

**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: Profª Drª 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

Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª 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
Profª Drª 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO NÍVEL SUPERIOR: TENSÃO SUPERFICIAL	
André de Azambuja Maraschin Natália Nara Janner Carlos Alberto Soares dos Santos Filho Morgana Welke Márcio Marques Martins	
DOI 10.22533/at.ed.8611923121	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NO CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Zilda Baratto Vendrame	
DOI 10.22533/at.ed.8611923122	
CAPÍTULO 3	17
AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DAS MICROCÁPSULAS DE GALACTOMANANA CONTENDO LICOPENO	
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	
DOI 10.22533/at.ed.8611923123	
CAPÍTULO 4	22
CARBOXIMETILQUITOSANA COMO AGENTE BIOADSORVENTE DE ÍONS CD^{+2}	
João Lucas Isidio de Oliveira Almeida Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.8611923124	
CAPÍTULO 5	27
CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE	
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	
DOI 10.22533/at.ed.8611923125	

CAPÍTULO 6	40
CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ASTROBIOLOGIA	
Marcos Pedroso	
Rachel Zuchi Faria	
DOI 10.22533/at.ed.8611923126	
CAPÍTULO 7	53
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	
DOI 10.22533/at.ed.8611923127	
CAPÍTULO 8	65
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	
DOI 10.22533/at.ed.8611923128	
CAPÍTULO 9	75
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	
DOI 10.22533/at.ed.8611923129	
CAPÍTULO 10	87
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	
DOI 10.22533/at.ed.86119231210	

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 BIOSURFACTANTE 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-ACETILCOLNESTERÁSICA

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

DOI 10.22533/at.ed.86119231220

CAPÍTULO 21	194
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	
DOI 10.22533/at.ed.86119231221	
CAPÍTULO 22	206
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	
DOI 10.22533/at.ed.86119231222	
CAPÍTULO 23	213
UM APLICATIVO INTELIGENTE PARA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	
Camila Campos Colares das Dores	
Gerardo Valdisio Rodrigues Viana	
José Braga Lima Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.86119231223	
CAPÍTULO 24	218
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	
DOI 10.22533/at.ed.86119231224	
CAPÍTULO 25	226
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,	
DOI 10.22533/at.ed.86119231225	
CAPÍTULO 26	232
USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA (p,d,q)	
Cleber Bisognin	
Letícia Menegotto	
DOI 10.22533/at.ed.86119231226	

CAPÍTULO 27	242
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA I	
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	
DOI 10.22533/at.ed.86119231227	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	246
ÍNDICE REMISSIVO	247

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 Na_2HPO_4 , 3,0g/L de KH_2PO_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 biossurfactante 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 biossurfactante 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>. 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

