foi

adicionado o mesmo volume de diferentes fontes hidrofóbicas (querosene e óleo de soja) e foram agitados em vórtex por dois minutos, em alta rotação. Calculou-se a razão entre a altura da região emulsificada e altura total após 24 horas, de acordo com a Equação (2) proposta por Wei *et al.* (2005) O teste do índice de emulsificação foi realizado em duplicata.

$$IE_{24}(\%) = \frac{H_{FE}}{H_{TOTAL}} \times 100 \quad (2)$$

Sendo  $H_{FE}$  a altura da fase emulsionada e  $H_{TOTAL}$  a altura total da solução.

### 3 | RESULTADOS

Amostra	Polissacarídeo Natural		Glicerina	
	Biomassa g/L	pH	Biomassa g/L	pH
48 horas	1,5383 ± 0,01	7,32 ± 0,01	2,9823 ± 0,15	6,72 ± 0,03
72 horas	1,3013 ± 0,80	7,37 ± 0,0	3,5403 ± 0,03	6,28 ± 0,06
96 horas	2,5493 ± 0,61	7,33 ± 0,02	1,7213 ± 0,58	6,23 ± 0,04

Tabela 1 – Resultados para produção de biomassa e pH da bactéria LUB P1 com fontes de carbono alternativas e diferentes tempos de fermentação na concentração de 5% de inóculo em g/L

Amostra	Polissacarídeo Natural		Glicerina	
	Produção de surfactante	Tensão Superficial	Produção de surfactante	Tensão Superficial
48 horas	1,13 ± 0,03	30,0 ± 0,0	1,62 ± 0,20	28,9 ± 0,14
72 horas	0,93 ± 0,09	29,5 ± 0,0	1,47 ± 0,13	28,0 ± 0,0
96 horas	1,10 ± 0,12	29,5 ± 0,0	0,65 ± 0,37	28,3 ± 0,35

Tabela 2 – Resultados para produção de biosurfactante e tensão superficial da bactéria LUB P1 com fontes de carbono alternativas e diferentes tempos de fermentação na concentração de 5% de inóculo em g/L

Amostra	Polissacarídeo Natural		Glicerina	
	Óleo de Soja	Querosene	Óleo de Soja	Querosene
48 horas	49,92 ± 7,75	59,06 ± 2,44	98,77 ± 2,14	64,94 ± 1,16
72 horas	61,15 ± 27,47	63,06 ± 0,19	100,0 ± 0,0	64,93 ± 2,38
96 horas	36,19 ± 1,47	NF	40,37 ± 0,52	59,44 ± 0,37

Tabela 3 – Índice de Emulsificação (%) do biosurfactante produzido pela bactéria LUB P1 com fontes de carbono alternativas e diferentes tempos de fermentação na concentração de 5% de inóculo

Nota: NF: não formou emulsão.

## 4 | DISCUSSÃO

### CONCENTRAÇÃO CELULAR E pH

O ensaio fermentativo teve duração de 48, 72 e 96 h. No que diz respeito ao crescimento celular, nota-se na Tabela 1, que a máxima produção de biomassa foi da glicerina como fonte de carbono com  $3,5403 \pm 0,03$  g/L no período de 48 h. Já para o polissacarídeo natural foi de  $2,5493 \pm 0,61$  g/L no período de 96 h, ou seja, necessita de um período de fermentação maior e apresentou um rendimento menor. Soares (2014), ao realizar um trabalho utilizando a glicose como fonte de carbono obteve um valor máximo de  $3,21 \pm 0,19$  g/L no período de 48 h, valor próximo ao obtido no presente estudo.

Em relação ao pH, nenhuma apresentou  $\text{pH} \leq 5,0$  não havendo a necessidade do ajuste antes da remoção das células.

### PRODUÇÃO DE SURFACTANTE E TENSÃO SUPERFICIAL

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados para a produção de biossurfactante e foi possível verificar que, tanto o polissacarídeo quanto a glicerina não apresentaram grandes diferenças entre os períodos de 48, 72 e 96 h não havendo a necessidade o prolongamento do período de fermentação. Em comparação as duas fontes alternativas, a que apresentou um melhor resultado foi a glicerina com  $1,62 \pm 0,20$  g/L no período de 48 h e para o polissacarídeo obteve o resultado de  $1,13 \pm 0,03$  g/L no período de 48 h, ambos utilizando a concentração do inóculo de 5%. Soares (2014), ao realizar um estudo utilizando a glicose como fonte de carbono obteve um valor máximo de 0,322 g/L na concentração de 10% no período de 72 h, valor inferior ao obtido no presente estudo.

Para Da Silva e Alvarez (2002), um organismo é considerado um bom produtor de biossurfactante quando produz compostos tensoativos capazes de reduzir a tensão superficial a valores inferiores a 35 mN/m. Os resultados para a tensão superficial estão disponíveis também na Tabela 2 e como é possível observar, nas duas fontes de alternativas e em todos os períodos estudados houve essa redução, logo, o biossurfactante está apto para processos de biorremediação.

### ÍNDICE DE EMULSÃO

Através do índice de emulsão (Tabela 3) foi verificado que meio contendo o surfactante foi capaz de emulsionar o óleo de soja e o querosene (com exceção do polissacarídeo natural em 96 h com o querosene que não formou emulsão), indicando a produção do biossurfactante. De acordo com Youssef et al. (2004), para que a emulsão seja considerada satisfatória, o  $IE_{24}$  deve apresentar valores superiores a 40%. O período que obteve melhores resultados foi o de 72 h tanto com o óleo de soja quanto com o querosene para as duas fontes alternativas, tendo como destaque a glicerina com o óleo de soja que obteve o  $IE_{24}$  de 100%.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atendendo a proposta inicial do trabalho, as duas fontes de carbono em estudo apresentaram-se alternativas promissoras na produção de biossurfactantes de valor agregado. Tendo como base testes que são de extrema importância para avaliar a capacidade de biossurfactantes em processos de biorremediação como, o da redução da tensão superficial onde todos foram capazes de reduzir e o índice de emulsão que teve como destaque a glicerina com o óleo de soja, apresentando um  $IE_{24}$  de 100%.

Com os dados apresentados, podemos concluir que o biossurfactante produzido no presente estudo é evidenciado como agentes de superfície, com possibilidades de amplas aplicações e com potencial para substituição de tensoativos de origem química.

Mesmo assim, ainda se fazem necessários à realização de estudos mais amplos com os microrganismos e meios em questão, quanto à otimização da produção, a fim de alcançar maiores concentrações do bioproduto obtido.

## REFERÊNCIAS

CÁUPER, Fábio Raphael Moreira *et al.* **Potencial de produção de biossurfactantes por bactérias do gênero rhizobium utilizando óleo de cozinha como fonte de carbono.** Scientia Amazonia, Amazonia, v. 6, n.1, p.71-80, abr. 2017. Quadrimestral. Disponível em: <<http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/10/v6-n1-71-80-2017.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

COOPER, David G.; GOLDENBERG, Beena G.. **Surface-Active Agents from Two Bacillus Species.** Applied And Environmental Microbiology, Canadá, v. 53, n. 2, p.224-229, mar. 1987. Quinzenal. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC203641/>>. Acesso em: 27 set. 2018.

COSTA, S. G. V. A. O. *et al.* **Production of Pseudomonas aeruginosa LBI rhamnolipids following growth on Brazilian native oils.** Process Biochemistry. Oxford: Elsevier B.V., v. 41, n. 2, p. 483-488, 2006. Available at: <<http://hdl.handle.net/11449/35101>>.

DE, Sourav *et al.* **A review on natural surfactants.** Rsc Advances, [s.l.], v. 5, n. 81, p.65757-65767, 2015. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c5ra11101c>. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/ra/c5ra11101c>>. Acesso em: 30 maio 2019.

GONÇALVES, V L C ; PINTO, B. P. ; MUSGUEIRA, L. ; SILVA, J. C. ; MOTA, Claudio J. A. . **Biogasolina: Produção de Éteres e Ésteres da Glicerina.** In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. Artigos Técnicos-científicos - coprodutos e produção, 2006. v. II. p. 14-19.

LIMA, João Marcelo Silva *et al.* **Biosurfactants produced by Microbacterium sp., isolated from aquatic macrophytes in hydrocarbon-contaminated area in the Rio Negro, Manaus, Amazonas.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, [s.l.], v. 39, n. 1, p.13-20, 3 maio 2017. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v39i1.33842>. Disponível em: <<file:///C:/Documents%20and%20Settings/X110.X110-1A0B51370B/Meus%20documentos/Downloads/33842-Texto%20do%20artigo-164592-2-10-20170502.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

MAHNKE, L.C *et al.*, **Cinética De Crescimento De *Penicillium* Sp. Sis24 Isolado De Caatinga Em Glicerol Residual Do Biodiesel**. 27º Congresso Brasileiro de Microbiologia, Resumo: 746-1, 2013. Disponível em: <<https://www.sbmicrobiologia.org.br/cd27cbm/resumos/R0746-1.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MAKKAR, R S; CAMEOTRA, S S. **Biosurfactant production by a thermophilic *Bacillus subtilis* strain**. Journal Of Industrial Microbiology And Biotechnology, [s.l.], v. 18, n. 1, p.37-42, 1 jan. 1997. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.jim.2900349>. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1038%2Fsj.jim.2900349.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2019.

MAKKAR, R. S.; CAMEOTRA, S. S.. **An update on the use of unconventional substrates for biosurfactant production and their new applications**. Applied Microbiology And Biotechnology, [s.l.], v. 58, n. 4, p.428-434, 1 mar. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-001-0924-1>. Disponível em: <[http://crdd.osdd.net/eprints/archives\\_back/open/documents/disk0/00/00/02/72/01/swaranjit2002.pdf](http://crdd.osdd.net/eprints/archives_back/open/documents/disk0/00/00/02/72/01/swaranjit2002.pdf)>. Acesso em: 16 maio 2019.

MERCADÉ, M.e. *et al.* **Olive oil mill effluent (OOME). New substrate for biosurfactant production**. Bioresource Technology, [s.l.], v. 43, n. 1, p.1-6, jan. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0960-8524\(93\)90074-I](http://dx.doi.org/10.1016/0960-8524(93)90074-I). Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/096085249390074L?tok=en=44EBB6821439E D1901FC7CABDAC9 5C87120795DDD83645C4316B560AAA2FA2795B92316767C50C4FFF41D82CD4204F35>>. Acesso em: 16 maio 2019.

MORAN, Ana C. *et al.* **Enhancement of hydrocarbon waste biodegradation by addition of a biosurfactant from *Bacillus subtilis* O9**. Biodegradation, Argentina, v. 11, p.65-71, maio 2000. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1026513312169.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MUKHERJEE, Ashis K.; DAS, Kishore. Correlation between diverse cyclic lipopeptides production and regulation of growth and substrate utilization by *Bacillus subtilis* strains in a particular habitat. **Fems Microbiology Ecology**, [s.l.], v. 54, n. 3, p.479-489, nov. 2005. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1016/j.femsec.2005.06.003>. Disponível em: <<https://academic.oup.com/femsec/article/54/3/479/681127>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

OLIVEIRA, D. W. F. **Produção de biossurfactantes por *Bacillus subtilis* lami005 utilizando suco de caju clarificado**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, D. W. F.; FRANÇA, I. W. L.; FELIX, A. K. N.; MARTINS, J. J. L.; GIRO, M. E. A.; MELO, V. M. M.; GONÇALVES, L. R. B. **Kinetic study of biosurfactant production by *Bacillus subtilis* LAMI005 grown in clarified cashew apple juice**. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, v.101, p. 34– 43, 2013.

SILVA, Marcio L. B. da; ALVAREZ, Pedro J. J.. **Effects of Ethanol versus MTBE on Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene Natural Attenuation in Aquifer Columns**. Journal Of Environmental Engineering, [s.l.], v. 128, n. 9, p.862-867, set. 2002. Mensal. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9372\(2002\)128:9\(862\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-9372(2002)128:9(862)). Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%290733-9372%282002%29128%3A9%28862%29>>.

SILVA, Thayse Alves de Lima e *et al.* **Produção de biossurfactante por *Pseudomonas fluorescens* UCP 1514 utilizando milhocina como substrato**. Exacta, São Paulo, v. 8, n. 1, p.19-26, ago. 2010. Mensal. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=exacta&page=article&op=view&path%5B%5D=1686&path%5B%5D=1686>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SOARES, D. W. F. **Produção e caracterização de biossurfactantes obtidos por linhagens de**

***Bacillus sp.* separadas de estações de tratamento de depuração de águas residuais e do solo de manguezais.** 2014. 156 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

WEI, Yu-hong; CHOU, Chien-liang; CHANG, Jo-shu. **Rhamnolipid production by indigenous *Pseudomonas aeruginosa* J4 originating from petrochemical wastewater.** *Biochemical Engineering Journal*, [s.l.], v. 27, n. 2, p.146-154, dez. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bej.2005.08.028>. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1369703X0500224X?token=F6819B66EF43BD289277028E36B1BE74D96817D0157B493748BD9B4B54BAA37ECEF04D19CD0FFD062C4B71D06BED0115>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

YANG, Jianhong; DU, Yumin. **Chemical modification, characterization and bioactivity of Chinese lacquer polysaccharides from lac tree *Rhus vernicifera* against leukopenia induced by cyclophosphamide.** *Carbohydrate Polymers*, [s.l.], v. 52, n. 4, p.405-410, jun. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0144-8617\(02\)00331-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0144-8617(02)00331-4). Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0144861702003314?token=36A7187E75204E4743A1E8C980104E564C5D7F5E65EEB153F23B8539118AC47546EDABA288A477B426EE6843B4AB9892>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

YOUSSEF, Noha H. et al. **Comparison of methods to detect biosurfactant production by diverse microorganisms.** *Journal Of Microbiological Methods*, [s.l.], v. 56, n. 3, p.339-347, mar. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mimet.2003.11.001>. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0167701203003105?token=552A6C7FBFA119038685C645006E90899AC736190C8B316AB52E18C3A73C9C382E0408970FEA67A2E014CB37829F6E96>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alexandre Igor Azevedo Pereira** - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012. Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acetilcolinesterase 185, 187, 190, 192  
Adsorção 22, 23, 24, 25, 26, 79, 81, 82, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111  
Algoritmo exato 213  
Análise estatística 87, 88, 90  
Análise química 9  
Antioxidante 27, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 55, 72, 93, 94, 96, 98, 159, 185, 187, 189, 191, 192, 193  
Astrobiologia 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51  
Astronomia 40, 42, 43, 45, 46, 51, 135  
Automedicação 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148  
Azo-composto 66, 74

### B

Biocoagulantes 226, 227, 229  
Biocombustível 53, 54, 61, 75, 76, 77  
Biodiesel 8, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 84, 85, 86, 178, 182, 183  
Biohidrogel 158, 159, 160, 161  
Biossurfactante 176, 179, 180, 181, 182, 183

### C

Cádmio 22, 23, 25  
Caixeiro viajante 213, 214, 215  
Carboximetilação 22, 23  
Catálise 53, 55, 56, 62, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84  
Combustível alternativo 54, 149  
Composição centesimal 94, 95, 98  
Constituintes químicos e bioquímicos 94  
Contextualização 136, 137, 138, 139, 147, 148  
Curso de extensão 40, 46

### E

Eletrólise da água 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157  
Emulsões 87, 88, 89, 90, 91, 159  
Encapsulamento 20, 87  
Energia limpa e renovável 149  
Ensino-aprendizagem 113, 116, 121, 137, 138, 145, 224, 243  
Ensino de química 1, 122, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 145, 147, 148, 242, 243  
Ensino fundamental I 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121  
Epicarpo de uva 100  
Estabilidade oxidativa 27, 28, 31, 32, 36, 37  
Estimação 232, 235, 236, 237, 238, 239, 240

## F

Física 44, 47, 69, 88, 122, 135, 193, 206, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 245  
Físico-química 1, 3, 21, 88, 228  
Fitoquímicos 95, 98, 185, 186, 187, 188, 189  
Folhas de jambo 185, 188, 191, 192, 193  
Fontes alternativas 150, 176, 181  
Formação de professores 40  
Fungicida 65, 66, 69, 73

## G

Granitoides 164, 165, 166, 168, 170, 173  
Granito santo ferreira 164, 165, 166, 167, 169, 171

## H

Hidrogênio 7, 24, 69, 110, 145, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 244

## I

Interdisciplinaridade 42, 51, 136, 137, 139, 143, 145, 146, 210, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225

## J

Júpiter 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 134, 135

## L

Leucogranitos 164  
Licopeno 17, 18, 19, 20  
Longa dependência 232, 233, 235  
Ludicidade 113, 114, 115, 116, 121, 122

## M

Magnetometria 124, 125, 126, 128, 129  
Materiais alternativos 242, 243, 245  
Material didático digital 1, 3, 7  
Matéria orgânica 80, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 227  
Medicina nuclear 206, 207, 208, 210, 211  
Microcápsulas 17, 18, 19, 20  
Mistura de álcoois 53, 56  
Multiconhecimento 218

## N

Nanoemulsão 158, 160, 161, 162

## O

Óleo de soja 28, 53, 56, 58, 59, 60, 62, 75, 76, 79, 82, 83, 180, 181, 182  
Óleo de urucum 158, 159, 162

## P

Perda de solo 194, 195, 200, 201  
Petrografia 164, 166, 170  
Pinhão-manso 27, 28, 30, 37  
Planetário 40, 46, 51  
Práticas de química orgânica 62, 242, 243  
Processos arfima 232  
Propriedades físico-químicas 53, 61

## Q

Quitosana 22, 23, 24, 25, 26, 87, 88, 89, 90, 91, 162, 226, 227, 228, 229, 230

## R

Raio-x 9, 11, 14  
Rancimat 27, 28, 31, 38  
Remoção de cor 100, 105, 106, 107, 108, 226  
Reprodutibilidade 206, 207, 208, 211  
Roteirização 213, 214, 215, 217

## S

Simulações de monte carlo 232, 236  
Sistema júpiter 124, 127, 129  
Solo 9, 11, 12, 15, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204  
Solução aquosa 29, 100, 105, 106, 111, 189  
Sonda gama 206, 207, 208, 209, 210, 211  
Stevia rebaudiana 93, 94, 95, 96, 99

## T

Tensão superficial 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 176, 177, 179, 180, 181, 182  
Tipo de álcool 56, 57, 76  
Tolerância à perda 194, 196  
Tratamento de águas 101, 226, 227

