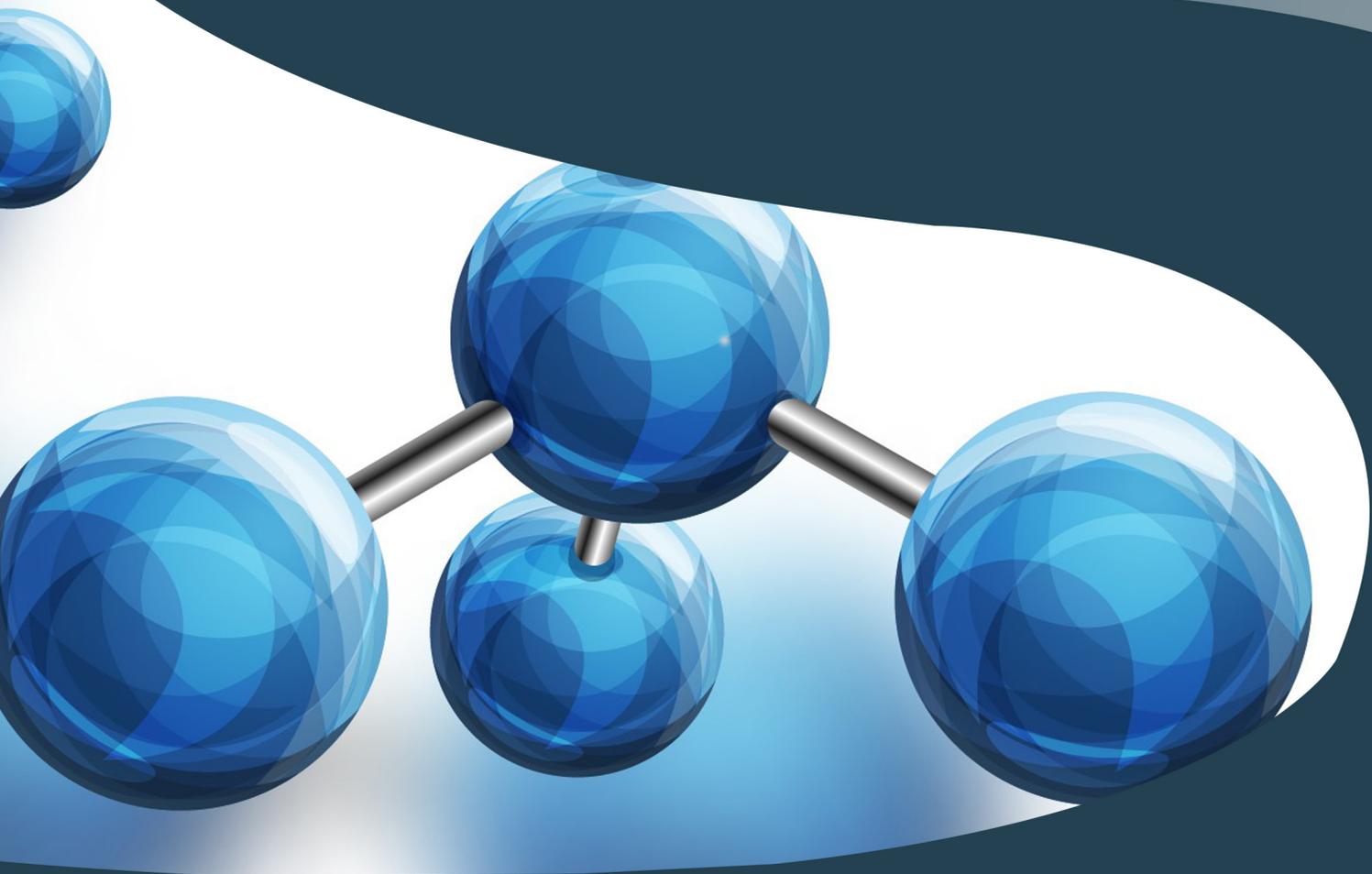


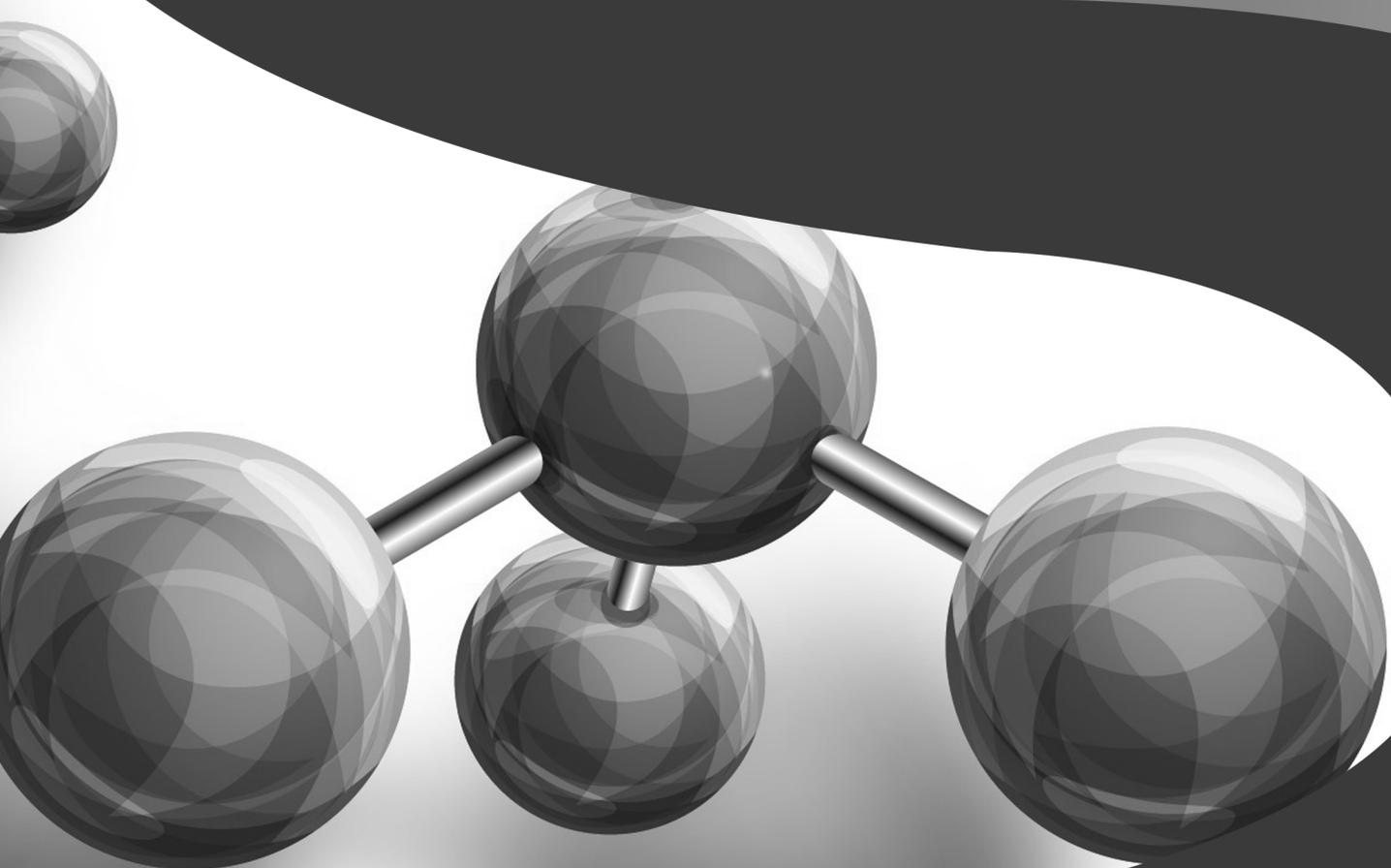
# A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas  
(Organizadores)



# A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

Juliano Carlo Rufi no de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufi no de Freitas  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Internazionale delle Figlie di 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 Pietrobon – 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
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  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D618 A diversidade de debates na pesquisa em química [recurso eletrônico] / Organizadores Juliano Carlo Rufino de Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-906-6

DOI 10.22533/at.ed.066201301

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa – Metodologia.  
I. Freitas, Juliano Carlo Rufino de. II. Freitas, Ladjane Pereira da Silva Rufino de.

CDD 540.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Nessas últimas décadas as Pesquisas em Química têm apresentado grandes avanços com contribuições de estudos, tanto de natureza teórica como prática, conferindo especulações investigativas de aspectos, tanto fenomenológicos como metodológicos da ciência.

Além disso, as pesquisas, no campo da Química, têm contado com inúmeros programas de pesquisas em todo país permitindo uma abrangência de uma variedade de área, possibilitando assim, a contemplação de uma diversidade de debates que, por sua vez tem corroborado com a produção de produtos inovadores e de qualidade.

Devido a isso, verifica-se que os inúmeros trabalhos científicos, decorrentes desses debates, têm apresentado uma grande contribuição para o avanço da ciência, com uma extrema relevância, no que diz respeito, principalmente, a sua aplicabilidade para o desenvolvimento da sociedade.

O *e-Book* " A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química" é composto por uma criteriosa coletânea de trabalhos científicos organizados em 33 capítulos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam seus debates em temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para atender os interesses de acadêmicos e estudantes tanto do ensino médio e graduação, como da pós-graduação, que procuram atualizar e aperfeiçoar sua visão na área. Nele, encontrarão experiências e relatos de pesquisas teóricas e práticas sobre as mais variadas áreas da química, além da prospecção de temas relevantes para o desenvolvimento social e cultural do país.

Esperamos que as experiências relatadas neste *e-Book* contribuam para o enriquecimento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas, uma vez que nesses relatos são fornecidos subsídios e reflexões que levam em consideração perspectivas de temas atuais.

Juliano Carlo Rufino de Freitas  
Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS: APLICAÇÕES E DESAFIOS	
Laíse Nayra dos Santos Pereira Pedro Vidinha Edmilson Miranda de Moura Marco Aurélio Suller Garcia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS BASEADOS EM COLÁGENO HIDROLISADO EXTRAÍDOS DE ESCAMAS DE TILAPIA CONTENDO HIDROXISALICILATO LAMELAR DE COBALTO(II) COMO CARGA	
Kauani Caldato Rafael Marangoni Silvia Jaerger Leandro Zatta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
OPTIMIZATION OF ALKALINE, ACIDIC, IONIC LIQUID AND OXIDATIVE PRETREATMENTS FOR COCONUT WASTE CONVERSION INTO FERMENTABLE SUGARS	
Polyana Morais de Melo Magale Karine Diel Rambo Michele Cristiane Diel Rambo Cláudio Carneiro Santana Junior Mateus Rodrigues Brito Yara Karla de Salles Nemet	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
DETECTION OF IN-SITU GENERATED GLYCEROL AT A LIQUID-LIQUID INTERFACE BY ELECTROCHEMICAL METHODS	
Etienne Sampaio Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
DEPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRAFENO EM SUPORTE DE SÍLICA MESOCELULAR	
Marielly Lemes Gonçalves Cristiane de Araújo da Fonseca Maria Clara Hortencio Clemente Gesley Alex Veloso Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
ESTUDO DA ADSORÇÃO DE HIS, TRY E TYR EM MONTMORILONITA SIMULANDO AMBIENTES PREBIÓTICOS	
Adriana Clara da Silva Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0662013016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

**OBTENÇÃO CATALÍTICA DE 4-AMINOFENOL EM MCF IMPREGNADA COM OURO**

Cristiane de Araujo da Fonseca  
Marielly Lemes Gonçalves  
Maria Clara Hortencio Clemente  
Gesley Alex Veloso Martins

**DOI 10.22533/at.ed.0662013017**

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

**RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS COM CATALISADORES DE NÍQUEL SUPORTADO EM ÓXIDOS MISTOS DE LANTÂNIO E METAIS ALCALINOS TERROSOS**

Lucas Alves da Silva  
Thayná Nunes de Carvalho Fernandes  
Sania Maria de Lima  
Fernanda Amaral de Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.0662013018**

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

**RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA QUIMIOENZIMÁTICA DA (±)-1-FENILETILAMINA COM LÍQUIDOS IÔNICOS DE AMÔNIO E FOSFÔNIO COMO ADITIVOS**

Fernanda Amaral de Siqueira  
Luiz Sidney Longo Júnior  
Renata Costa Zimpeck  
Jacqueline Ribeiro do Nascimento  
Ana Carolina Moralles Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.0662013019**

**CAPÍTULO 10 ..... 110**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIÁCIDA DE PRODUTOS COMERCIAIS E NATURAIS**

Juliano Carvalho Ramos  
Giovani Pakuszewski  
Luana da Silva Flores  
Vitória Valentina Trachinski Carvalho  
Samuel Henrique Kreis  
Luan Mateus da Silva Pinto  
Nathan Andryel Bollauf Antunes  
Nicolle Spricigo  
Sérgio Miguel Planinscheck

**DOI 10.22533/at.ed.06620130110**

**CAPÍTULO 11 ..... 124**

**CHEMICAL DIFFERENTIATION AND EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT POTENTIAL OF ACAI WINE BY NMR AND CHEMOMETRIC TOOLS**

Jaqueline de Araújo Bezerra  
Lúcia Schuch Boeira  
Paulo Henrique Bastos Freitas  
Nicolle Ribeiro Uchoa  
Josiana Moreira Mar  
Andrezza da Silva Ramos  
Marcos Batista Machado

**DOI 10.22533/at.ed.06620130111**

**CAPÍTULO 12 ..... 135**

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O DESCARTE DE RESÍDUOS DE COBRE E IODO**

Gabriela Trotta Linhares  
Bruna Layza Moura Vieira  
Bruna Médice Chinelate  
Tatiana Alves Toledo  
Denise Barros de Almeida Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.06620130112**

**CAPÍTULO 13 ..... 142**

**MÉTODO UTILIZANDO MICROEXTRAÇÃO EM SISTEMA DINÂMICO PARA A PRÉ-CONCENTRAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE CHUMBO EM AMOSTRAS DE OSTRA E CAMARÃO**

Rebeca Moraes Menezes  
Rafael Vasconcelos Oliveira  
Djalma Menezes de Oliveira  
Uneliton Neves Silva  
Valfredo Azevedo Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.06620130113**

**CAPÍTULO 14 ..... 154**

**USO DO CATALISADOR BIFUNCIONAL ÁCIDO 12-TUNGSTOFOSFÓRICO SUPOSTADO EM ÓXIDO DE CÉRIA-ZIRCÔNIA NA CONVERSÃO DE ETANOL A OLEFINA**

Maria Clara Hortencio Clemente  
Gesley Alex Veloso Martins  
José Alves Dias  
Sílvia Cláudia Loureiro Dias

**DOI 10.22533/at.ed.06620130114**

**CAPÍTULO 15 ..... 169**

**USO DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS ELETROQUÍMICA DIFERENCIAL ON-LINE (DEMS) NA ELETRO-OXIDAÇÃO DE ETANOL OBTIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU SOBRE ELETROCATALISADORES DE PT/C E PT80SN20/C**

Ziel Dos Santos Cardoso  
Deracilde Santana da Silva Viégas  
Cáritas de Jesus Silva Mendonça  
Adeilton Pereira Maciel  
Isaide de Araujo Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.06620130115**

**CAPÍTULO 16 ..... 183**

**EVALUACIÓN DE VINOS PERUANOS CON SIMPLES Y ECONÓMICAS NARICES ELECTRÓNICAS**

Ana Lucía Paredes Doig  
Mario Hurtado-Cotillo  
Rosario Sun Kou  
Elizabeth Doig Camino  
Gino Picasso  
Adolfo La Rosa-Toro Gómez

**DOI 10.22533/at.ed.06620130116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>196</b>
TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS: IMPORTÂNCIA DE CONSCIENTIZAÇÃO DA COMUNIDADE ACADÊMICA SOBRE O DESCARTE RESPONSÁVEL	
Karolynne Campos de Moraes Rafaela Rocha de Paula João Marcos Silva Rosendo dos Santos Iago Santos Mesquita Aline Maria dos Santos Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>208</b>
RELATO DE UMA OFICINA DE FOTOCATÁLISE COMO FORMA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E APROXIMAÇÃO ENTRE ENSINO SUPERIOR E EDUCAÇÃO BÁSICA	
Lorena Mota Rebouças Marluce Oliveira da Guarda Souza Vanessa da Silva Reis Abraão Felix da Penha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>218</b>
REALIZAÇÃO E EXECUÇÃO DE UM CURSO PARA CONSCIENTIZAÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA COMO PRÁTICA DE ENSINO DE GRADUANDOS DO PIBID	
Maria Lucia Teixeira Guerra de Mendonça Rosana Petinatti da Cruz Roberto Barbosa de Castilho Victor de Souza Marques Luiza Duarte Rodrigues da Costa Stefanie Figueira Melo Marinho Milena Belloni Cavalcante da Silva Isabella Oliveira da Silva Thayssa Ramos Quintiliano Lima Juliana Petinatti Sarmento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>221</b>
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA DA 2ª ETAPA DA EJA NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA – PA	
Carlos Henrique Cordeiro Castro Joseph Ranei Oliveira Pereira Tatiani Da Luz Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>234</b>
DIAGNÓSTICO DE DISCENTES DO CURSO DE QUÍMICA A CERCA DO ENSINO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM SOCIO-AMBIENTAL (CTSA)	
Micheline Soares Costa Oliveira Michelle Maytre da Costa Mota Cristiane Duarte Alexandrino Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130121</b>	

**CAPÍTULO 22 ..... 245**

ENSINO DE QUÍMICA PARA CEGOS E A FORMAÇÃO DOS FUTUROS PROFESSORES: UM BREVE RELATO DE PESQUISA DESENVOLVIDA EM INSTITUTO FEDERAL

Caroline Oliveira Santos  
Ivan Pollarini Marques de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.06620130122**

**CAPÍTULO 23 ..... 258**

ESTUDO SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES E OS PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Mayla Eduarda Rosa  
Joana de Jesus de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.06620130123**

**CAPÍTULO 24 ..... 266**

A IMPORTÂNCIA DA DISCIPLINA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO DOCENTE

Juracir Francisco de Brito  
Angélica de Brito Sousa  
Raimunda Alves Melo  
Darlisson Slag Neri Silva  
Samuel de Macêdo Rocha  
Aurileide Maria Bispo Frazão Soares  
Luciano Soares dos Santos  
Jardel Meneses Rocha  
Tiago Linus Silva Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.06620130124**

**CAPÍTULO 25 ..... 278**

A DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ETANOL NA GASOLINA COMUM COMO ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Carlos César da Silva  
Eulália Cristina Rodrigues Ficks

**DOI 10.22533/at.ed.06620130125**

**CAPÍTULO 26 ..... 287**

ANALISANDO NOSSA PRECIOSIDADE - ÁGUA

Carla Aparecido da Silva Lopes  
Eliane Flora

**DOI 10.22533/at.ed.06620130126**

**CAPÍTULO 27 ..... 291**

A UTILIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS NA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS: UMA REVISÃO

Tiago Linus Silva Coelho  
Jesus Antonio Duarte Gualteros  
Darlisson Slag Neri Silva  
Angélica de Brito Sousa  
Fernando Pereira Lima

Juracir Francisco de Brito  
Mikael Kélvyn de Albuquerque Mendes  
Edivan Carvalho Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.06620130127**

**CAPÍTULO 28 ..... 301**

ANÁLISE *IN SILICO* DE INIBIDORES DA ENZIMA 6-FOSFOGLUCONOLACTONASE DO PARASITA *Leishmania* SP. USANDO DOCKING MOLECULAR E SIMULAÇÕES DE DINÂMICA MOLECULAR

Alan Sena Pinheiro  
Jorddy Neves da Cruz  
Renato Araújo da Costa  
Sebastião Gomes Silva  
João Augusto Pereira da Rocha  
Claudia Oliveira Sena  
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego  
Isaque Gemaque de Medeiros  
Fábio Alberto de Molfetta

**DOI 10.22533/at.ed.06620130128**

**CAPÍTULO 29 ..... 313**

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANÁLISE DOS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOÍDES DE AMOSTRAS DE PRÓPOLIS DO VALE DO IVAÍ, BRASIL

Adriana Regina Parmegiani de Oliveira  
Camila Peitz  
Ranieri Campos  
Cristina Peitz de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.06620130129**

**CAPÍTULO 30 ..... 322**

ATIVIDADE DE CATALASE DE UM NOVO MATERIAL BASEADO EM QUITOSANA E UM COMPLEXO DE COBRE (II)

Carla Nanci Maia Donola Pereira  
Mariana Bengaly Marques  
Felipe Pereira da Silva  
Thais Petizero Dionízio  
Thaís Delazare  
Annelise Casellato

**DOI 10.22533/at.ed.06620130130**

**CAPÍTULO 31 ..... 333**

AVALIAÇÃO DA ATRATIVIDADE DE FÊMEAS DE *Ceratitis capitata* PARA COMPOSTOS VOLÁTEIS DO FRUTO HOSPEDEIRO *Averrhoa carambola* L.

Camila Pereira de Lima Chicuta  
Nathaly Costa de Aquino  
Raphael de Farias Tavares  
Luana Lima Ferreira  
Jéssica de Lima Santos  
Andreza Heloiza da Silva Gonçalves  
Ruth Rufino do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.06620130131**

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>344</b>
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MOLUSCÍCIDA DOS EXTRATOS POLARES DE <i>Strongylodon macrobotrys</i> (LEGUMINOSAE) E <i>Bidens Pilosa</i> (ASTERACEAE) SOBRE <i>Achatina fulica</i> , 1822 (MOLLUSCA, ACHATINIDAE)	
Lúcia Pinheiro Santos Pimenta	
Bruna Aparecida de Souza	
Alan Rodrigues Teixeira Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130132</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>356</b>
ESTUDO COMPARATIVO DO FEROMÔNIO SEXUAL DE DUAS POPULAÇÕES SUL AMERICANAS DE <i>Anastrepha obliqua</i>	
Claudinete dos Santos Silva	
Regivaldo dos Santos Melo	
Rafael Augusto Nobrega Tavares	
Nathaly Costa de Aquino	
Raphael de Farias Tavares	
Lucie Vanícková	
Adriana de Lima Mendonça	
Nelson Augusto Canal Daza	
Ruth Rufino do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.06620130133</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>364</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>365</b>

## USO DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS ELETROQUÍMICA DIFERENCIAL ON-LINE (DEMS) NA ELETRO-OXIDAÇÃO DE ETANOL OBTIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU SOBRE ELETROCATALISADORES DE PT/C E PT80SN20/C

Data de aceite: 16/12/2019

### Ziel Dos Santos Cardoso

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, Campus São Luís – Monte Castelo.

### Deracilde Santana da Silva Viégas

Universidade Federal do Maranhão - UFMA  
Campus universitário do Bacanga - Av. dos Portugueses, s/n - CEP: 65085-580 São Luís – MA

### Cáritas de Jesus Silva Mendonça

Universidade Federal do Maranhão-UFMA,  
Departamento de Química.  
Campus Bacanga - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

### Adeilton Pereira Maciel

Universidade Federal do Maranhão-UFMA,  
Departamento de Química.  
Campus Bacanga - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

### Isaide de Araujo Rodrigues

Universidade Federal do Maranhão-UFMA,  
Departamento de Química.  
Campus Bacanga - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de CO<sub>2</sub> gerado a partir da reação de eletro-oxidação de etanol obtido do mesocarpo de coco babaçu utilizando espectrometria de massas

eletroquímica diferencial on-line (DEMS) sobre eletrocatalisadores a base de platina suportados em carbono Vulcan. A obtenção do etanol ocorreu em duas etapas, hidrólise e fermentação, e os eletrocatalisadores utilizados foram sintetizados usando o método de redução por álcool. O álcool obtido foi caracterizado por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIRS) e os eletrocatalisadores de Pt/C e Pt80Sn20/C foram caracterizados utilizando as técnicas de Difração de Raios X (DRX), Energia Dispersiva de Raios X (EDX), Stripping de CO e DEMS. Os resultados mostraram que a eficiência de corrente para a produção de CO<sub>2</sub> para ambos os eletrocatalisadores sintetizados foi menor que 1%, revelando que a oxidação de etanol de mesocarpo de coco babaçu emite menos poluente para o meio ambiente que o etanol comum.

**PALAVRAS-CHAVE:** Babaçu. Etanol. Eletrocatalisadores. Eletro-oxidação.

USE OF ON-LINE DIFFERENTIAL  
ELECTROCHEMICAL MASS  
SPECTROMETRY (DEMS) ON  
ELECTROOXIDATION OF ETHANOL  
OBTAINED FROM BABASSU COCO  
MESOCARP ON PT/C AND PT80SN20/C  
ELECTROCATALYSTS

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the CO<sub>2</sub> content generated from the electrooxidation reaction of ethanol obtained from the babassu coconut mesocarp using on-line Differential Electrochemical Mass Spectrometry (DEMS) on platinum-based electrocatalysts supported on Vulcan carbon. Ethanol was obtained in two stages, hydrolysis and fermentation, and the electrocatalysts used were synthesized using the alcohol reduction method. The obtained alcohol was characterized by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIRS) and the Pt/C and Pt<sub>80</sub>Sn<sub>20</sub>/C electrocatalysts were characterized using X-ray Diffraction (XRD), X-ray Dispersive Energy (EDX), Stripping of CO and DEMS techniques. The results showed that the current efficiency for CO<sub>2</sub> production for both synthesized electrocatalysts was less than 1%, revealing that the alcohol oxidation of babassu coconut mesocarp emits less pollutant to the environment than ordinary ethanol.

**KEYWORDS:** Babassu. Ethanol. Electrocatalysts. Electro-oxidation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil há uma grande predominância de diversos tipos de palmeiras, dentre estas, destaca-se a palmeira do babaçu (*Orbignya* sp), cujo fruto apresenta um mesocarpo com alta porcentagem de amido que pode ser usado como biomassa para a produção do etanol (CINELLI, B. A. et al. 2014, 2015).

O fruto da palmeira do babaçu possui grande potencial econômico, do qual pode ser obtido grande variedade de produtos, tais como: carvão, azeite, etanol, etc. (CINELLI, B. A. et al. 2014).

O etanol é um combustível proveniente de fontes naturais renováveis, apontado como uma das principais alternativas para substituir a gasolina, pois é menos poluente e pode ser obtido em larga escala a partir de fontes renováveis de matéria prima (ZHENG, Y. et al. 2012)

Dentre os diversos álcoois estudados para o uso direto em células a combustível, o etanol é o que mais se destaca, principalmente devido a sua alta densidade energética, baixa toxicidade e a possibilidade de ser produzido em larga escala através de fermentação de biomassa, o que oferece sustentabilidade ambiental e economia (RIBEIRO, J. et al, 2007; MAKSIC, A. et al, 2016).

A oxidação do etanol ocorre a potenciais baixos, com espécies adsorvidas na superfície do eletrodo de trabalho que levam a formação de acetaldeído e ácido acético como produtos principais (RIBEIRO, J. et al, 2007; MAKSIC, A. et al, 2016).

Neste contexto, apesar de todas as propriedades atrativas que o etanol apresenta, encontrar um catalisador que permita sua completa oxidação para produzir 12 elétrons por molécula de etanol ainda é um grande desafio.

A cinética de oxidação eletroquímica do etanol é lenta (MAKSIC, A. et al, 2016),

por isso, há necessidade no desenvolvimento de novos catalisadores para a eletro-oxidação deste álcool (MAKSIC, A. et al, 2016), sendo os catalisadores a base de platina os mais estudados e aplicados para a oxidação de álcoois (LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; 2008; GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A. 2015). A platina é um metal que possui elevada atividade catalítica, entretanto, não é capaz de oxidar a molécula de monóxido de carbono (CO) à dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a baixos potenciais, necessitando do emprego outro metal junto a platina, favorecendo assim a oxidação de CO à CO<sub>2</sub> em potenciais menores.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de eletrocatalisadores, a base de platina, através da quantificação do teor de CO<sub>2</sub> gerado a partir da reação de eletro-oxidação de etanol obtido do mesocarpo de coco babaçu, utilizando espectrometria de massas eletroquímica Diferencial on-line (DEMS).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Materiais utilizados

O mesocarpo de coco Babaçu foi obtido da Associação das Quebradeiras de Coco Babaçu de Itapecuru Mirim - MA. As enzimas  $\alpha$ -amilase e glucoamilase foram fornecidas pela Novozymes Latin America Ltda. O fermento biológico foi obtido no comércio local. Os demais reagentes utilizados, Carbono Vulcan XC72R (Cabot), Ácido hexacloroplatínico (H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>.6H<sub>2</sub>O) (Aldrich), Cloreto de estanho (SnCl<sub>2</sub>) (Aldrich), Ácido sulfúrico (95% - 98%) (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Isofar), Ácido nítrico (65% - 70%) (HNO<sub>3</sub>) (Synth), Etileno glicol 99,5% (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) (Isofar), Metanol 99,8% (CH<sub>3</sub>OH) (Merck) e Náfion 5% (Aldrich) são todos de grau analítico.

### 2.2 Obtenção e caracterização do etanol de mesocarpo de babaçu

A produção de etanol a partir do mesocarpo do coco de babaçu ocorreu em duas etapas: Hidrólise e fermentação. As etapas de aquecimento foram realizadas em banho-maria e as etapas de resfriamento em banho de gelo. O controle de pH foi feito usando um pHmetro. A etapa de destilação foi feita com o uso de um rota-evaporador.

As amostras de etanol foram analisadas por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIRS) em um equipamento IRPrestige-21 da Shimadzu, aplicando uma pequena alíquota das amostras de álcool em pastilhas de brometo de potássio (KBr), com leitura realizada na faixa de 4000-400 cm<sup>-1</sup> e resolução de 4 cm<sup>-1</sup>.

### 2.3 Tratamento do carbono Vulcan XC – 72R

Carbono Vulcan XC-72R foi tratado com HNO<sub>3</sub> 5,0 mol L<sup>-1</sup> em um sistema de refluxo durante 5 horas a temperatura controlada entre 70 – 80°C, com o propósito de aumentar sua atividade catalítica frente as reações de oxidação de etanol (GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A. 2015; NETO, A. O. et al. 2006) Após o refluxo, o carbono Vulcan foi lavado com água deionizada até atingir o pH = 5. Em seguida a fase sólida, retida no filtro, foi colocada para secar em estufa a 60°C durante 24 horas. O teste para verificar a eficácia do tratamento ácido foi realizando usando uma faixa de potencial de 0,03 – 1 V, para o carbono Vulcan antes e após o tratamento ácido.

### 2.4 Síntese dos eletrocatalisadores

Os eletrocatalisadores Pt/C 20% e Pt80Sn20/C foram preparados pelo método de redução por álcool, também conhecido como método de poliálcool, método fácil de executar e que possibilita a obtenção de nanopartículas.<sup>7</sup> Os eletrocatalisadores foram sintetizados empregando 20% de massa dos metais e 80% do suporte de carbono Vulcan.

A impregnação dos metais platina e estanho sobre o Carbono Vulcan tratado ocorreu com a adição das soluções dos sais precursores de modo a obter a massa desejada de cada metal e a adição de uma solução de etileno glicol/água (75/25, v/v). Essa mistura foi submetida a um sistema de refluxo a temperatura controlada entre 70 °C e 80 °C durante 2 horas. Após o refluxo, a mistura foi lavada e filtrada. A fase sólida resultante foi levada a estufa a 70 °C por 24 horas, sendo em seguida macerada e armazenada em eppendorf (GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A. 2015; NETO, A. O. et al. 2006)

### 2.5 Difração de Raios X – DRX e Energia Dispersiva de Raios X (EDX)

Os difratogramas de raios X foram obtidos em um difratômetro RIGAKU modelo ULTIMA IV, usando radiação K<sub>α</sub> do Cu. Os tamanhos dos cristalitos e parâmetros de rede dos eletrocatalisadores foram calculados a partir dos resultados das análises de DRX do plano (220) da estrutura cúbica de face centrada (cfc) da platina usando a equação de Scherrer (1) e a equação 2, respectivamente (NETO, A. O. et al. 2006; PECH-RODRÍGUES, W. J. et al, 2017)

$$d = \frac{k\lambda_{K\alpha}}{B_{2\theta} \cos \theta}$$

Equação 1

$$p = \frac{\sqrt{2\lambda}}{\sin \theta}$$

Equação 2

Onde  $d$  é o tamanho médio do cristalito,  $p$  é o parâmetro de rede,  $\lambda$  é o comprimento de onda da radiação utilizada, neste caso a do Cu  $k_{\alpha}$ , igual a 1,54056 Å,  $k$  é uma constante igual a 0,9 (pois assume-se que os cristalitos tem morfologia esférica),  $B_{2\theta}$  é a largura do pico de difração a meia altura em radiano e  $\theta$  é o ângulo de Bragg em graus para o ponto de altura máxima do pico analisado (PECH-RODRÍGUES, W. J. et al, 2017; QUEIROZ, A. C. et al. 2014). As composições atômicas dos eletrocatalisadores foram determinadas por análises de Energia Dispersiva de Raios X.

## 2.6 Espectrometria de massas eletroquímica diferencial on-line (DEMS).

Para as análises de DEMS, foi utilizada uma célula de um compartimento com entrada para os eletrodos de trabalho, referência e contra-eletrodo de platina, além de entrada de gás e controlador de temperatura (QUEIROZ, A. C. et al. 2014). Os eletrodos foram preparados pela deposição de ouro (Au) por pulverização (Sputtering deposition) sobre uma membrana de Teflon com espessura de 50 nm. Em seguida, sobre a membrana de Teflon, foi realizada a adição de 180  $\mu$ L de uma suspensão aquosa contendo o material catalítico, uma mistura de 2 mg de pó do catalisador mais 25  $\mu$ L de Náfion, para garantir a aderência do material catalítico (QUEIROZ, A. C. et al. 2014).

Os produtos voláteis produzidos a partir da oxidação do etanol foram monitorados a partir dos sinais de massa/carga ( $m/z$ ) 44 e 22, que correspondem a molécula de  $\text{CO}_2$  ionizado [ $\text{CO}_2^+$ ] e duplamente ionizado [ $\text{CO}_2^{+2}$ ], além dos sinais do acetaldeído  $m/z$  29 e 44, que correspondem [ $\text{CHO}^+$ ] e [ $\text{CH}_3\text{CHO}^+$ ], respectivamente. Como o sinal  $m/z$  44 pode corresponder tanto para o  $\text{CO}_2$  ionizado [ $\text{CO}_2^+$ ] como para a espécie [ $\text{CH}_3\text{CHO}^+$ ], optou-se por acompanhar a formação de  $\text{CO}_2$  e acetaldeído através dos sinais  $m/z$  22 e 29 que correspondem as espécies [ $\text{CO}_2^{+2}$ ] e [ $\text{CHO}^+$ ], respectivamente (QUEIROZ, A. C. et al. 2014; CANTANE, D. A. et al. 2012).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier - FTIR

A figura 1 mostra o espectro de Infravermelho do etanol de mesocarpo de coco babaçu sendo comparado ao espectro de etanol obtido comercialmente. É possível observar que ambos os espectros mostrados são praticamente idênticos, ou seja, o etanol de babaçu apresenta o mesmo perfil que o etanol comercial.

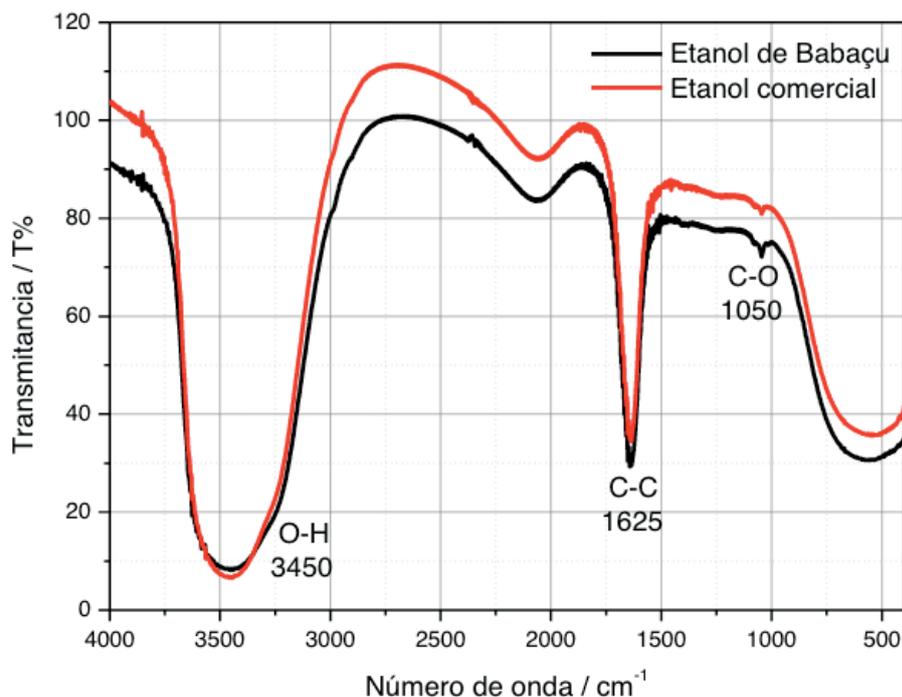


Figura 1. Espectros de infravermelho do etanol comercial (vermelho) e etanol de coco babaçu (preto).

O espectro de Infravermelho da figura 1 mostra o estiramento *OH* em aproximadamente  $3450\text{ cm}^{-1}$  como uma banda larga e intensa, característica de amostras concentradas (LOPES, W. A.; FASCIO, M. 2004). O estiramento C-C aparece de forma bem aguda em  $1625\text{ cm}^{-1}$ . Enquanto que o estiramento CO aparece de forma discreta, em aproximadamente  $1050\text{ cm}^{-1}$ , uma característica de álcool primário (LOPES, W. A.; FASCIO, M. 2004).

### 3.2 Difração de Raios X e Energia Dispersiva de Raios X (EDX)

Os difratogramas das ligas metálicas  $\text{Pt}_{80}\text{Sn}_{20}/\text{C}$  e  $\text{Pt}/\text{C}$  são mostrados na Figura 2. Os picos em aproximadamente 20, 39, 45, 67 e 81 são atribuídos aos planos (111), (200), (220) e (311), respectivamente, da estrutura cúbica de face centrada (cfc) da platina e ligas metálicas contendo platina.

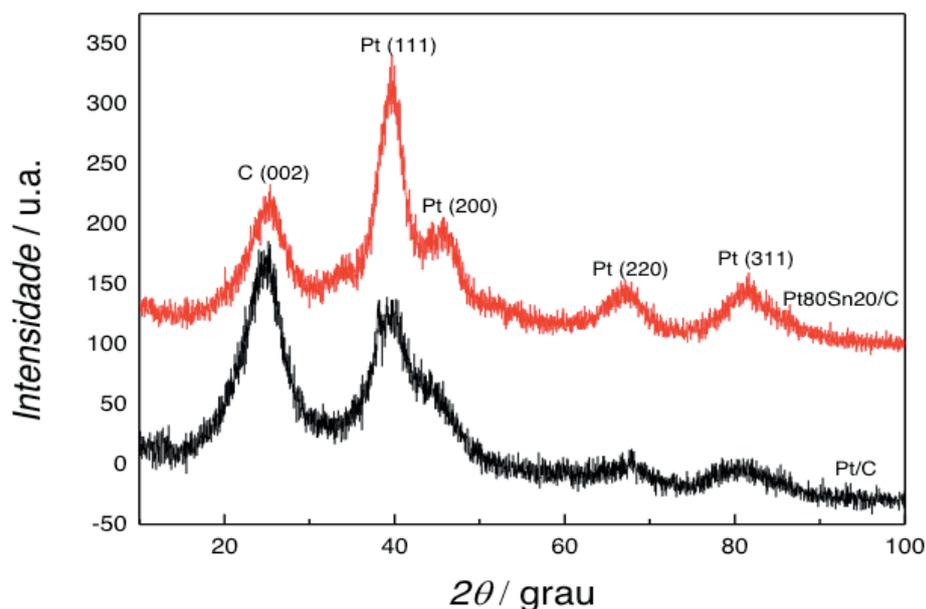


Figura 2. Difratogramas de Raios X obtidos para os electrocatalisadores Pt/C, Pt<sub>80</sub>Rh<sub>20</sub>/C e Pt<sub>80</sub>Ru<sub>20</sub>/C.

Os tamanhos dos cristalitos dos electrocatalisadores e o parâmetro de rede foram calculados a partir do pico associado ao plano (220) da platina, aplicando a equação 2 (NETO, A. O. et al. 2006; PECH-RODRÍGUES, W. J. et al, 2017). O pico associado ao plano (220) foi usado para os cálculos por sofrer menos influência do suporte de carbono C (002) (PECH-RODRÍGUES, W. J. et al, 2017).

Os valores de tamanho médio dos cristalitos dos electrocatalisadores são mostrados na Tabela 1. É possível observar que os tamanhos dos cristalitos do electrocatalisador bimetálico são inferiores aos do electrocatalisador monometálico de Pt/C, o que significa que o electrocatalisador de estanho apresenta maior atividade catalítica (NETO, A. O. et al. 2006).

Os valores dos parâmetros de redes são mostrados na Tabela 1. Estes resultados mostram que o electrocatalisador bimetálico apresenta menor valor de parâmetro de rede quando comparado com o catalisador de Pt/C. Os valores dos parâmetros de rede dos electrocatalisadores são similares aos encontrados por Neto et. al, 2006 em seu trabalho sobre oxidação de etanol usando catalisadores preparados pelo método de redução por álcool.

A composição dos electrocatalisadores sintetizados e avaliados foi definida por uso da técnica de Energia Dispersiva de Raios X (EDX), que permite avaliar a composição atômica superficial de um composto em determinada região da amostra. Por se tratar de uma técnica pontual, ela nos fornece indicativos do teor dos elementos químicos presentes em um certo ponto da amostra estudada, sendo necessária a análise em mais que uma região da amostra.

Na Tabela 1, é possível observar que os valores médios dos elementos químicos

determinados por EDX no eletrocatalisador sintetizado  $Pt_{20}Sn_{80}/C$  é relativamente próximo aos valores nominais estimados.

Eletrocatalisador	Parâmetro de rede (Å)	Tamanho do cristalito (nm)	Composição experimental-EDX (%)
Pt/C	4,0041	4,2782	-
$Pt_{80}Sn_{20}/C$	3,9757	3,8893	$Pt_{83}Sn_{17}$

Tabela 1. Parâmetro de rede, tamanho do cristalito e composição experimental para os eletrocatalisadores Pt/C e PtSn/C determinadas por Energia Dispersiva de Raios X (EDX).

### 3.3 Comportamento voltamétrico do carbono Vulcan antes e após o tratamento ácido

Na Figura 3 observa-se o voltamograma cíclico para o eletrodo de carbono antes e após o processo de funcionalização com ácido nítrico. No início é possível notar um aumento significativo na área do eletrodo de carbono funcionalizado (em vermelho) em relação ao eletrodo de carbono antes da funcionalização (em preto), tal aumento demonstra eficácia no tratamento químico do carbono.

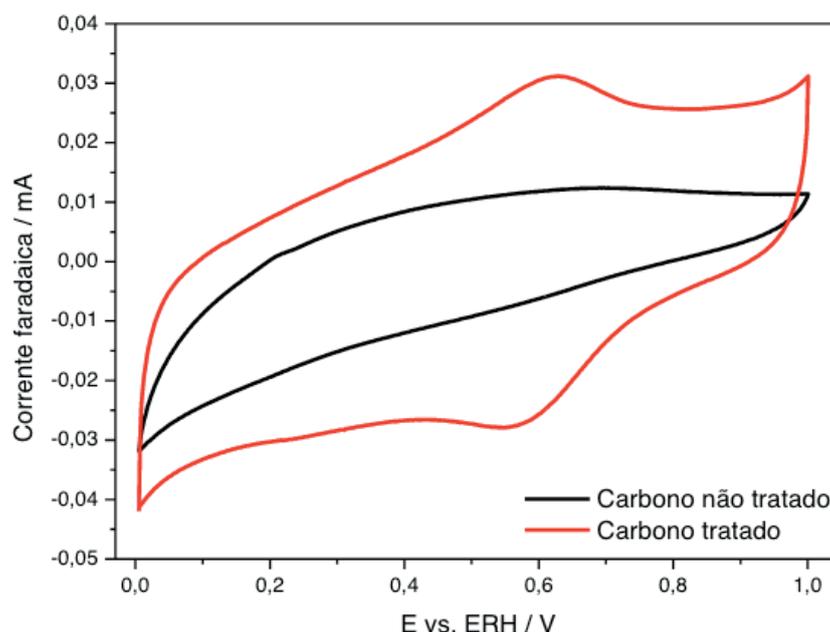


Figura 3. Voltametria cíclica do carbono Vulcan antes e após funcionalização com  $HNO_3$   $5\text{molL}^{-1}$  em meio ácido  $H_2SO_4$   $0,5\text{molL}^{-1}$ ,  $10\text{mVs}^{-1}$  e purgado com  $N_2$ .

Além do considerável aumento na área do carbono funcionalizado, é possível notar o surgimento de um pico de corrente entre 0,5 – 0,6 V para o eletrodo de carbono funcionalizado, o qual resulta da formação de óxidos, devido ao par redox Hidroquinona - Quinona (HQ - Q) formado sobre a superfície do carbono Vulcan XC-72 durante o tratamento químico (SHAO, Y. et al. 2006; WANG, J. et al. 2007)

Após o tratamento químico do carbono Vulcan, uma grande quantidade de grupos oxigenados (fenol, ácido carboxílico, lactonas e anidridos) são formados sobre a superfície do carbono (WANG, J. et al. 2007)

Conforme os resultados, o processo de funcionalização do carbono Vulcan através de tratamento químico com ácido nítrico resulta na formação de grupos oxigenados, os quais contribuem realçando o caráter hidrofílico do suporte, o que pode favorecer a ancoragem de partículas metálicas sobre o suporte de carbono Vulcan (WANG, J. et al. 2007).

### 3.4 Espectrometria de massas eletroquímica diferencial on-line DEMS

#### 3.4.1 Stripping de CO

O stripping de CO foi utilizado para a calibração do sinal de carga massa  $m/z = 22$  usada para quantificar parte da corrente proveniente da eletro-oxidação total de etanol a  $\text{CO}_2$ , conforme os resultados obtidos por espectrometria de massas eletroquímica diferencial on-line (DEMS) (DE SOUZA, J. P.I.; QUEIROZ, S. L.; NART, F. C.; 2000; RIZO, R. et al, 2017; DEUPEUCH, A. B. et al. 2016; FLORÉS-MOTAÑO, J. et al. 2016). A Figura 22, mostra os resultados de stripping de CO obtidos em meio ácido,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ molL}^{-1}$ ,  $10 \text{ mVs}^{-1}$ , para os dois eletrocatalisadores utilizados.

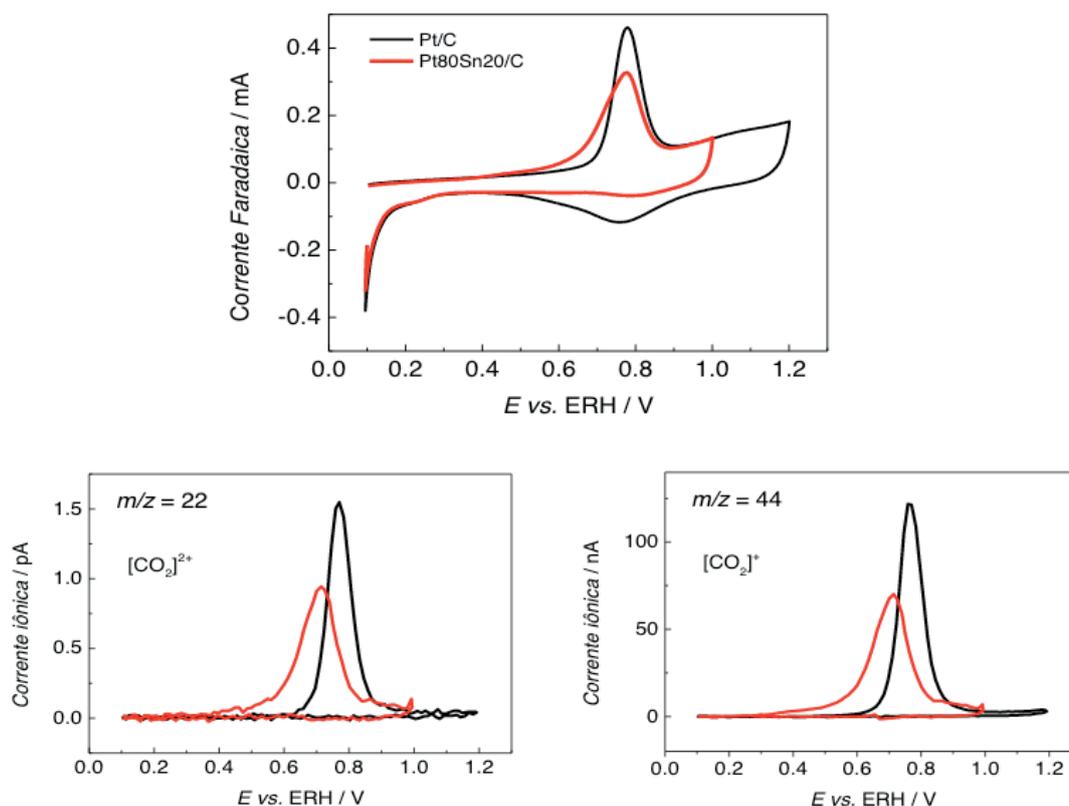


Figura 4. A) Correntes faradaicas do stripping de CO para os eletrocatalisadores sintetizados em meio  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,5 \text{ molL}^{-1}$  e B) e C) correntes iônicas para os sinais de ( $m/z = 22$ ) e ( $m/z = 44$ ), respectivamente.

As correntes iônicas do sinal  $m/z = 22$  e corrente faradaica obtida por stripping de CO para os diferentes eletrocatalisadores podem ser correlacionadas através da equação 3 (RIZO, R. et al, 2017; DEUPEUCH, A. B. et al. 2016; FLORÉS-MOTAÑO, J. et al. 2016).

$$K_{22} = \frac{2I_{m/z=22,CO}}{I_{f,CO}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde  $K_{22}$  é a constante de calibração do sinal  $m/z = 22$ , necessária para quantificar parte da corrente oriunda da eletro-oxidação do etanol à  $CO_2$ ,  $I_{m/z=22,CO}$  é a corrente iônica do sinal de carga/massa  $m/z = 22$ ,  $I_{f,CO}$  é a corrente faradaica do stripping de CO e 2 é o número de elétrons trocados durante a eletro-oxidação do CO a  $CO_2$ . Os valores de  $K_{22}$  encontrados para os diferentes eletrocatalisadores utilizados neste trabalho são mostrados na Tabela 2. Os valores encontrados para  $K_{22}$  de ambos os eletrocatalisadores estudados são próximos aos encontrados na literatura para a reação de oxidação de etanol comum (QUEIROZ, A. C. et al. 2014).

Eletrocatalisadores	$K_{22}$	$Aq_{CO_2}/\%$
Pt/C	$1,9978 \times 10^{-6}$	0,63%
Pt <sub>80</sub> Sn <sub>20</sub> /C	$2,9546 \times 10^{-6}$	0,19%

Tabela 2. Valores de  $K_{22}$  e taxa de eficiência de corrente de  $CO_2$  ( $Aq_{CO_2}$ ) durante a eletro-oxidação de etanol de mesocarpo de coco de babaçu na concentração de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  para os diferentes eletrocatalisadores sintetizados.

### 3.5 Reação de oxidação de etanol – ROE

A Figura 5 mostra os voltamogramas cíclicos, obtidos por DEMS, obtidos durante os experimentos de eletro-oxidação de etanol de mesocarpo de coco de babaçu a  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , em meio ácido  $H_2SO_4$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ , sobre os eletrocatalisadores sintetizados (Pt/C e Pt<sub>80</sub>Sn<sub>20</sub>/C).

A formação de  $CO_2$  foi monitorada usando o sinal de carga/massa  $m/z = 22$ , o qual corresponde ao íon duplamente ionizado [ $CO_2^{2+}$ ] e a formação de acetaldeído foi acompanhada pelo sinal  $m/z = 29$ , que corresponde ao fragmento [ $CHO^+$ ] (QUEIROZ, A. C. et al. 2014; RIZO, R. et al, 2017; DEUPEUCH, A. B. et al. 2016; FLORÉS-MOTAÑO, J. et al. 2016).

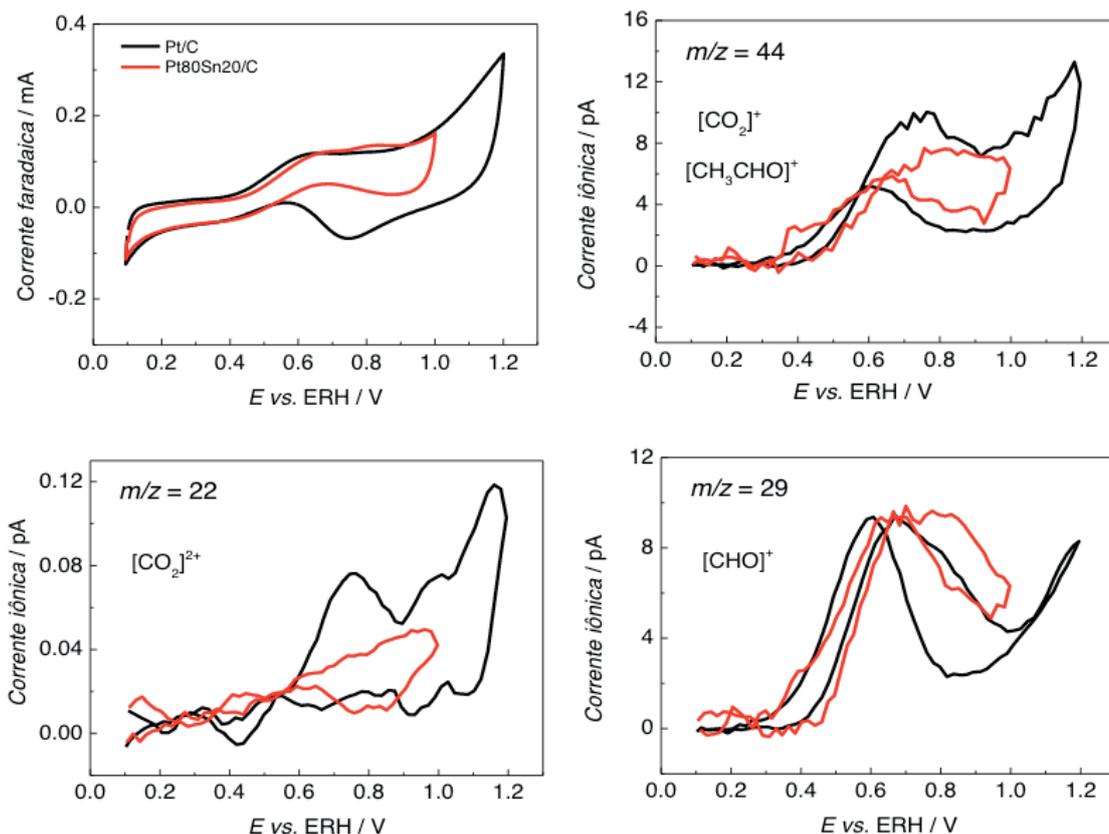


Figura 5. A) Correntes faradaicas e sinais de massas registrados para a formação de  $\text{CO}_2$  B) e C) ( $m/z = 22 \text{ CO}_2^{2+}$  e  $m/z = 44 \text{ CO}_2^+$ ) e acetaldeído C) e D) ( $m/z = 29 \text{ CHO}^+$  e  $m/z = 44 \text{ CH}_3\text{CHO}^+$ ) para a oxidação de etanol de mesocarpo de coco de babaçu na concentração de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  para os diferentes eletrocatalisadores.

A Figura 5, também mostra os sinais de massas  $m/z = 22$ ,  $29$  e  $44$ , analisados por DEMS durante os experimentos de reação de oxidação de álcool de babaçu. Os resultados mostram que a formação de  $\text{CO}_2$  ( $m/z = 22$ ,  $\text{CO}_2^{2+}$ ) tem início próximo a  $0,4 \text{ V}$  para os eletrocatalisadores utilizados e apresentam máximas correntes iônicas em potencial próximo a  $1,0 \text{ V}$ , com o eletrocatalisador monometálico apresentando maiores densidades de corrente iônica e faradaica.

Entretanto, a formação de acetaldeído, acompanhada através do sinal  $m/z = 29$  que corresponde ao fragmento  $[\text{CHO}^+]$ , tem início em potencial por volta de  $0,3 \text{ V}$  e apresenta densidades de correntes iônicas superiores as densidades de correntes iônicas atribuídas a formação de  $\text{CO}_2$ . Esses resultados mostram que a maior parte das correntes faradaicas durante a oxidação do etanol estudado são atribuídas a formação de acetaldeído de sinal  $m/z = 29$   $[\text{CHO}^+]$ . Resultados parecidos são relatados por Queiroz et al., 2016, em seu estudo sobre oxidação de etanol comercial usando eletrocatalisadores a base de platina

A eficiência de corrente de  $\text{CO}_2$  para os eletrocatalisadores utilizados foi determinada a partir dos valores das correntes faradaicas e iônicas obtidas durante a reação de eletro-oxidação do etanol de mesocarpo de coco babaçu através da equação 4 (RIZO, R. et al, 2017; DEUPEUCH, A. B. et al. 2016; FLORÉS-MOTAÑO,

J. et al. 2016).

$$Eq_{CO_2} = \frac{6I_{m/z=22}}{K_{22}I_f}$$

Equação 4

Onde  $Eq_{CO_2}$  é a eficiência de corrente de  $CO_2$  obtida em porcentagem, 6 corresponde ao número de elétrons trocados por molécula de  $CO_2$  produzida,  $I_{m/z=22}$  é a corrente iônica correspondente ao sinal  $m/z = 22$ ,  $I_f$  é a corrente faradaica obtida da reação de oxidação do etanol e  $K_{22}$  é a constante de calibração do sinal  $m/z = 22$  (RIZO, R. et al, 2017; DEUPEUCH, A. B. et al. 2016; FLORÉS-MOTAÑO, J. et al. 2016).

Os resultados da eficiência de corrente de  $CO_2$ ,  $Eq_{CO_2}$  para os eletrocatalisadores utilizados durante a reação de oxidação de etanol de mesocarpo de coco de babaçu são mostrados na Tabela 2.

A partir dos valores de  $Eq_{CO_2}$ , mostrados na Tabela 2 é possível perceber que os eletrocatalisadores Pt/C e  $Pt_{80}Sn_{20}/C$  apresentam eficiência de corrente de  $CO_2$  aproximadas e inferiores a 1% e que o eletrocatalisador monometálico gera três vezes mais  $CO_2$  que o eletrocatalisador bimetálico de estanho. Esses resultados mostram que a maior porção dos produtos da oxidação do etanol de mesocarpo de coco de babaçu é composta por acetaldeído. Estudos como o de Queiroz et al., 2014, apresentam cálculos de eficiência de  $CO_2$  realizados por meio de DEMS, para a oxidação de etanol comercial, onde valores entre 2 e 20% de correntes são atribuídas a formação de  $CO_2$ , o que demonstra que a oxidação de etanol de mesocarpo de coco babaçu, utilizando eletrocatalisadores a base de platina, leva a produção de 20 vezes menos  $CO_2$  que a oxidação de etanol comum, o que sugere que a oxidação do álcool aqui estudado gera menos impacto ao meio ambiente.

#### 4 | CONCLUSÃO

A análise de FTIR revelou que o etanol obtido a partir da fermentação de mesocarpo do coco babaçu apresenta perfil idêntico ao etanol comercial.

O método de preparo dos eletrocatalisadores se mostrou muito eficaz, com boa dispersão dos metais sobre o suporte de carbono Vulcan, tratado quimicamente. Os eletrocatalisadores demonstraram desempenho similares frente a reação de oxidação do etanol de mesocarpo de coco babaçu em meio ácido.

O estudo de DEMS mostrou que os eletrocatalisadores avaliados durante a reação de eletro-oxidação de etanol de mesocarpo de babaçu apresentam eficiência de corrente de  $CO_2$  próximo a 1%, com o eletrocatalisador bimetálico gerando um percentual de  $CO_2$  três vezes menor que o eletrocatalisador monometálico, o que leva a afirmar que a maior parcela dos produtos da oxidação do etanol analisado é

composta por acetaldeído, produto menos poluente que o CO<sub>2</sub> liberado durante a oxidação de combustíveis.

## REFERÊNCIAS

- CANTANE, D. A.; AMBROSIO, W. F.; CHATANET, M.; LIMA, F. H. B. Electro-oxidation of ethanol on Pt/C, Rh/C, and Pt/Rh/C-based electrocatalysts investigated by on-line DEMS. *Journal of Electroanalytical Chemistry* **2012**, 681, 56.
- CINELLI, B. A.; CASTILHO, L.R.; FREIRE, D. M. G.; CASTRO, A. M.; A brief review on the emerging technology of ethanol production by cold hydrolysis of raw starch. *Fuel* **2015**, 150, 721.
- CINELLI, B. A.; LÓPEZ, J. A.; CASTILHO, L.R.; FREIRE, D. M. G.; CASTRO, A. M. Granular starch hydrolysis of babassu agroindustrial residue: A bioprocess within the contexto of biorefinery. *Fuel* **2014**, 124, 4.
- DE SOUZA, J. P.I.; QUEIROZ, S. L.; NART, F. C.; Uso de espectrometria de massas em medidas eletroquímicas – A técnica de DEMS. *Química Nova* **2000**, 23, 384.
- DEUPEUCH, A. B.; MAILLARD, F.; CHATENET, M.; SOUDANT, P.; CREMERS, C.; Ethanol oxidation reaction (EOR) investigation on Pt/C, Rh/C, and Pt-based bi and tri-metallic electrocatalysts: A DEMS and in situ FTIR study. *Applied Catalysis B: Environmental* **2016**, 181, 672.
- FLORÉS-MOTAÑO, J.; GARCÍA, G.; GUILLÉN-VILLAFUERTE, O.; RODRÍGUEZ, J. L.; PLANES, G. A.; PASTOR, E.; Mechanism of ethanol electrooxidation on mesoporous Pt electrode in acidic médium studied by a novel electrochemical mass spectrometry set-up. *Electrochimica Acta* **2016**, 209, 121.
- GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A.; Nanomateriais aplicados como eletrocatalisadores na reação de oxidação de etanol. *Revista Virtual de Química* **2015**, 7, 1635.
- LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; Ethanol electrooxidation on carbon-supported Pt-Ru, Pt-Rh and Pt-Ru-Rh nanoparticles. *Electrochimica Acta* **2008**, 53, 2963.
- LOPES, W. A.; FASCIO, M.; Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. *Química Nova* **2004**, 27, 670.
- MAKSIC, A.; SMILJANIC, M.; MILJANIC, S.; RAKOCEVIC, Z.; STRBAC, S.; Ethanol oxidation on Rh/Pd(poly) in alkaline solution. *Electrochimica Acta* **2016**, 209, 323.
- NETO, A. O.; DIAS, R. R.; RIBEIRO, V. A.; SPINACÉ, E. V.; LINARDI, M.; Eletro-oxidação de etanol sobre eletrocatalisadores PtRh/C, PtSn/C e PtSnRh/C preparados pelo método da redução por álcool. *Eclética Química* **2006**, 31, 81.
- PECH-RODRÍGUES, W. J.; GONZÁLEZ-QUIJANO, D.; VARGAS-GUTIÉRREZ, G.; MORAIS, C.; NAPPORN, T. W.; RODRÍGUEZ-VARELA, F. J.; Electrochemical and in situ FTIR study of the ethanol oxidation reaction on PtMo/C nanomaterials in alkaline media. *Applied Catalysis B: Environmental* **2017**, 203, 654.
- QUEIROZ, A. C.; SILVA, W. O.; RODRIGUES, I. A.; LIMA, F. H.B.; Identification of bimetallic electrocatalysts for ethanol and acetaldehyde oxidation: Probing C<sub>2</sub>-pathway and activity for hydrogen oxidation for indirect hydrogen fuel cells. *Applied Catalysis B: Environmental* **2014**, 160, 423.
- RIBEIRO, J.; DOS ANJOS, D. M.; KOKOH, K. B.; COUNTANCEAU, C.; LÉGER, J. M.; OLIVI, P.; DE ANDRADE, A. R.; TREMILIOSI-FILHO, G.; Carbon-supported ternary PtSnIr catalysts for direct ethanol fuel cell. *Electrochimica Acta* **2007**, 52, 6999.

RIZO, R.; SEBASTIÁN, D.; LÁZARO, M. J.; PASTOR, E.; On the design of Pt-Sn efficient catalyst for carbon monoxide and ethanol oxidation in acid and alkaline media. *Applied Catalysis B: Environmental* **2017**, 200, 246.

SHAO, Y.; YIN, G.; ZHANG, J.; GAO, Y.; Comparative investigation of the resistance to electrochemical oxidation of carbon black and carbon nanotubes in aqueous sulfuric acid solution. *Electrochimica Acta* **2006**, 51, 5853.

WANG, J.; YIN, G.; SHAO, Y.; ZHANG, S.; WANG, Z.; GAO, Y.; Effect of carbon black support corrosion on the durability of Pt/C catalyst. *Journal of Power Sources* **2007**, 171, 331-339.

ZHENG, Y.; YU, C.; CHENG, Y.; LEE, C.; SIMMONS, C.; DOOLEY, T.; ZHANG, R.; JENKINS, R.; VANDER GHEYNS, J.; Integrating sugar beet pulp storage, hydrolysis and fermentation for fuel ethanol production. *Applied. Energy* **2012**, 93, 168.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Juliano Carlo Rufino de Freitas** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Obteve seu título de Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (2010) e o de Doutor em Química também pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). É membro do núcleo permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (desde 2013) e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (desde 2015). Atua como Professor e Pesquisador da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG nas áreas da Síntese de Compostos Orgânicos; Bioquímica e Espectroscopia de Compostos Orgânicos. É consultor do Journal Natural Product Research, do Journal Planta Médica, do Journal Letters in Organic Chemistry e da Revista Educação, Ciência e Saúde. Em 2014, teve seu projeto, intitulado, “Aplicações sintéticas de reagentes de Telúrio no desenvolvimento de novos alvos moleculares naturais e sintéticos contra diferentes linhagens de células tumorais”, aprovado pelo CNPq. Em 2018 o CNPq também aprovou seu projeto, intitulado “Docking Molecular, Síntese e Avaliação Antitumoral, Antimicrobiana e Antiviral de Novos Alvos Moleculares Naturais e Sintéticos”. Atualmente, o autor tem se dedicado à síntese de compostos biologicamente ativos no combate a fungos, bactérias e vírus patogênicos, bem como contra diferentes linhagens de células cancerígenas com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

**Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas** - Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2008). Em 2011, obteve seu título de Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e em 2018, obteve o seu título de Doutora em Ensino das Ciências, também, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. É Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG em disciplinas da Educação Química. É avaliadora da Revista Educación Química. Atua como Pesquisadora dos fenômenos didáticos da aprendizagem no ensino das ciências. Coordena um grupo de pesquisa que desenvolve estudos sobre as Metodologias Ativas de Aprendizagem, sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino da Química, sobre a produção e avaliação de materiais didáticos e sobre linguagens e formação de conceitos. Atualmente, a autora, também tem se dedicado ao estudo das influências dos paradigmas educacionais na prática pedagógica. Além disso, possui vários artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras de grande relevância e ampla circulação.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Achatina fulica 344, 345, 346, 348, 349, 352, 353, 354, 355

Acidez estomacal 110, 111, 112, 114, 115, 120, 121

Adsorção 6, 56, 60, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 160, 212, 337

Água 5, 6, 7, 8, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 43, 44, 58, 59, 61, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 112, 113, 115, 117, 118, 137, 144, 145, 155, 160, 166, 172, 200, 206, 226, 282, 283, 284, 287, 288, 289, 290, 305, 306, 316, 324, 325, 326, 336, 350

Alimentos 16, 17, 24, 27, 28, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 124, 183, 184, 236, 284, 314, 320

Aminoácidos 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 302, 304, 305, 306, 307, 309, 315

Atividade antimicrobiana 14, 19, 24, 313, 315, 316, 318, 319, 320

### B

Babaçu 169, 170, 171, 173, 174, 178, 179, 180

Bactérias 2, 6, 14, 23, 364

Bebidas alcoólicas 125

Bidens pilosa 344, 345, 349, 350, 353, 355

Biofilme 14

Biomassa 28, 155, 170

Biomedicina 1, 2, 3, 4

Biomoléculas 65, 292, 294, 297

Biosensor 43, 44, 45, 51, 52, 54

### C

Catalase 322, 323, 324, 332

Catálise 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 16, 77, 91, 92, 98, 102, 155, 157, 211, 293, 332

Compostos bioativos 313

Conscientização ambiental 197, 208, 322, 323

Cronoamperometria 44

### D

Dinâmica molecular 301, 302, 303, 305, 306, 309, 310, 311

Docking molecular 301, 304, 364

### E

Educação ambiental 211, 217

Educação básica 208, 209, 211, 213, 214, 216, 247, 266, 267, 277

Eletrocatalisadores 169, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Ensino de Química 141, 197, 217, 221, 222, 223, 229, 231, 232, 245, 249, 256, 278, 281, 285, 286

Espectrofotometria 68, 139, 142, 145

Espectrometria de massas 105, 169, 171, 173, 177, 181, 357

Experimentação 197, 209, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 231, 232, 233, 252, 256, 278, 281, 284, 285, 286

## F

Formação de professores 244, 257, 266, 267, 269, 270, 271, 276, 277

Funções psicológicas superiores 258, 259, 260, 263

## G

Grafeno 56, 57, 58, 61, 62, 63, 297

## I

Inclusão social 256

## M

Materiais didáticos 245, 249, 255, 256, 364

Matriz de sílica mesocelular 56, 58

Microencapsulamento 334

Microextração 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 293

Mosca das frutas 333, 334, 357, 358

## N

Nanomateriais 3, 4, 5, 181, 293, 295, 297

Nanopartículas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 77, 93, 104, 172, 297

## P

Parâmetros físico-químicos 68

Patentes 291, 294, 297, 298

PIBID 218, 219, 220

Prática docente 218, 219, 231, 256

Produtos naturais 122, 342

Propriedades mecânicas 14, 16, 17, 23, 24

Prospecção tecnológica 292

## Q

Quitosana 297, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332

## R

Redução catalítica 77

Ressonância magnética nuclear 96, 159, 162

## S

Semioquímicos 357, 358

Strongylodon macrobotrys 344, 345, 349

## T

Tratamento de resíduos 16, 135, 141, 196, 197, 198, 204, 217

