

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

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

Data de aceite: 29/11/2019

José Erilando Lacerda de Oliveira

Universidade Estadual do Ceará, Polo UAB/UECE
Mauriti – Ceará

Jonatan Raubergue Marques de Sousa

Universidade Estadual do Ceará, Polo UAB/UECE
Mauriti – Ceará

João Nogueira de Oliveira

Universidade Estadual do Ceará, Polo UAB/UECE
Mauriti – Ceará

Maria Elane Nunes

Universidade Estadual do Ceará, Polo UAB/UECE
Mauriti – Ceará

Claudia Maria Pinto da Costa

Universidade Estadual do Ceará, Polo UAB/UECE
Fortaleza – Ceará

RESUMO: Este trabalho consiste em mostrar a importância de se utilizar o hidrogênio como alternativa para diminuir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Sua utilização permite a redução de gases tóxicos que são emitidos a cada ano, devido às atividades humanas e vêm afetando negativamente a vida na Terra. O Hidrogênio apresenta uma massa específica pequena, alto poder calorífico, não é tóxico e sua elevada reatividade e potência são superiores a qualquer outro combustível, pois possui elevada quantidade de energia por unidade de massa.

O gás hidrogênio pode ser produzido de várias formas, como por exemplo, nas reações entre metais e ácidos. Outra forma de obtenção é nos sistemas empregados na eletrólise da água que será abordado no escopo desse trabalho. Assim, os estudos sobre a produção de energia proveniente do hidrogênio vêm ganhando cada vez mais espaço no âmbito acadêmico, em diversas pesquisas. Portanto, a obtenção de energia pelo hidrogênio mostra-se promissora e capaz de reduzir os efeitos da queima de combustíveis fósseis, sendo uma fonte limpa, renovável e acessível, com menor impacto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrólise da água. Hidrogênio. Energia limpa e renovável. Combustível alternativo.

OBTAINING HYDROGEN THROUGH ELECTROLYSIS AND ITS IMPORTANCE AS AN ALTERNATIVE SUSTAINABLE ENERGY SOURCE

ABSTRACT: This paper shows the importance of using hydrogen as an alternative to reduce the emission of pollutant gases in the atmosphere. Its use allows the reduction of toxic gases that are emitted each year due to human activities that have negatively affected life on Earth. Hydrogen has a small specific mass, high calorific value, is non-toxic and its high reactivity and power are

superior to any other fuel because it has high amount of energy per unit mass. Hydrogen gas can be produced in many ways, such as in reactions between metals and acids. Another form of obtaining is in the systems employed in water electrolysis that will be addressed in the scope of this work. Thus, studies on energy production from hydrogen have been gaining more and more space in the academic field, in several researches. Therefore, hydrogen energy is promising and able to reduce the effects of burning fossil fuels, being a clean, renewable and affordable source with less environmental impact. **KEYWORDS:** Water electrolysis. Hydrogen. Clean and renewable energy. Alternative fuel.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso dos combustíveis fósseis é, sem dúvida, o tipo de combustível mais utilizado pela população mundial, impulsionando ainda mais o crescimento econômico dos países desenvolvidos. E o que se pode perceber é que além de serem recursos não renováveis, eles ainda poluem o planeta gradativamente (SILVA, 2016). Diante disso, outra forma de energia que está ganhando espaço em diversas pesquisas é a obtenção de energia a partir do gás hidrogênio H_2 , por meio da eletrólise da água (ETT, *et al.*, 2016; LIBERATO NETO, 2007; PALHARES, 2016; SILVA, 2016). Existem muitas formas de fontes de energia sustentáveis que podem ser incorporadas pelos países para diminuir o uso de combustíveis fósseis.

A energia sustentável não inclui nenhuma fonte derivada de combustíveis fósseis ou resíduos. Essa energia é renovável e ajuda a reduzir as emissões de gases do efeito estufa no meio ambiente. Os combustíveis fósseis não são considerados como fontes de energia sustentáveis porque são limitados, causam poluição imensa ao liberar gases nocivos e não estão disponíveis em todos os lugares da Terra (SILVA, 2016). Os três principais tipos de combustíveis fósseis são o Petróleo, o Gás Natural e o Carvão Mineral, embora existam outros, como o Xisto Betuminoso (PENA, 2018).

Os combustíveis fósseis são, por definição, o grupo de recursos naturais disponíveis na natureza utilizados para a produção de energia por meio de sua queima e que são oriundos da decomposição de material orgânico ao longo do tempo. Algumas ações globais devem ser implementadas para reduzir a dependência de combustíveis fósseis que são perigosos para o meio ambiente. Diversos países já começaram a tomar medidas para utilizar fontes alternativas de energia. A necessidade de energia sustentável vem desde a antiguidade, onde a madeira era basicamente a única fonte de energia utilizada. Em suma, a biomassa era a única maneira de obter energia, com isso a tecnologia foi se desenvolvendo e os combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás natural foram descobertos. Quando esses combustíveis fósseis começaram a ser usados extensivamente por todos os países do mundo,

eles levaram à degradação do meio ambiente.

O carvão e o petróleo produzem grande quantidade de dióxido de carbono (CO₂) no ar, ocasionando a intensificação do efeito estufa, culminando no aquecimento do planeta. Pena (2018) relata que as energias renováveis são aquelas formas de produção de energia em que suas fontes são capazes de manterem-se disponíveis durante um longo prazo, contando com recursos que se regeneram ou que se mantêm ativos permanentemente. Com o aumento dos preços dos combustíveis, da poluição do ar e da iminência de escassez do petróleo, os cientistas se viram motivados a procurar novas fontes de energia. A necessidade da hora era procurar recursos que estão amplamente disponíveis, que causassem baixos impactos ambientais e que fossem renováveis. A sustentabilidade entra em cena, pois poderia atender à crescente demanda atual de energia e também fornecer uma opção para usá-los no futuro.

A energia sustentável não é apenas uma parte das fontes de energia renováveis, elas também são as fontes de energia que podem ser melhor utilizadas para alimentar residências e indústrias com baixíssimos impactos ambientais experimentados. Esta é a única razão pelas quais muitas pessoas aconselham o uso dessas formas de energia na vida cotidiana. É porque seus efeitos para o meio ambiente são puramente benéficos.

O gás hidrogênio pode ser produzido de várias formas, uma delas, em sistemas empregados na eletrólise da água, que é o objetivo deste trabalho. Portanto, a obtenção de energia pelo hidrogênio mostra-se uma opção viável para reduzir os efeitos da queima de combustíveis fósseis, sendo uma fonte limpa, renovável e acessível.

2 | HIDROGÊNIO UMA FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA

O interesse pelo hidrogênio teve início na década de 90 quando a poluição atmosférica e as mudanças climáticas ficaram muito perceptíveis. (BENEMANN, 1996; OLIVEIRA *et. al.*, 2011; SILVA, 2016). Sua potência é superior a qualquer outro combustível, pois possui elevada quantidade de energia por unidade de massa (OLIVEIRA, *et. al.*, 2011; LIBERATO NETO, 2019; SANTOS & SANTOS, 2005; SILVA, 2016). Sendo ele considerado como um transportador de energia limpa semelhante à eletricidade pode ser produzido a partir de várias fontes domésticas, como energia renovável (COSTA, *et. al.*, 2014; MANGABEIRA, *et. al.*; PALHARES, 2016; SILVA, 2016; LIBERATO NETO, 2019). Em longo prazo, o seu uso poderá reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, como: o petróleo e a emissão de gases de efeito estufa, entre outros. É também considerado um combustível de alta eficiência que pode ser usado para transporte, aquecimento e geração de energia em locais onde é difícil

usar eletricidade. Em alguns casos, é mais barato enviar hidrogênio por pipeline (gasoduto) do que enviar eletricidade em longas distâncias por fio. Segundo Neto & Hoffmann (2005), o hidrogênio é um composto químico que possui características que lhe permitem ser um bom gerador de energia elétrica. Já existem pesquisas avançadas, principalmente na área automotiva, que utiliza o hidrogênio como combustível para veículos (SILVA, 2016). Seguindo esse conceito de Neto & Hoffman (2005), é possível perceber que o hidrogênio não existe de forma pura na Terra, ele deve ser separado de outros compostos e duas formas de se obter são através da eletrólise ou separação de água e reforma a vapor. Assim relata Medeiros e Botton (2007), a sua obtenção é bastante flexível, sendo esta, uma de suas características mais interessantes. Pode ser obtido a partir de energia elétrica (via eletrólise da água), pelas fontes: hidroelétricas, geotérmicas; eólica e solar fotovoltaica, todas geológicas e também da eletricidade de usinas nucleares. Pode ainda ser obtido da energia da biomassa (via reforma catalítica ou gaseificação, seguido de purificação), como: etanol, lixo e rejeitos da agricultura. A reforma a vapor é atualmente o método menos caro para a produção de hidrogênio. É usado em indústrias para separar átomos de hidrogênio de átomos de carbono em metano. Como o metano é um combustível fóssil, o processo de reforma a vapor resulta em emissões de gases de efeito estufa que estão ligadas ao aquecimento global (ESTÊVÃO, 2008; SILVA, 2016). O outro método para a produção de hidrogênio é por meio da eletrólise (COSTA, *et. al.*, 2014; MANGABEIRA, *et. al.*; PALHARES, 2016; SILVA, 2016; LIBERATO NETO, 2019). Ela envolve a passagem de uma corrente elétrica através da água pela quebra da molécula em seus elementos básicos, hidrogênio e oxigênio. O hidrogênio é então coletado no cátodo carregado negativamente e oxigênio no ânodo positivo. O hidrogênio produzido por eletrólise é extremamente puro, e resulta em nenhuma emissão, uma vez que a eletricidade proveniente de fontes de energia renováveis pode ser usada. Infelizmente, a eletrólise é atualmente um processo muito caro. Existem também vários métodos experimentais de produção de hidrogênio, como fotoeletrólise e gaseificação de biomassa. Os cientistas também descobriram que algumas algas e bactérias produzem hidrogênio sob certas condições, usando a luz solar como fonte de energia. Atualmente, o hidrogênio é usado principalmente como combustível no programa espacial da NASA (OLIVEIRA *et. al.*, 2011). O hidrogênio líquido é usado para impulsionar o ônibus espacial e outros foguetes, enquanto as células de combustível de hidrogênio alimentam os sistemas elétricos da nave, também é usada para produzir água pura para a tripulação do ônibus espacial (OLIVEIRA *et. al.*, 2011).

3 | METODOLOGIA

Para comprovar a obtenção de hidrogênio por meio da eletrólise da água o experimento foi realizado no Laboratório de Química do Polo de Mauriti-CE, pela Universidade Estadual do Ceará – UAB/UECE, onde foram utilizados materiais de fácil aquisição e baixo custo. A seguir serão apresentados os materiais e a metodologia utilizada na realização do experimento.

3.1 Materiais e reagentes

Foram utilizados para este experimento água, bicarbonato de sódio, recipiente de vidro com tampa, uma mangueira fina, bateria de 9 volts, cola branca, 2 (dois) fios de cobre, 2 (duas) barras de grafite pequena, 1 (um) prego pequeno e grande, 1 (um) martelo, 1 (um) tubo com líquido de bolinhas de sabão, 1 (um) copo de vidro ou 1 (um) becker e fósforo.

3.2 Procedimento experimental

O primeiro passo foi montar o sistema utilizando os materiais citados, em seguida, dentro do recipiente foi introduzida uma solução de água com bicarbonato de sódio, para funcionar como eletrólito com boa condutividade iônica e quebrar as ligações entre o oxigênio e hidrogênio. Feito isso o recipiente foi fechado e os fios conectados a uma bateria de 9V, para fornecer a corrente contínua necessária e a reação química acontecer. Uma pequena mangueira saindo do sistema foi colocada dentro de um Becker contendo água e sabão, para que fosse observado a formação de bolhas, onde estas ao entrar em contato com o fogo geraram uma pequena explosão, confirmando assim a presença do hidrogênio.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O hidrogênio, claramente, tem vários usos potenciais. Mas, há a necessidade de mais pesquisas, particularmente, em áreas como a de produção e segurança é necessário que antes seja usado em escala. Atualmente, quase todo o hidrogênio global (96%) é produzido pela reforma do metano (CH_4), um processo que, em última análise, produz dióxido de carbono. Para ser sustentável, esse método de produção precisaria ser implementado com captura e armazenamento de carbono, precisando de desenvolvimento adicional. Na obtenção pelo processo de eletrólise não há emissões de carbono. No entanto, a quantidade de hidrogênio que pode ser produzida usando esse método depende do custo e da disponibilidade de eletricidade de fontes renováveis. Segundo Guo e colaboradores (2018), em relatório publicado na Royal Society – sugerem que a eletrólise possa ser mais adequada para o reabastecimento

de veículos e a implantação fora da rede do que para a produção centralizada de hidrogênio em larga escala.

No experimento realizado neste trabalho, o hidrogênio foi obtido através da quebra da molécula da água, onde foi possível detectar a presença do hidrogênio em pequena escala.

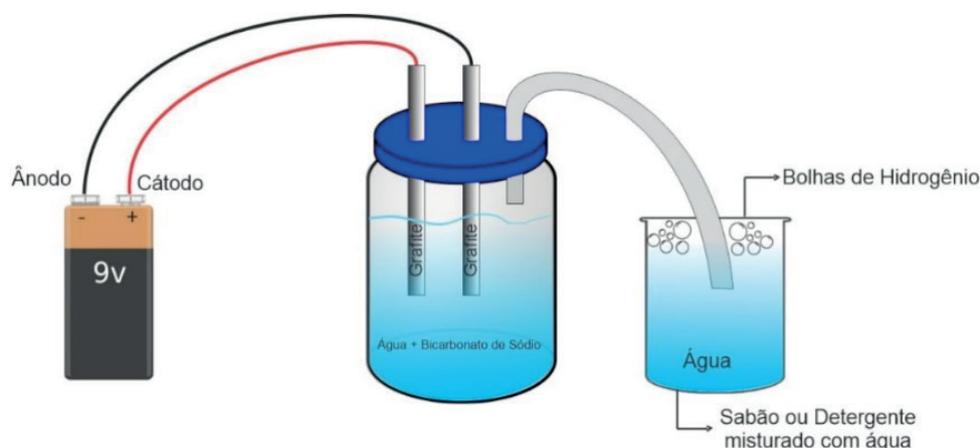
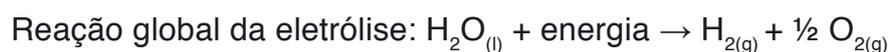
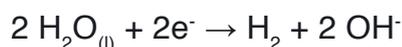


Figura 1 – Esquema para produção de Hidrogênio através da eletrólise da água.

Fonte: Acervo do autor.

Quando se mistura a água com bicarbonato, que é um sal, ela se torna um ótimo condutor de eletricidade, ao acrescentar eletricidade às moléculas da água são quebradas e separadas por meio da eletrólise, acontecendo à seguinte reação, no cátodo e ânodo, respectivamente:



O hidrogênio é um gás extremamente explosivo. Ao introduzir-se o fogo, é comprovado a sua produção, através de uma explosão. Como explanado anteriormente, o hidrogênio é usado como combustível pela NASA para impulsionar o ônibus espacial e outros foguetes e isso já demonstra um grande avanço para esse meio de energia sustentável e inovadora (OLIVEIRA *et. al.*, 2011). Pode-se observar que o H^+ sofreu uma redução no eletrodo negativo chamado de cátodo, produzindo gás hidrogênio (H_2) e o eletrodo positivo (ânodo) sofreu oxidação, produzindo gás oxigênio (O_2).

Neste processo a eletricidade é usada para dividir a molécula em hidrogênio e oxigênio. Se feita usando eletrólise da água, a produção global de hidrogênio usada hoje seria em torno de 15% da geração mundial de eletricidade (NETO; MOREIRA, 2007). No passado, a eletrólise era raramente empregada porque a fonte de energia, eletricidade, era mais cara que o gás usado para a reforma a vapor. Isso ainda é verdade? É preciso investigar a eficiência energética da produção de H_2 através

da eletrólise da água, seus custos operacionais e de capital, bem como os preços relativos do gás e da eletricidade. É preciso fazer uma análise da produção de H_2 através de eletrólise, para possivelmente, conseguir uma eficiência energética de cerca de 80%, ou seja, o valor energético do hidrogênio produzido da eletricidade usada para dividir a molécula de água. Como os preços da energia tendem a cair, e que na atualidade o mercado de energias limpas, como a solar e eólica fazem com que o uso dos eletrolisadores fiquem mais baratos e mais eficientes, então gerando uma melhor vantagem relativa de usar a eletrólise. E quase não há dúvida de que isso vai acontecer, hidrogênio para uso químico, fertilizantes e outros usos serão feitos usando eletricidade mais barata. A Air Liquide (2016), uma das três maiores fabricantes de hidrogênio do mundo, já se comprometeu a fabricar 50% de seu hidrogênio para "uso de energia" (como célula de combustível para carros) de fontes de baixo carbono, incluindo eletrólise, até 2020.

Se o hidrogênio poderá ou não ser usado extensivamente em carros, não é possível afirmar, no entanto, o hidrogênio se tornará um vetor crítico na transição mais ampla de baixo carbono. Ele será feito usando eletrólise da água quando a eletricidade for suficientemente barata. Isso acontecerá cada vez mais frequentemente, particularmente com o uso de novas fontes energéticas mais acessíveis. Esse é o primeiro estágio, então, possivelmente, o mundo passará a usar o hidrogênio como uma rota que permite que a eletricidade barata seja indiretamente transformada em gases renováveis e combustíveis líquidos. Uma vez que hidrogênio produzido seja renovável e barato, torna-se possível transformar esse hidrogênio usando engenharia química em combustíveis renováveis. Tudo é uma questão de preço, não há nada de difícil em fabricar combustível de aviação, por exemplo, a partir de hidrogênio e resíduos de CO_2 , só é preciso de eletricidade para que se torne barato o suficiente a sua produção.

Os desafios de pesquisa que o hidrogênio representa não são exclusivos de um país ou empresa, portanto a colaboração no desenvolvimento e no teste de tecnologias será crítico. Tanto empresas quanto governo parecem reconhecer isso.

Em janeiro de 2017 o Hydrogen Council, um grupo de empresas multinacionais apresentou um relatório, onde foi explorado o papel do hidrogênio na transição energética, incluindo seu potencial, realizações recentes e desafios para sua implantação (HYDROGEN COUNCIL, 2017).

O hidrogênio não é a panaceia, mas tampouco a energia solar fotovoltaica ou a energia eólica serão capazes de suprir todas as necessidades energéticas, pois é preciso de várias e variadas tecnologias, para que seja possível descarbonizar com sucesso.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco deste trabalho foi mostrar a importância de se utilizar o hidrogênio como uma alternativa para diminuir a emissão dos gases poluentes. No futuro, o hidrogênio se unirá à eletricidade como um importante transportador de energia, que com diversas pesquisas poderá ser feito com segurança a partir de fontes de energia renováveis. Também será usado como combustível para veículos de "emissões zero", para aquecer residências e escritórios, para produzir eletricidade e para abastecer aeronaves. O hidrogênio tem um grande potencial como forma de reduzir a dependência de fontes de energia importadas, como o petróleo. Antes que o hidrogênio possa desempenhar um papel energético maior e se tornar uma alternativa amplamente utilizada como a gasolina, novas instalações e sistemas deverão ser construídos.

A energia sustentável deve ser amplamente encorajada, uma vez que não causa danos ao meio ambiente e está amplamente disponível. Todas as fontes de energia renováveis, como energia solar, eólica, geotérmica, hidrelétrica e energia oceânica são sustentáveis, assim como o uso do hidrogênio como fonte de energia renovável.

REFERÊNCIAS

- AIR LIQUIDE – CREATIVE OXYGEN. **Hidrogênio:** Soluções de fornecimento industrial baseadas em experiência global. Disponível em: <https://industrial.airliquide.com.br/sites/industry_br/files/2016/05/31/hidrogenio.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.
- BOTTON, J. P. **Líquidos iônicos como Eletrólitos para Reações Eletroquímicas.** Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/10033>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- BENEMANN JR. **Hydrogen biotechnology: progress and prospects.** Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nbt0996-110>>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- COSTA, Eduardo Lima; NETO, Georgios J. Ninos; FILHO, José Roberto B. Ramos; CORRÊA, Marlison J. Imbiriba. **Estudo sobre células a combustível de hidrogênio através da eletrólise da água:** um desafio a engenharia nacional, Santarém-Pará, 2019. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/128855.pdf>>. Acesso em 31 ago. 2019.
- ESTÊVÃO, Tânia Esmeralda Rodrigues. **O Hidrogênio como Combustível.** Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58102/1/000129289.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- ETT, Gerhard; JANÓLIO, Gilberto; ETT, Volkmar; EBESUI, Angelo Massatoshi e VULCANO, Giuseppe. JUNQUEIRA, Marcelo Schunn Diniz. **Geração de energia elétrica distribuída a partir de célula a combustível.** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 ago. 2018.
- GUO, Z. L. YANG, K. MARCUS, Z. LI, B. LUO, L. ZHOU X. WANG, Y. DU, Y. YANG. **MoS₂/TiO₂ heterostructures as nonmetal plasmonic photocatalysts for highly efficient hydrogen Evolution.** Royal Society of Chemistry. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/ee/c7ee02464a#1divAbstract>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

LONGO, V. A. M. et al. **Produção Biológica de Hidrogênio**. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-20032013-092712/publico/Nascimbeni_Fernanda.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

LIBERATO NETO, Roberto; Moreira, José Roberto Simões. **Geração e Combustão do Hidrogênio obtido através do processo de Eletrólise da Água**. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Artigos/Art_TCC_018_2007.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

MAIA, Thaísa A.; BELLIDO, Jorge D. A. e ASSAF, Elisabete M. ASSAF, José M. **Produção de Hidrogênio a partir da Reforma a Vapor de Etanol utilizando catalisadores Cu/Ni/yyy- Al_2O_3** . Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No2_339_18-AR06009.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

MANGABEIRA, Daniel da Fonseca; SILVA, Antônia Joseane Santana da; ABREU, Diego Coelho. **O Uso de Hidrogênio como Combustível**. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD4_SA19_ID5593_03092018220136.pdf>. acesso em: 20 ago. 2018.

MEDEIROS. William B. BOTTON. Janine Padilha. **Métodos e Eletrólitos Utilizados na Produção de Hidrogênio**. Disponível em: <<https://unila.edu.br/sites/default/files/files/William%20Bartolomeu%20de%20Medeiros.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

NETO. Gomes; HOFFMANN. Emílio. **Hidrogênio - evoluir sem poluir - A Era do Hidrogênio, das Energias Renováveis e das células a combustível**. Editora: Brasil H2. São Caetano do Sul – SP, 2005.

NETO. Roberto Liberato; MOREIRA. José R. Simões. **GERAÇÃO E COMBUSTÃO DO HIDROGÊNIO OBTIDO ATRAVÉS DO PROCESSO DE ELETRÓLISE DA ÁGUA**. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2007/Artigos/Art_TCC_018_2007.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

OLIVEIRA, Camila R. de; FERNANDES, Natanna G. Soares; MOREIRA, Marcelo Aires; SILVA, Ricardo M. da. **O Uso do Hidrogênio como Fonte Energética**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_WIC_143_902_18877.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

PALHARES, Dayana D'Arc de Fátima. **Produção de Hidrogênio por Eletrólise Alcalina da Água e Energia Solar**. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21286/1/Produ%C3%A7%C3%A3oHidrog%C3%AAnioEletr%C3%B3lise.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

PENA. Rodolfo Alves. **Fontes renováveis de energia**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fontes-renovaveis-energia.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

SANTOS, F. M. S. M.; SANTOS, F. A. C. M. dos. **O Combustível “hidrogênio”**. Educação, Ciência e Tecnologia. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Scielo, n. 31, maio de 2005. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/o-combustivel-hidrogenio/4802282/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SILVA, Inara Amoroso da. **Hidrogênio: Combustível do Futuro**. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com.br/index.php/ensaioeciencia/article/viewFile/4051/3277>>. Acesso em: 20 ago. 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

