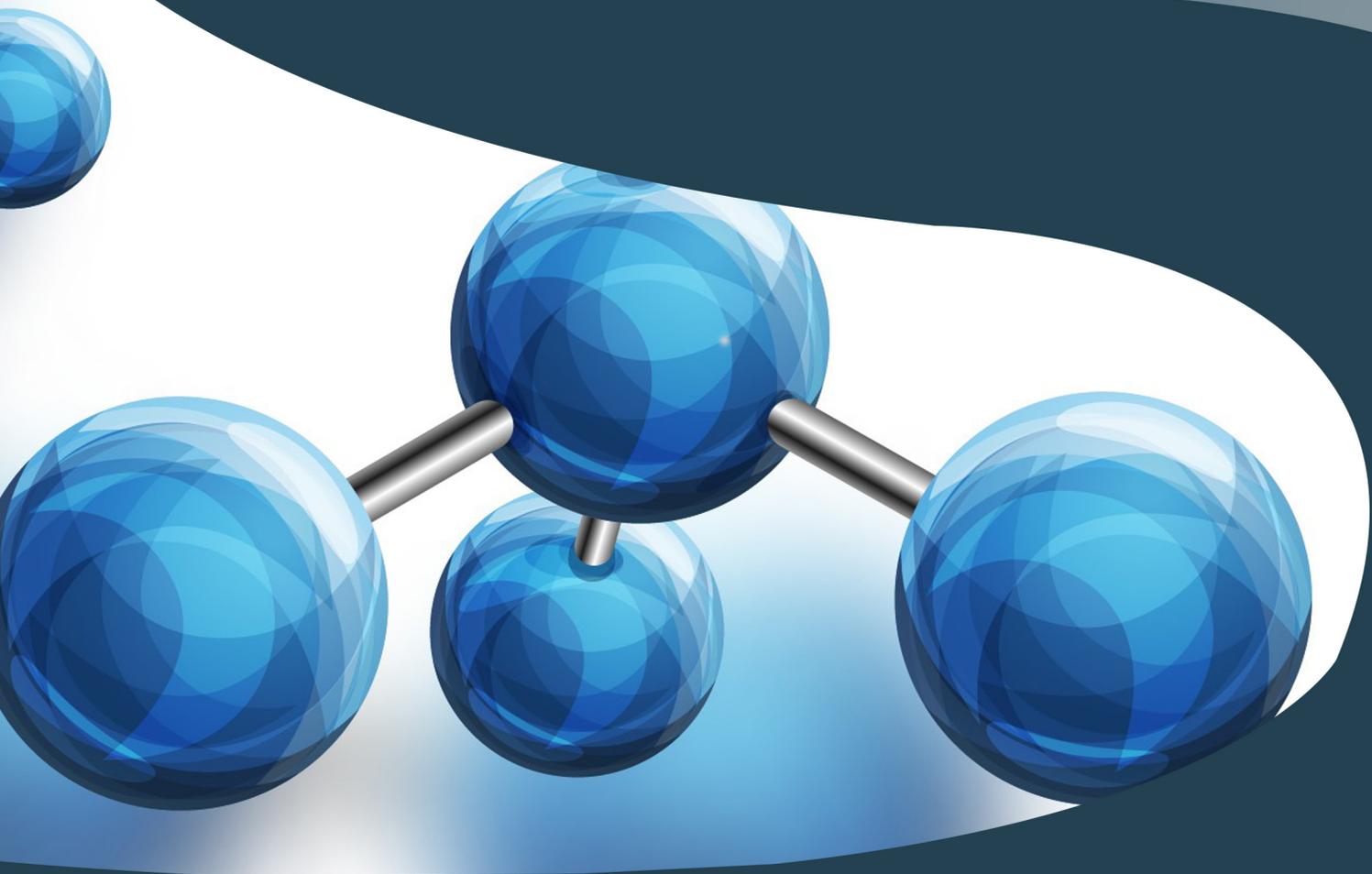


# A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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>

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

Data de aceite: 16/12/2019

### Fernanda Amaral de Siqueira

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, Departamento de Química, Diadema-São Paulo

### Luiz Sidney Longo Júnior

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Diadema-São Paulo

### Renata Costa Zimpeck

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Diadema-São Paulo

### Jacqueline Ribeiro do Nascimento

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, Departamento de Química, Diadema-São Paulo

### Ana Carolina Morales Barbosa

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, Departamento de Química, Diadema-São Paulo

**RESUMO:** Aminas enantiomericamente puras são blocos de construção de grande importância na química orgânica. Um dos métodos que tem se mostrado eficaz para a síntese desses compostos é a resolução cinética dinâmica (RCD), a qual combina a resolução cinética enzimática clássica com a racemização *in situ* do enantiômero remanescente, mediada

por um catalisador metálico. Neste trabalho foram realizados estudos sobre o efeito de líquidos iônicos dos tipos sais de amônio e fosfônio quaternários na reação de RCD da (±)-1-feniletilamina. Para esse estudo, a lipase da *Candida antarctica* – fração B (CaLB) foi utilizada para catalisar a etapa de resolução cinética enzimática, na presença de acetato de etila como doador de grupo acila. O catalisador metálico Pd/BaSO<sub>4</sub> foi o responsável por promover a etapa de racemização. As reações foram realizadas em diferentes temperaturas e tempos reacionais. Os resultados obtidos demonstraram o efeito benéfico dos líquidos iônicos na atividade catalítica do metal, uma vez que os rendimentos das reações com o uso destes foram superiores àqueles obtidos em condições similares sem o aditivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resolução cinética dinâmica, aminas primárias, CaLB, catalisador de paládio, líquidos iônicos.

### CHEMOENZYMATIC DYNAMIC KINETIC RESOLUTION OF (±)-1-PHENYLETHYLAMINE WITH AMMONIUM AND PHOSPHONIUM IONIC LIQUIDS AS ADDITIVES

**ABSTRACT:** Enantiomerically pure amines are important building blocks for organic chemistry. One of the methods that has been shown to be

effective for the synthesis of chiral amines is dynamic kinetic resolution (DKR). In this methodology, the classical enzymatic kinetic resolution is combined with the *in situ* racemization of the remanescent enantiomer, mediated by a metal catalyst.

In this work, the effect of the quaternary ammonium and phosphonium ionic liquids on the ( $\pm$ )-1-phenylethylamine DKR reaction was evaluated. We used *Candida antarctica* - fraction B (CaLB) to catalyze the enzymatic kinetic resolution step in the presence of ethyl acetate as acyl donor. The metal catalyst Pd/BaSO<sub>4</sub> was responsible for promoting the racemization step. The reactions were performed at different temperatures and reaction times. The results demonstrated the beneficial effect of ionic liquids on the catalytic activity of palladium, since the yields with their use were higher than those obtained under similar conditions without the additive.

**KEYWORDS:** Dynamic kinetic resolution, primary amines, CaLB, palladium catalyst, ionic liquids.

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda por compostos opticamente puros dentro da indústria farmacêutica, agroquímica e de química fina em geral tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, em virtude da sua importância para a síntese de moléculas mais complexas e biologicamente ativas, além da sua aplicabilidade como auxiliares quirais. As amins quirais fazem parte dessa classe de compostos, pois estão, sobretudo, presentes como função orgânica em moléculas biologicamente relevantes, tais como os fármacos sertralina e rivastigmina (Figura 1), que são empregados como antidepressivo e no tratamento da doença de Parkinson, respectivamente (BREUER et al., 2004; FUCHS et al., 2012; THALÉN et al., 2009).

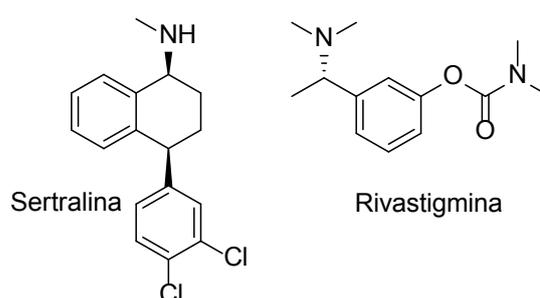


Figura 1. Estruturas químicas da sertralina e da rivastigmina

Vários métodos diferentes podem ser empregados para a obtenção de produtos enantiomericamente puros. Dentre eles, podemos citar a síntese assimétrica, que constitui uma estratégia através da qual novos centros quirais são criados em uma molécula durante uma etapa de síntese, e a resolução de racematos, que constitui uma técnica largamente adotada na indústria farmoquímica, a qual pode

utilizar métodos tais como cristalização diastereoisométrica, cromatografia com fase estacionária quiral, resolução cinética química ou enzimática e a resolução cinética dinâmica para obtenção de compostos enantiomericamente puros (AHMED; KELLY; GHANEM, 2012; MORAES DE ALMEIDA, 2008).

A resolução cinética é um dos métodos associados à catálise enzimática, onde uma enzima enantiosseletiva proporciona a formação do produto sob a forma de um único enantiômero, dada as diferenças de constante de velocidade de reação para os dois enantiômeros. Essa enantiosseletividade é inerente da quiralidade do sítio ativo, resultando, portanto, na resolução do racemato inicial. Porém, a conversão fica limitada a 50% de formação do produto quiral, quando não há mais o enantiômero mais reativo para ser consumido (PÀMIES et al., 2002). A resolução cinética dinâmica (RCD), por sua vez, constitui-se como um método mais eficaz, uma vez que ocorre a racemização *in situ* do enantiômero remanescente (menos reativo), promovida por um catalisador (usualmente é uma espécie metálica). Desta maneira, é possível aumentar a conversão dos matérias de partida em produto para um rendimento máximo de 100%, o que transforma a RCD em uma metodologia promissora e sustentável para a síntese de compostos assimétricos (HUERTA et al., 2001).

A etapa de racemização das aminas envolve mecanismos catalíticos que requerem condições drásticas, como por exemplo, temperaturas elevadas, longos tempos reacionais etc. Estas características impõem grandes desafios à aplicação da metodologia de RCD envolvendo enzimas com catalisadores enantiosseletivos, uma vez que a enzima responsável por esta etapa é termossensível. Sendo assim, vários estudos já foram realizados a fim de aperfeiçoar os parâmetros reacionais e superar as limitações do método (EBBERS et al., 1997; LEE et al., 2010).

A etapa de racemização ocorre através de formação iminas secundárias intermediárias como **2** e **3**, as quais são suscetíveis a reações colaterais e podem levar a subprodutos indesejáveis como **4** e **5**, conforme mostrado no mecanismo da Figura 2.

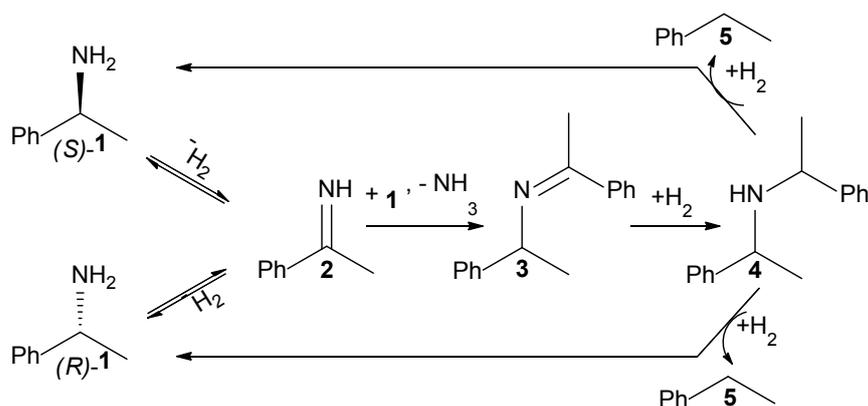


Figura 2. Mecanismo de racemização e de formação de subprodutos.

Logo, a escolha do catalisador metálico deve ser bastante criteriosa, de forma que promova a racemização contínua do enantiômero remanescente, evite a formação de subprodutos e não interfira na atividade enzimática. Com isso, vários estudos já foram feitos a fim de desenvolver catalisadores metálicos eficientes e aplicáveis à RCD, tais como de rutênio, níquel Raney e cobalto, microcápsulas de platina. No entanto, nenhum deles foi capaz de evitar a formação de subprodutos (PARVULESCU et al., 2008; PERSSON et al., 1999; SHI et al., 2012). Os catalisadores de paládio tornaram-se bastante promissores se comparados com outros metais, pois forneceram melhores resultados, comparados àqueles obtidos por catalisadores de outros metais (KIM et al., 2007; XU et al., 2015).

A resolução cinética dinâmica de amins catalisadas por lipases em meio de líquidos iônicos foi pouco estudada até o momento. Exemplos encontrados na literatura descrevem a acilação enantiosseletiva de amins catalisada por CaLB em líquidos iônicos das classes dos 1,3-dialquilimidazóis e *N,N*-dialquilpirrolidinas. Os autores concluíram por meio dos resultados obtidos que dentre os líquidos iônicos utilizados não foi encontrado um que fosse considerado o ideal para a resolução cinética de amins (IRIMESCU & KATO, 2004).

Líquidos iônicos são compostos formados exclusivamente por íons, um cátion orgânico (tipicamente imidazólico, pirrolidínico, piridínico, amônio ou fosfônio) e um haleto ou ânion não-coordenante, fracamente básico, tais como  $[PF_6]^-$ ,  $[BF_4]^-$  ou  $[NTf_2]^-$  (Figura 3).

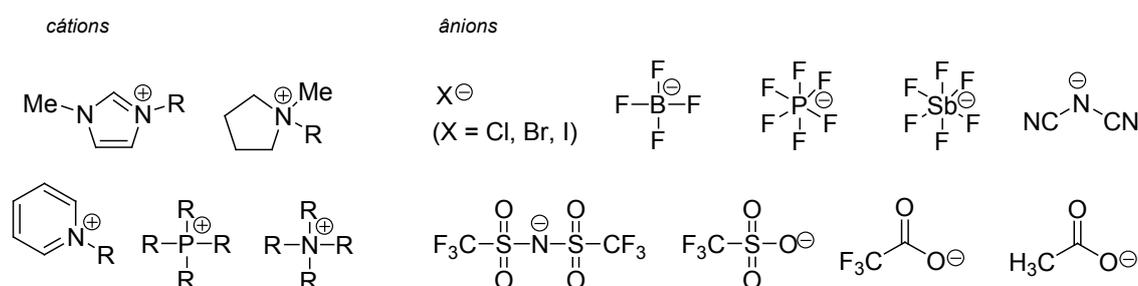


Figura 3. Cátions e ânions comumente encontrados em líquidos iônicos

Estes compostos têm valores baixos de temperatura de transição sólido-líquido e suas propriedades físicas e químicas podem ser ajustadas mediante a combinação correta entre cátions e ânions (*designer solvents*), o que garante a estes compostos uma vasta gama de aplicações (HALLETT & WELTON, 2011). Adicionalmente, os líquidos iônicos possuem baixa pressão de vapor e elevada temperatura de ebulição, o que reduz consideravelmente sua liberação para o ambiente, credenciais sustentáveis que os qualificam para serem reciclados e reusados.

Embora muito já tenha sido estudado acerca da substituição dos solventes

orgânicos voláteis pelos líquidos iônicos, atualmente estes últimos não são mais vistos como solventes verdes verdadeiros, uma vez que seus processos de síntese não são ambientalmente amigáveis e pouco se sabe sobre sua biodegradabilidade e toxicidade ambiental. Neste cenário, o uso de líquidos iônicos como solventes alternativos aos solventes orgânicos comuns não é mais visto como algo relevante do ponto de vista da inovação. Entretanto, os líquidos iônicos podem ter diferentes papéis no meio reacional, quando utilizados como aditivos com um propósito específico, como, por exemplo, imobilização e/ou ativação de catalisadores, estabilização de nanopartículas, dentre outros, garantindo a eles as credenciais verdes para um processo mais sustentável (LEE et al. 2010; RÁDAI et al. 2018).

O uso de líquidos iônicos em reações catalisadas por compostos de paládio é bem estabelecido, e vários estudos sobre o papel dos líquidos iônicos na estabilização de reagentes ou nanopartículas de paládio podem ser encontrados na literatura especializada (SINGH et al. 2008). Exemplos recentes incluem o estudo relatado por DOHERTY et al. (2018) sobre a imobilização de nanopartículas de paládio estabilizadas em fases de líquidos iônicos suportadas em resinas de poliestireno como catalisadores para a reação de acoplamento cruzado do tipo Suzuki-Miyaura. O uso do líquido iônico  $[C_4C_1Im][NTf_2]$  para a estabilização de nanopartículas de paládio adsorvidas em óxido de alumínio como suporte sólido também foi estudado (SOUZA et al., 2012). Os autores utilizaram o sistema  $Pd/ImS3-12@Al_2O_3$  em  $[C_4C_1Im][NTf_2]$  como catalisador para reações de hidrogenação parcial de ácidos graxos insaturados presentes em biodiesel.

Diante do elevado potencial de exploração do uso de líquidos iônicos como ativos promotores da estabilização de catalisadores de Pd em reações de RCD, este estudo descreve nossos resultados com a investigação de líquidos iônicos dos tipos sais de amônio e de fosfônio quaternário como aditivos nas reações de RCD do composto modelo  $(\pm)$ -1-feniletilamina. Dessa forma, uma avaliação do efeito benéfico desses aditivos pôde ser obtida a partir dos valores dos rendimentos das reações estudadas.

## 2 | OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi promover reações de resolução cinética dinâmica catalisadas por CaLB e  $Pd/BaSO_4$  para o composto modelo  $(\pm)$ -1-feniletilamina, utilizando líquidos iônicos dos tipos sais de amônio e de fosfônio como aditivos para posterior avaliação de seus efeitos nas atividades catalíticas dos catalisadores.

## 3 | PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

### 3.1 Informações gerais

Tanto as amins racêmicas quanto a CaLB (Novozym® 435) foram obtidas pela Sigma Aldrich®. Os reagentes e solventes foram utilizados como recebidos e, quando necessário, purificados de acordo com procedimentos usuais. As purificações em colunas cromatográficas foram feitas utilizando sílica gel 70-230 mesh e uma mistura de acetato de etila e hexano como eluente em diferentes proporções. As análises por cromatografia em camada delgada foram realizadas com placas de sílica gel, utilizando luz UV e iodo molecular para revelação, assim como solução etanólica de ácido fosfomolibdico. Os espectros de RMN <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C foram obtidos em um espectrômetro Bruker® (300/75 MHz), utilizando-se CDCl<sub>3</sub> como solvente e TMS como referência interna. Para as análises por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas foi utilizado um cromatógrafo Shimadzu GCMS-QP2010 Plus. Já para as análises dos excessos enantioméricos dos compostos quirais foi utilizado um cromatógrafo gasoso TRACE™ 1310 da Thermo Scientific™, com coluna capilar empacotada com β-ciclodextrina (fase estacionária). Os pontos de fusão foram aferidos com um medidor de ponto de fusão digital modelo PFD III da Marte® Científica. Os líquidos iônicos [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], [N<sub>8888</sub>][NTf<sub>2</sub>], [P<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>] e [P<sub>8888</sub>][NTf<sub>2</sub>] foram preparados por reação de metátese iônica dos respectivos sais cloretos precursores com LiNTf<sub>2</sub>, segundo métodos clássicos descritos na literatura com adaptações, quando necessário. (BLUNDELL & LICENCE, 2014; KOHNO et al., 2011, TANNER et al., 2013)

### 3.2 Resolução Cinética Dinâmica da (±)-1-feniletilamina

Em um tubo de ensaio grande dissolveu-se a (±)-1-feniletilamina (61,0 mg; 0,5 mmol) em tolueno (3,5 mL). A essa mistura, adicionou-se o catalisador metálico de Pd suportado em BaSO<sub>4</sub> (60,0 mg), CaLB (60,0 mg), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (53,0 mg; 0,5 mmol), 0,25 mL de acetato de etila e 10 mol% do líquido iônico - [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], [N<sub>8888</sub>][NTf<sub>2</sub>], [P<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>] ou [P<sub>8888</sub>][NTf<sub>2</sub>]. Após a adição de todos os reagentes, o tubo foi fechado com o uso de um septo de borracha e vedado com Parafilm® M. Sob pressão de 1 atm de H<sub>2(g)</sub> e aquecimento em banho de óleo (60 °C ou 90 °C), a reação procedeu durante tempos diferentes (24 ou 30 horas).

Ao término da reação, filtrou-se a mistura reacional e lavou-se o sólido remanescente com 40 mL de acetato de etila e 20 mL de metanol. Eliminou-se o solvente com o uso de evaporador rotatório, obtendo-se um óleo que foi purificado por cromatografia em coluna com sílica flash utilizando gradiente de eluição com uma mistura de acetato de etila em hexano (7:3). A acetamida obtida apresentou-se sob a forma de um sólido branco.

**RMN <sup>1</sup>H** (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz) δ: 7,17-7,30 (m, 5H); 5,62 (sl, 1H); 5,06 (m, 1H); 1,92 (s, 3H); 1,42 (d, 3H, *J*=6,9Hz).

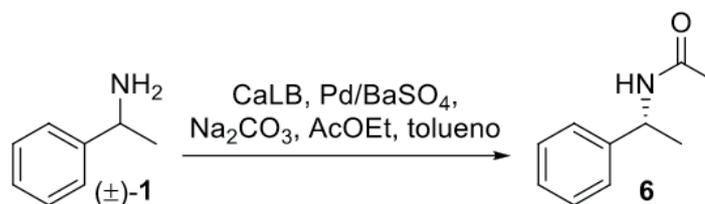
**RMN <sup>13</sup>C** (CDCl<sub>3</sub>, 75 MHz) δ: 169,2; 143,2; 128,9; 128,9; 127,4; 126,2; 126,2; 48,8; 23,5; 21,4.

**EM** [(*m/z* (%))]: 106 (100), 163 (25) [M<sup>+</sup>].

**Ponto de fusão:** 98-102 °C

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foram realizadas reações de RCD da (±)-1-feniletilamina mediada por CaLB, acetato de etila e Pd/BaSO<sub>4</sub>, em condições reacionais otimizadas por nosso grupo de pesquisa para as reações catalisadas por Pd/MgCO<sub>3</sub>, a saber: temperatura de 60 °C, tempo de 24 horas, com o uso de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> como base e tolueno como solvente (Tabela 1, entrada 1)(FERREIRA et al., 2018). Nessas condições, a acetamida quiral foi obtida em apenas 41% de rendimento. Com o uso de 10 mol% do líquido iônico [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], mantendo as condições da reação anterior, verificamos que o rendimento aumentou para 68% (entrada 2). Decidiu-se aumentar a temperatura para 90 °C, a fim de tentar obter a acetamida em maior quantidade. Dessa forma, após 30 horas reacionais percebeu-se maior conversão do material de partida em produto mesmo sem o uso do aditivo. Deve-se ressaltar que mesmo nessa temperatura mais elevada a enantiosseletividade a CaLB foi eficiente, uma vez que o excesso enantiomérico foi de 99% (entrada 3). Ao realizar a reação na presença de [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], mantendo as condições descritas para a entrada 3, constatou-se um aumento significativo no rendimento reacional para 96% (entrada 4). A reação de RCD com o [N<sub>8888</sub>][NTf<sub>2</sub>] foi realizada apenas a 90 °C, uma vez que esta foi considerada a ideal. No entanto, com o uso desse líquido iônico que tem os substituintes de cadeia carbônica maior, constatou-se que o efeito desse na RCD não foi tão satisfatório quanto o do [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], pois a acetamida desejada foi isolada em apenas 74% (entrada 5). O efeito da temperatura nas reações de RCD com os sais de fosfônio foi similar ao observado nas reações com os sais de amônio quaternário, sendo constatado também a temperatura de 90 ° a ideal (entradas 6 a 8). O maior rendimento foi obtido para a reação com o sal de fosfônio [P<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], que corresponde àquele com o ligante de menor cadeia carbônica (entrada 7).



Entrada	Aditivo	T (°C)	t (h)	Rend. (%)	e.e. (%)
1	-	60	24	41	99
2	[N <sub>4444</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	60	24	68	91
3	-	90	30	63	99
4	[N <sub>4444</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	90	30	96	99
5	[N <sub>8888</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	90	30	74	99
6	[P <sub>4444</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	60	24	79	90
7	[P <sub>4444</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	90	30	93	98
8	[P <sub>8888</sub> ][NTf <sub>2</sub> ]	90	30	81	97

Tabela 1. Reações de RCD da (±)-1-feniletilamina com o uso dos líquidos iônicos.

Portanto, foi possível perceber que as reações de RCD sofreram um efeito benéfico dos líquidos iônicos, pois em todas as reações observou-se que a proporção do produto foi superior àquela obtida nas reações realizadas sem o uso desse aditivo. Os líquidos iônicos [N<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>] e [P<sub>4444</sub>][NTf<sub>2</sub>], os quais possuem cadeias alquílicas menores (*n*-butila), foram aqueles que levaram aos melhores resultados, permitindo a obtenção da acetamida **6** em rendimento e excesso enantiomérico elevado.

## 5 | CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível concluir que tanto os líquidos iônicos dos tipos sais de amônio quaternário como os do tipo sais de fosfônio apresentaram efeito benéfico nas reações de resolução cinética dinâmica da (±)-1-feniletilamina. Os rendimentos das reações na presença dos líquidos iônicos foram superiores àqueles observados quando a reação modelo foi efetuada em condições similares, sem os líquidos iônicos. As reações foram altamente enantiosseletivas, uma vez que a acetamida foi obtida em excelentes excessos enantioméricos (de 90-99%).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIFESP – Campus Diadema pela infraestrutura, à FAPESP (Processo 2019/00641-2) pelo auxílio financeiro e à CAPES pela bolsa de estudos concedida.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, M.; KELLY, T.; GHANEN, A. Applications of enzymatic and non-enzymatic methods to access enantiomerically pure compounds using kinetic resolution and racemization. **Tetrahedron**, v. 68, n. 34, p. 6781-6802, 2012
- BLUNDELL, R. K.; LICENCE, P. Quaternary ammonium and phosphonium based ionic liquids: a comparison of common anions. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 16, p. 15278-15288, 2014
- BREUER, M.; DITRICH, K.; HABICHER, T.; HAUER, B.; KEBELER, M.; STRUMER, R.; ZELINSKI, T. Industrial Methods for the Production of Optically Active Intermediates. **Angewandte Chemie**, v. 43, p. 788-824. 2004
- DE ALMEIDA, V. M. **Síntese assimétrica de 3-carboxamidas enantiomericamente puras e de hidrazidas e aril-hidrazonas, derivadas do novo heterociclo 7-(benzoil)-2-isoxazolina[5,4-b]pirrolidina: avaliação das atividades biológicas**. Tese de Doutorado- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008
- DOHERTY, S.; KNIGHT, J. G.; BACKHOUSE, T.; ABOOD, E.; ALSHAIKH, H.; CLEMMENT, A. R.; ELLISON, J. R.; BOURNE, R. A.; CHAMBERLAIN, T. W.; STONES, R.; WARREN, N. J.; FAIRLAMB, I, J. S.; LOVELOCK, K. R. J. Heteroatom donor-decorated polymer-immobilized ionic liquid stabilized palladium nanoparticles: efficient catalysts for room temperature Suzuki-Miyaura Cross-coupling in aqueous media, **Advanced Synthesis & Catalysis**, v. 360, p. 3716-3731, 2018
- EBBERS, E. J.; ARIAANS, G. J.; HOUBIERS, J. P.; BRUGGINK, A; ZWANENBURG, B. Controlled racemization of optically active organic compounds: prospects for asymmetric transformation. **Tetrahedron**, v. 53, n. 28, p. 9417-9476, 1997
- FERREIRA, M. M. M.; CABREIRA, C. R.; CHAVES, O. H. K.; LABUSSIÈRE, G. M.; ZIMPECK, R. C.; DE LIMA, S.; SIQUEIRA, F. A. Preparation, characterization and catalytic activity of palladium catalyst supported on MgCO<sub>3</sub> for Dynamic Kinetic Resolution of amines. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, p. 2144-2149, 2018
- FUCHS, M.; KOSZELEWSKY, D.; TAUBER, K.; SATTLER, J.; BANKO, W.; HOLZER, A.K.; PICKL, M.; KROUTIL, W.; FABER, K. Improved chemoenzymatic asymmetric synthesis of (S)-Rivastigmine. **Tetrahedron**, v. 68. n. 37, p. 7691-7694. 2012
- HALLET, J. P.; WELTON, T. Room temperature ionic liquids: solvents for synthesis and catalysis. 2, **Chemical Reviews**, v. 111, p. 3508-3576, 2011
- HUERTA, F.F.; MINIDIS, A, B, E.; BACKVALL, J-E. Racemization in asymmetric synthesis. Dynamic Kinetic Resolution and related processes in enzyme and metal catalysis. **Chemical Society Reviews**, v. 30, p. 321-331. 2001
- IRIMESCU, R.; KATO, K. Lipase-catalyzed enantioselective reaction of amines with carboxylic acids under reduced pressure in non-solvent system in ionic liquids. **Tetrahedron Letters**, v. 45, p. 523-525, 2004a
- IRIMESCU, R.; KATO, K. Investigation of ionic liquids as reaction media for enzymatic enantioselective acylation of amines. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v.30, p. 189-194, 2004b
- KIM, M. J.; KIM, W. H.; HAN, K.; CHOI, Y. K.; PARK, J. Dynamic kinetic resolution of primary amines with a recyclable Pd nanocatalyst for racemization. **Organic Letters**, v.9, n. 6, p.1157-1159, 2007
- KOHNO, Y.; ARAI, H.; SAITA, S.; OHNO, H. Material design of ionic liquids to show temperature-sensitive LCST-type phase transition after mixing with water. **Australian Journal of Chemistry**, v. 64, p. 1560-1567, 2011

LEE, J. H.; HAN, K.; Kim, M. J.; Park, J. Chemoenzymatic Dynamic Kinetic Resolution of alcohols and amines. **European Journal of Organic Chemistry**, v. 2010, n.6, p. 999-1015, 2010

LEE, J. W.; SHIN, J. Y.; CHAUN, Y. S.; JANG, H. B.; SONG, C. E.; LEE, S-G. Toward understanding the origin of positive effects of ionic liquids on catalysis: formation of more reactive catalysts and stabilization of reactive intermediates and transition states in ionic liquids. **Accounts of Chemical Research**, v. 43, p. 985-994, 2010

PÀMIES, O.; ÉLL, A.H.; SAMEC, J.S.M.; HERMANNNS, N.; BACKVALL, J-E. An Efficient and mild ruthenium-catalyzed racemization of amines: application to the synthesis of enantiomerically pure amines. **Tetrahedron Letters**, v. 43, n. 26, p. 4699-4702. 2002

PARVULESCU, A. N.; JACOBS, P. A.; DE VOS, D. E. Heterogeneous Raney nickel and cobalt catalysts for racemization and Dynamic Kinetic Resolution of amines. **Advanced Synthesis & Catalysis**, v.350, n. 1, p.113-121, 2008b

PERSSON, B. A.; LARSSON, A. L. E.; LE RAY, M.; BÄCKVALL, J.-E. Ruthenium- and enzyme-catalyzed Dynamic Kinetic Resolution of secondary alcohols. **Journal of the American Chemical Society**, v. 121, p. 1645-1650, 1999

RÁDAI, Z.; KISS, N. Z.; KEGLEVICH, G. An overview of the applications of ionic liquids as catalysts and additives in Organic Chemical Reactions. **Current Organic Chemistry**, v. 22, p. 533-556, 2018

SHI, J.; LI, X.; WANG, Q.; ZHANG, Y.; TANG, Y. Platinum-encapsulated zeolitically microcapsular catalyst for one-pot Dynamic Kinetic Resolution of phenylethylamine. **Journal of Catalysis**, v. 291, p. 87-94, 2012

SING, R.; SHARMA, M.; MAMGAIN, R.; RAWAT, D. S. Ionic liquids: a versatile medium for palladium-catalyzed reactions. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 19, p. 357-379, 2008.

SOUZA, B. S.; PINHO, D. M. M.; LEOPOLDINO, E. C.; SUAREZ, P. A. Z.; NOME, F. Selective partial biodiesel hydrogenation using highly active supported palladium nanoparticles in imidazolium-based ionic liquid. **Applied Catalysis A: General**, v. 433-434, p. 109-114, 2012

TANNER, E. E. L.; HAWKER, R. R.; YAU, H. M.; CROFT, A. K.; HARPER, J. B. **Probing the importance of ionic liquid structure: a general ionic liquid effect on an SnAr process.** *Organic & Biomolecular Chemistry*, v. 11, p. 7516-7521, 2013

THALÉN, L, K. ZHAO, D.; SORTAIS, J-B; PAETZOLD, J.; HOBEN, C.; BACKVALL, J-E. **A chemoenzymatic approach to enantiomerically pure amines using Dynamic Kinetic Resolution: application to the synthesis of nersertraline.** *Chemical European Journal*, v. 15, p. 3403-3410. 2009

XU, G.; LAN, S.; FU, S.; WU, J.; YANG, L. **Highly efficient Dynamic Kinetic Resolution of benzylic amines with palladium catalysts on oxidized multiwalled carbon nanotubes for racemization.** *Tetrahedron Letters*, v.56, p. 2714-2719, 2015

## **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

