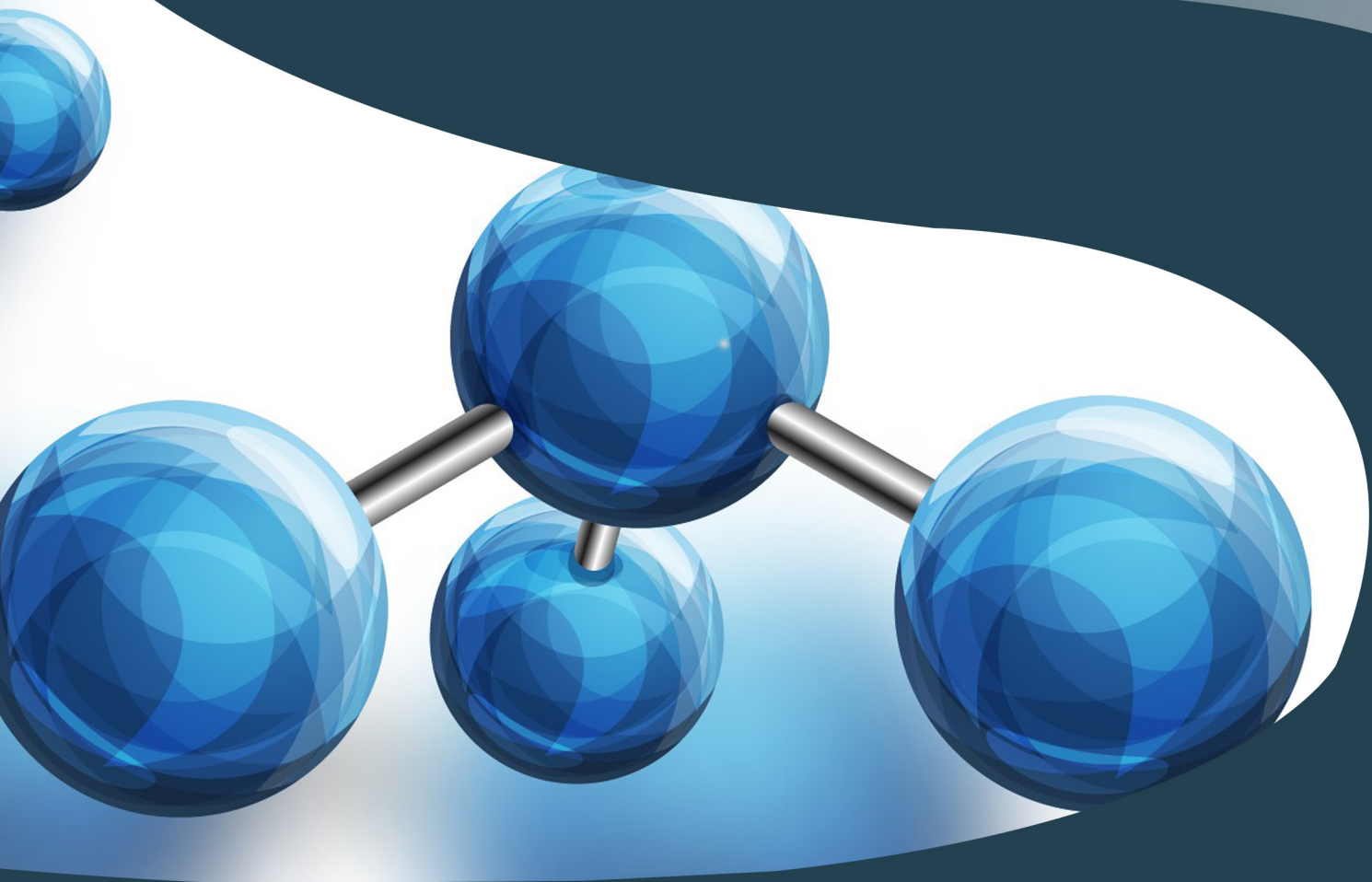


A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a 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
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

CAPÍTULO 1	1
NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS: APLICAÇÕES E DESAFIOS	
Laíse Nayra dos Santos Pereira Pedro Vidinha Edmilson Miranda de Moura Marco Aurélio Suller Garcia	
DOI 10.22533/at.ed.0662013011	
CAPÍTULO 2	14
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	
DOI 10.22533/at.ed.0662013012	
CAPÍTULO 3	27
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	
DOI 10.22533/at.ed.0662013013	
CAPÍTULO 4	43
DETECTION OF IN-SITU GENERATED GLYCEROL AT A LIQUID-LIQUID INTERFACE BY ELECTROCHEMICAL METHODS	
Etienne Sampaio Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.0662013014	
CAPÍTULO 5	56
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	
DOI 10.22533/at.ed.0662013015	
CAPÍTULO 6	64
ESTUDO DA ADSORÇÃO DE HIS, TRY E TYR EM MONTMORILONITA SIMULANDO AMBIENTES PREBIÓTICOS	
Adriana Clara da Silva Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro	
DOI 10.22533/at.ed.0662013016	

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

CAPÍTULO 17	196
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130117	
CAPÍTULO 18	208
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130118	
CAPÍTULO 19	218
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130119	
CAPÍTULO 20	221
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130120	
CAPÍTULO 21	234
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130121	

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

CAPÍTULO 32	344
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130132	
CAPÍTULO 33	356
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	
DOI 10.22533/at.ed.06620130133	
SOBRE OS ORGANIZADORES	364
ÍNDICE REMISSIVO	365

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE HIS, TRY E TYR EM MONTMORILONITA SIMULANDO AMBIENTES PREBIÓTICOS

Data de aceite: 16/12/2019

Adriana Clara da Silva

Universidade Federal do Oeste da Bahia,
Programa de pós-graduação em química pura e
aplicada, Barreiras – BA.

Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro

Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro
das ciências exatas e das tecnologias, Barreiras
– BA.

RESUMO: Nesse trabalho foi realizado um estudo de química prebiótica, ciência que estuda a origem da vida na terra. Foi utilizada uma composição de água do mar artificial inédita. O ambiente prebiótico foi simulado utilizando também a água do mar de 4,0 Ga proposta por Zaia et. al. (2012). Os testes também foram feitos em água ultrapura. A His adsorveu mais sobre o mineral em água ultrapura, Tyr e Try na água do mar de 4,0 Ga proposta por Zaia et. al. (2012). A distribuição de cargas na superfície do mineral foi estudada. A montmorilonita pura apresentou valor de pH_{PCZ} de 1,41 em água ultrapura, de 2,47 na água formulada e 1,86 na água do mar proposta por Zaia et. al. (2012). Para os sistemas mineral + His e mineral + Tyr, ambos em água do mar proposta por Zaia et. al. (2012) os valores de pH_{PCZ} foram aproximadamente iguais aos da montmorilonita pura nessa água.

Em todos os demais sistemas os valores de pH_{PCZ} foram maiores que os do mineral puro. No estudo de FTIR foram observados alguns deslocamentos de bandas. As análises térmicas mostraram que em água ultrapura, na presença dos aminoácidos, o mineral apresentou as mesmas temperaturas de perda de massa. Na água do mar, entretanto, surgiram novos picos no intervalo de temperatura referente à perda de água, mostrando que os sais presentes na água do mar formulada modificaram a forma de interação da água com a superfície do mineral.

PALAVRAS-CHAVE: Origem da vida. Montmorilonita. Adsorção. Aminoácidos.

HIS, TRY, TYR ADSORPTION STUDY IN MONTMORILONITE SIMULATING PREBIOTIC ENVIRONMENTS

ABSTRACT: In this work was carried out a study of prebiotic chemistry, science that studies the origin of life on earth. An unpublished artificial seawater composition was used. The prebiotic environment was simulated using also 4.0 Ga seawater proposed by Zaia et. al. (2012). The tests were also done in ultrapure water. His adsorbed more on the mineral in ultrapure water, Tyr and Try in 4.0 Ga seawater proposed by Zaia et. al. (2012). The charge distribution on the mineral surface was studied. Pure montmorillonite had a pH_{PCZ} value of 1.41 in

ultrapure water, 2.47 in formulated water and 1.86 in seawater proposed by Zaia et. al (2012). For the mineral + His and mineral + Tyr systems, both in seawater proposed by Zaia et. al. (2012) pH_{PCZ} values were approximately equal to pure montmorillonite in this water. In all other systems the pH_{PCZ} values were higher than those of pure mineral. In the FTIR study some band displacements were observed. Thermal analysis showed that in ultrapure water, in the presence of amino acids, the mineral presented the same mass loss temperatures. In seawater, however, new peaks emerged in the temperature range related to water loss, showing that the salts present in the formulated seawater changed the way water interacted with the mineral surface.

KEYWORDS: Origin of life. Montmorillonite. Adsorption. Amino acids.

1 | INTRODUÇÃO

Como a vida originou na terra? Como moléculas de maior complexidade foram formadas no ambiente primitivo? Essas são perguntas que acompanham a evolução humana e que ainda não podem ser respondidas por não se conhecer o exato processo ocorrido. Entretanto há muitas hipóteses que são desenvolvidas, as argumentações favoráveis e o número de possibilidades para desvendar o segredo do surgimento da vida aumentam a cada dia com a utilização de novas tecnologias. Uma hipótese bastante aceita desde sua proposta foi a sugerida por Bernal (1951), quando publicou o livro “*The Physical Basis of Life*”, no qual propôs que minerais poderiam ter desempenhado importante papel na origem da vida. Atualmente essa hipótese é avaliada por vários pesquisadores da área (ANIZELLI et al., 2015; BENETOLI et al., 2007; FARIAS et al., 2016; HAZEN, 2017; HEREDIA et al., 2017; JHA et al., 2013; KITADAI et al., 2017; LAMBERT, 2008; MARTRA et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2014; PANDEY et al., 2013; PEREZGASGA et al., 2005; PONNAMPERUMA; SHIMOYAMA; FRIEBELE, 1982; ZAIA, 2004) α -Ala and β -Ala onto goethite, and vice versa. Goethite served to concentrate K and Mg cations from solution; these effects could have played important roles in peptide nucleoside formation. Goethite showed low adsorption of Gly and α -Ala. On the other hand, β -Ala (a non-protein amino acid uma vez que sugere que o processo de adsorção pelos minerais poderiam proteger biomoléculas da degradação por radiação UV e hidrólise, concentrando-as a partir de soluções diluídas e catalisando a formação de polímeros. No entanto, os estudos de química prebiótica precisam ser realizados com minerais e moléculas presentes no período que antecede o surgimento da vida na Terra. Nisbet e Sleep (2007) estabelecem um limite temporal para o surgimento da vida baseados em fatores geológicos, por análises de rochas ao sudoeste da Groenlândia, inferindo que a vida tenha surgido antes de 3,8 Ga (NISBET; SLEEP, 2001).

Considerando o período anterior a 3,8 Ga, podemos admitir um limite de

trabalho até 4,0 Ga (DODD et al., 2017), dessa maneira Hazen (2017) especifica que a raridade de um mineral nesse período limita sua significância para os estudos e cita que os argilo minerais estão entre os mais usados e os mais dominantes devido a formação dos depósitos com esses minerais em nanoescala. A montmorilonita, um desses minerais, tem sido amplamente usada (CARNEIRO et al., 2013; FARIAS et al., 2014; FERRIS, 2006; MAYÉN et al., 2019) we show that the adsorption of the prebiotic amino acids, glycine (Gly devido a sua dupla camada (COELHO; SANTOIS; SANTOS, 2007), capaz de adsorver inúmeras moléculas orgânicas e corroborar com a hipótese de Bernal.

Subunidades monoméricas, os aminoácidos, relativamente simples formam a chave da estrutura de milhares de proteínas e peptídeos, responsáveis por uma infinidade de reações químicas que ocorrem nos organismos vivos (ALBERTS et al., 2017). Na Terra prebiótica aminoácidos poderiam então ter sido adsorvidos na superfície de minerais, e essa ser uma condição determinante para a evolução molecular. Lambert, (2008) frisa a importância de caracterizar os mecanismos de adsorção, pois as informações de seletividade de adsorção em uma mistura de aminoácidos são de extrema relevância para elucidar sobre a origem da vida (LAMBERT, 2008). Os aminoácidos mais evidenciados em estudos são: glicina (HEREDIA et al., 2017; KITADAI et al., 2017; MARTRA et al., 2014; SHANKER et al., 2012), alanina (FARIAS et al., 2016; FRIEBELE; SHIMOYAMA; PONNAMPERUMA, 1980; MORO; ULIAN; VALDRÈ, 2019; PIZZARELLO; HOLMES, 2009) e histidina (BENETOLI et al., 2007; CARNEIRO et al., 2011; RODE, 1999).

Poucos estudos relacionados à origem da vida, utilizando os aminoácidos aromáticos tirosina e triptofano, são encontrados, apesar de serem considerados essenciais e fazerem parte da constituição de peptídeos e proteínas. A tirosina, com uma cadeia lateral formada por CH_2 ligada a um grupo fenol possui um caráter neutro. A adsorção desse aminoácido em quartzo e calcita e as implicações para a origem da vida foram avaliadas por Churchill e colaboradores (2004). O triptofano, com um anel fenil e indol é classificado como não polar. Ménez e colaboradores (2018), utilizando técnicas de imagem de alta resolução, obtiveram evidências da presença de Try em amostras coletadas a 153,15 m abaixo do fundo do Oceano Atlântico Norte, uma área de ocorrência de ambientes hidrotermais, e com condições tidas como favoráveis para o surgimento da vida (CHURCHILL; TENG; HAZEN, 2004; MÉNEZ et al., 2018) As possibilidades de interações de aminoácidos e minerais dependerão em grande parte das características químicas dessas moléculas orgânicas, no entanto, a organização cristalina dos minerais e os ambientes também contribuirão significativamente para o processo.

Dessa forma, o presente trabalho estudou a adsorção dos aminoácidos histidina (His), tirosina (Tyr) e triptofano (Try) (FIGURA 1) em montmorilonita em duas

águas do mar artificiais. Os dois ambientes prebióticos foram simulados utilizando composições químicas que pudessem predizer um período de 4,0 Ga. Uma água do mar artificial foi proposta por Zaia, (2012) e foi utilizada como referência, uma vez que já foi avaliada em vários trabalhos (CANHISARES-FILHO et al., 2015; CARNEIRO et al., 2017; FARIAS et al., 2016) a outra com uma composição salina quase três vezes maior que a do mar atual e com uma variedade de 10 elementos químicos presentes na formulação foi elaborada para o estudo para observar a contribuição do ambiente nos processos de adsorção.

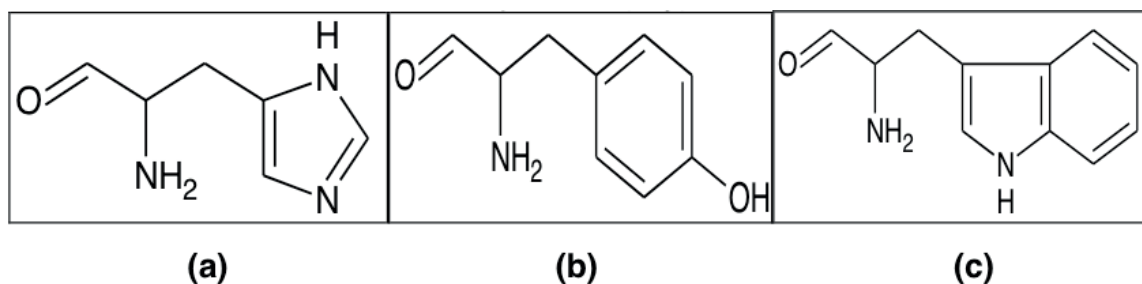


Figura 1: Molécula neutra dos aminoácidos: **(a)** Histidina (His), **(b)** Tirosina (Tyr) e **(c)** Triptofano (Try).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os reagentes utilizados foram de grau analítico. A argila e os aminoácidos foram adquiridos da Sigma Aldrich e utilizados sem nenhum tratamento prévio.

Água do mar artificial: A tabela 1 apresenta a composição química das duas águas do mar artificiais simulando um período de 4,0 Ga. A água do mar artificial (SWZ) foi proposta por Zaia (2012). E a água do mar artificial (SWS) foi formulada pelos autores cuja salinidade é 2,7 vezes maior que a da água do mar atual, com base na composição sugerida por Brown et al., (2004). A água do mar (SWS) foi elaborada utilizando uma série de fontes hidrotermais a partir do banco de dados InterRidge Vents (InterRidge Global Database of Active Submarine Hydrothermal Vent Fields, version 2.1), para verificar os elementos químicos e seus teores presentes nesses sistemas (BEAULIEU, et al. 2013).

Água / Período de 4,0 Ga	Concentração (g L ⁻¹)	pH	Condutividade (mS cm ⁻¹)
(SWZ) ^a	Na ₂ SO ₄ (0.271), MgCl ₂ ·6H ₂ O (0.500), CaCl ₂ ·2H ₂ O (2.50), KBr (0.050), K ₂ SO ₄ (0.400), MgSO ₄ (15.00)	5,69	8,54
(SWS) ^b	NaCl (46.09), MgSO ₄ (12.54), KCl (1,41) CaCl ₂ (3,04), Na ₂ SiO ₃ ·5H ₂ O (3,78x10 ⁻³), H ₃ BO ₃ (4,50x10 ⁻³), ZnSO ₄ ·5H ₂ O (2,41x10 ⁻⁶), NaH ₂ PO ₄ (4,40x10 ⁻⁴), MnSO ₄ (1,70x10 ⁻⁷), FeSO ₄ 7H ₂ O (2,76x10 ⁻⁴)	8,42	144,4

Tabela 1. Composição das águas do mar simulando o período de 4,0 Ga e parâmetros físico-químicos de pH e condutividade elétrica.

^a (ZAIA et al., 2012), ^b formulada pelos autores. Os sais descritos estão na ordem de adição adotada.

Preparo das amostras: Os aminoácidos foram solubilizados em água ultrapura e nas duas águas do mar artificiais nas concentrações de 720 µg mL⁻¹ (His e Try) e de 450 µg mL⁻¹ (Tyr). A menor concentração de Tyr foi em decorrência da baixa solubilidade desse aminoácido em água (479 mg L⁻¹) (U.S National Library of Medicine). Para cada ensaio realizado em triplicata, 500 mg de montmorilonita foram adicionadas em tubos falcon de 15 mL, e adicionados 9 mL de (a) água ultrapura, SWS ou SWZ; (b) água ultrapura, SWS ou SWZ com 720 µg mL⁻¹ de His ou Try; (c) água ultrapura, SWS ou SWZ com 450 µg mL⁻¹ de Try. As amostras foram agitadas por 24 h em temperatura ambiente (~25 °C) e em seguida centrifugadas durante 15 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante foi utilizado para quantificação dos aminoácidos por espectrofotometria no UV e o sólido remanescente foi liofilizado para ser usado nas análises espectroscópicas e termogravimétricas.

2.2 Métodos

Determinação do pH no ponto de carga zero (pH_{PCZ}): Em dois tubos Eppendorf de 2,5 mL foram adicionados 100 mg de montmorilonita, 250 µL de água ultrapura foram adicionados a um dos tubos e 250 µL de solução de KCl (1,0 mol L⁻¹) foram adicionados ao outro. As amostras foram agitadas por 24 h e então feita a leitura do pH. O pH_{PCZ} foi calculado usando a equação 2:

$$\text{Equação 1: } pH_{PCZ} = 2 \text{ pH (KCl } 1.0 \text{ mol L}^{-1}\text{)} - \text{pH (água ultrapura)}$$

O procedimento foi feito para a montmorilonita pura e para as modificadas nos sistemas estudados (adaptado de (CANHISARES-FILHO *et al.*, 2015).

Quantificação dos aminoácidos por espectroscopia UV: A concentração dos

aminoácidos na solução de equilíbrio após o processo de adsorção foi determinada através de medidas de absorvância obtidas utilizando espectrofotômetro modelo UV-VIS Cary 100 marca Varian, em 215, 220 e 224 nm para His, Try e Tyr respectivamente, mediante a utilização de uma curva analítica. Para calcular a quantidade de analito adsorvido nas montmorilonita foi utilizada a Equação 1:

$$\text{Equação 2: } \frac{C_{\text{adsorvido}}}{\mu\text{g}} = C_{\text{inicial}} - C_{\text{solução}}$$

Onde,

$$C_{\text{solução}} = C_{\text{inicial}} \frac{Abs_{\text{amostra}}}{Abs_{\text{inicial}}}$$

Onde C é a concentração do aminoácido e Abs é a absorvância no comprimento de onda específico.

Análise termogravimétrica: As curvas TG-DTG-TGA das amostras foram obtidas utilizando 10 mg da amostra, a partir de um equipamento Shimadzu DTG – 60, na faixa de temperatura de 30 a 1000 °C, com rampa de aquecimento de 10 °C min⁻¹ e fluxo de nitrogênio de 20 mL min⁻¹. Os gráficos foram plotados e analisados usando o programa Origin (8.5, 2010).

Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR): Os espectros de infravermelho das amostras foram obtidos a partir de um espectrômetro Shimadzu, modelo IRAffinit, utilizando pastilhas de KBr, resolução espectral de 4 cm⁻¹ na faixa de 400 a 4000 cm⁻¹ após 95 aquisições. Os espectros de FT-IR foram analisados usando o programa Origin (8.5, 2010).

Análise estatística: A análise de variância foi feita usando o Sisvar e Tukey para comparação de médias ao nível de significância de p<0,05.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os resultados do processo de adsorção dos aminoácidos His, Try e Tyr dissolvidos em água ultrapura e nas águas do mar SWS e SWZ. A His foi o aminoácido que adsorveu em maior quantidade sobre a argila, 86,7%, quando solubilizado em água ultrapura. Nessa mesma condição Try adsorveu 64,4% e Tyr 43,1%. Analisando as cargas nos grupos funcionais dos aminoácidos, His (grupo R carregado positivamente), Try (grupo R aromático apolar) e Tyr (grupo R aromático polar em pH alto), o grau adsorção de cada um sobre a montmorillonita ocorreu de maneira sequencial lógica. Outros trabalhos já haviam constatado a maior afinidade da His com argilas, em função do seu grupo R carregado positivamente, frente a outros aminoácidos com grupos R sem carga (LAHAV; CHANG, 1976; PAECHT-HOROWITZ, 1978; BENETOLI et al., 2007; LAMBERT, 2008).

Houve um decréscimo considerável nas quantidades adsorvidas quando foi utilizada SWS, os teores foram de 48,3%, 46,4% e 14,3% para His, Try e Tyr respectivamente. Considerando a elevada quantidade de sais nesse sistema, como exemplo NaCl, a menor adsorção pode ser justificada por esse fato. Com a presença dos sais dissolvidos nessa água do mar, esses competem pelos sítios de adsorção no mineral. Um outro fator que pode ser atribuído à baixa adsorção é a interação entre os íons dos sais solubilizados e aminoácidos. Farias et al., (2014) discutiram que a adsorção dos aminoácidos Gly, α -Ala e β -Ala decresceram quando a salinidade foi aumentada de 10 para 100% da composição da água do mar atual, comprovando a formação de complexos com metais salinos. Analogamente, na Terra prebiótica a composição da água do mar pode ter desempenhado um papel determinante nas reações e mecanismos que levaram ao surgimento da vida.

Água do mar	His	Try	Tyr
SWS ^a	6,26 ± 0,20Ca	6,02 ± 0,34Ba	1,16 ± 0,34B
SWZ ^b	7,44 ± 0,31Bb	8,72 ± 0,05Aa	3,86 ± 0,05A
UW ^c	11,23 ± 0,21Aa	8,35 ± 0,21Ab	3,49 ± 0,21A

Tabela 2. Quantidade (mg) de histidina (His), tirosina (Tyr) e triptofano (Try) adsorvida em 1 g de montmorilonita.

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão, para um número de três experimentos. ^aÁgua do mar artificial de 4,0 Ga formulada ^bÁgua do mar artificial de 4,0 Ga preparada como descrito por Zaia et al., (2012). ^cÁgua ultrapura. Para os ensaios com histidina e triptofano, 500 mg de montmorilonita e 6,48 mg do aminoácido foram dissolvidos em 9 mL de água do mar, ou ultrapura, resultando numa concentração de 720 $\mu\text{g mL}^{-1}$ do aminoácido (12,96 mg/g). Para a tirosina, devido à sua baixa solubilidade, foram utilizadas 4,05 mg, resultando numa concentração de 450 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (8,1 mg/g). Análise estatística, ao nível de significância de $p < 0,05$. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não se diferem entre si (Comparação entre o comportamento do mesmo aminoácido nas águas do mar). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si (Comparação entre o comportamento dos aminoácidos na mesma água do mar). A adsorção da tirosina não foi comparada com os demais aminoácidos.

Fonte: Autor.

A Tyr foi o aminoácido que adsorveu em menor quantidade, nos três sistemas estudados. Basiuk e Gromovoy (1996), estudaram a adsorção de aminoácidos em sílica e constataram que a 19°C a tirosina apresenta um valor de constante de equilíbrio < 1 e valores positivos de energia livre de Gibbs, sugerindo que o processo de adsorção é termodinamicamente desfavorável (BASIUK; GROMOVOY, 1996). Um dos fatores que pode ter influenciado a baixa extensão do processo de adsorção da Tyr, em comparação a His e Try, foi sua baixa solubilidade em água em decorrência do seu forte caráter apolar em pH baixo, concedido pela presença do anel aromático em sua estrutura (Figura 1c). Apesar da presença de oxigênios disponíveis para formar ligações de hidrogênio, em SWS o grupo COOH está protonado em virtude do pH do meio (Tabela 3), o que dificultou ainda mais a interação da Tyr com a água

nesse sistema.

Canhisares-Filho e colaboradores (2015) ao estudarem a adsorção de bases de ácidos nucleicos em ferridrita observaram que a alta adsorção da adenina em relação a timina e a uracila não era satisfatoriamente explicada pela ação das forças eletrostáticas atuantes entre mineral carregado negativamente e adenina carregada positivamente. Os autores observaram que a ordem de adsorção era inversa à solubilidade das bases em água destilada e sugeriram esse como sendo um dos principais fatores que influenciaram o processo de adsorção. No presente trabalho é cabível fazer a mesma correlação, pois, a solubilidade dos aminoácidos em água destilada, a 25°C segue a seguinte ordem, His (40,19 g/L) >> Try (10,14 g/L) > Tyr (0,45 g/L), condizente com a ordem de adsorção observada, His > Try > Tyr.

A Tabela 3 apresenta um resumo das condições do estudo em relação aos valores de pH dos sistemas, do pH_{PCZ} da montmorilonita e das cargas sobre a superfície da argila. O pH_{PCZ} da montmorilonita natural foi de 1,41, mesmo valor obtido para o mineral quando agitado em água ultrapura e semelhante ao determinado por (CARNEIRO *et al.*, 2013), os resultados evidenciam que não há alteração mineralógica nessa condição. Um aumento no valor do pH_{PCZ} da argila foi observado em todos os sistemas estudados, com destaque para o sistema com Try mais SWS.

Nos três sistemas, na presença do aminoácido Try, a montmorilonita apresentou valor de pH_{PCZ} ligeiramente acima da faixa de pH estudada ($\text{pH}_{\text{final}} < \text{pH}_{\text{PCZ}}$). As concentrações de H^+ e OH^- mudam na superfície do mineral em função do sistema químico estabelecido, dessa forma altera-se o valor de PCZ (Kraepiel e Morel, 1998). Portanto, nessas condições a superfície do mineral estava carregada positivamente, ocorrendo forças de repulsão eletrostáticas entre a superfície protonada do material e as moléculas de aminoácidos carregadas positivamente. Entretanto, a carga negativa permanente desse mineral é o fator mais importante a ser considerado, e a adição de íons com cargas positivas ao sistema ocasiona a adsorção dos mesmos, e esses agora por localizarem-se nas entrecamadas causam uma diminuição do espectro de carga permanente negativa.

Para a montmorilonita + Tyr em água ultrapura, em SWZ e em SWS os valores de pH_{PCZ} ficaram muito próximos do pH final das amostras. Na presença da His, em SWZ e UW a montmorilonita apresentou valores de pH_{PCZ} próximos do observado para a argila natural. Maiores valores de pH para os sistemas com SWS eram previstos, pois o maior teor de NaCl dessa água do mar promoveu um efeito de força iônica no meio mantendo o pH mais elevado. Mudanças no ponto de carga zero dependem dos teores de espécies carregadas presentes no sistema (CARNEIRO *et al.*, 2013), entretanto é preciso lembrar que a montmorilonita é um mineral 2:1 e nesse caso exibe uma carga permanente negativa que só é alterada se houver efetivamente a entrada de cargas positivas entre suas entrecamadas (Picini e Avena, 2013).

pH do sistema		Amostra	pH							
NATU-RAL		MONT.	1,41*	-	-	-	-	-	-	-
		HIS (PI) [?]	+	+	+	+	+	+	7,59**	-
		TRY (PI) [?]	+	+	+	+	5,89**	-	-	-
		TYR (PI) [?]	+	+	+	+	5,66**	-	-	-
SWS ^a	8,42 ^Δ	MONT. (PURA)	+	2,47 [⊗]	-	-	-	-	-	-
	[3,43-2,86] [#]	MONT. + HIS	+	+	3,37 [⊗]	-	-	-	-	-
	[2,93-2,28] [#]	MONT. + TRY	+	+	3,68 [⊗]	-	-	-	-	-
	[2,93-2,79] [#]	MONT. + TYR	+	2,72 [⊗]	-	-	-	-	-	-
SWZ ^b	5,69 ^Δ	MONT. (PURA)	1,86 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-
	[2,36-2,27] [#]	MONT. + HIS	1,84 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-
	[2,30-2,24] [#]	MONT. + TRY	+	2,57 [⊗]	-	-	-	-	-	-
	[2,11-2,01] [#]	MONT. + TYR	1,86 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-
UW ^c	5,88 ^Δ	MONT. (PURA)	1,41 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-
	[2,45-2,37] [#]	MONT. + HIS	1,56 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-
	[2,43-2,21] [#]	MONT. + TRY	+	2,75 [⊗]	-	-	-	-	-	-
	[1,87-2,03] [#]	MONT. + TYR	1,98 [⊗]	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3. Carga da montmorilonita, valores de pH(PCZ) do mineral natural e do mineral modificado em todos os sistemas estudados e ponto isoelétrico dos aminoácidos.

^aÁgua do mar artificial de 4,0 Ga formulada. ^bÁgua do mar artificial de 4,0 Ga preparada como descrito por Zaia et al., (2012) ^cÁgua ultrapura. *pH_(PCZ) da montmorilonita sem tratamento, determinado experimentalmente. ** (NELSON; COX, 2014). # [pH inicial-pH final]. ^ΔpH da água do mar antes da adição do mineral. [?]Ponto isoelétrico. [⊗]pH_(PCZ) da montmorilonita naquele sistema.

Os espectros vibracionais na região do infravermelho foram obtidos das amostras para melhor elucidar as interações entre os aminoácidos e a montmorilonita. Não houve alteração no perfil dos espectros de FTIR quando comparados entre argila natural, em água ultrapura, SWS e SWZ sem a presença dos aminoácidos. Foi possível verificar um pequeno deslocamento de banda nas regiões indicativas da presença de OH de água, 3640 cm⁻¹ e 3410 cm⁻¹, no espectro do mineral em SWS, sugerindo que os sais presentes nessa água do mar modificaram a forma como a água interage com a superfície da argila. Os resultados das análises por FTIR da argila na presença dos aminoácidos (His, Try e Tyr) não mostraram alterações na estrutura da montmorillonita, sugerindo que ocorrência de adsorção física entre as espécies é possibilitada por interações eletrostáticas entre a superfície da argila e os grupos carregados dos aminoácidos, como observado nos resultados da tabela 3.

O perfil térmico da montmorilonita nos sistemas com os aminoácidos His e Tyr em água ultrapura e SWS foi obtido utilizando a análise termogravimétrica. Para o mineral natural, verificou-se um primeiro evento de perda de massa em 80°C, um segundo em 100°C, característicos de perda de água de hidratação, adsorvida

na superfície do mineral. Outro evento ocorreu a 600°C, atribuído ao processo de decomposição característico dos argilominerais, nos quais ocorrem rupturas das hidroxilas estruturais (desidroxilação), seguido de liberação de água e, por fim, colapso da estrutura (MARIANI; VILLALBA; ANAISSI, 2013; ROSSETTO *et al.*, 2009).

Os termogramas DTG da montmorilonita na presença dos aminoácidos em água ultrapura e SWS apresentaram diferenças em relação ao mineral natural. A presença dos aminoácidos em água ultrapura e SWS deslocou a temperatura do primeiro evento de perda de massa para valores menores de temperatura e para água ultrapura o segundo evento em aproximadamente 100°C não foi observado, quando comparado à montmorillonita pura. Podemos inferir que esse deslocamento para temperaturas inferiores possa ter sido provocado devido as interações entre os aminoácidos e a superfície do mineral, e que são eletrostáticas como mostrado na tabela 3. Em SWS, ocorreu não só o deslocamento do pico da diferencial para valores menores de temperatura para o primeiro evento, como também deslocou o segundo 24°C a mais quando comparado à montmorillonita pura. Esse deslocamento para uma temperatura maior justifica o deslocamento ocorrido no espectro de infravermelho, na região de OH, quando o sistema foi em SWS, implicando em uma interação dos sais com o mineral e provável diminuição no quantitativo de moléculas de água.

Sistema	Aminoácido	1° Evento (°C)	2° Evento (°C)	3° Evento (°C)
Montmorillonita Pura	-----	80	100	600
Mont+SWS	Histidina	74	124	600
	Triptofano	73	124	605
Mont+Ultrapura	Histidina	70	----	604
	Triptofano	68	----	605

Tabela 4. Temperatura dos eventos observados para a análise térmica da montmorillonita pura e após o processo de adsorção da histidina e da tirosina em água ultrapura e água do mar artificial de 4,0 Ga – SWS.

Fonte: Autor.

Possivelmente, a presença dos sais dificultou a saída das moléculas de água localizadas dentro das lamelas do mineral, justificando a necessidade de uma temperatura maior para eliminação dessa água.

4 | CONCLUSÃO

O processo de adsorção mostrou que a His adsorveu mais em água ultrapura (86,7%). A adsorção de Try e Tyr em água ultrapura e água do mar de 4.0 Ga proposta por (ZAIA, D. A.M., 2012) não foram estatisticamente diferentes. A adsorção

é reduzida quando os teores de sais em água do mar são elevados. Para os sistemas mineral + His e mineral + Tyr, ambos em água do mar proposta por Zaia *et al.* (2012) os valores de pH_{PCZ} foram aproximadamente iguais aos da montmorilonita pura nessa água. Um pequeno aumento no valor do pH_{PCZ} do mineral foi observado em todos os demais sistemas estudados.

As análises por FTIR mostraram que os aminoácidos não causaram mudanças na estrutura do mineral. As curvas de DTG da montmorilonita nos sistemas com os aminoácidos em água do mar SWS e em água ultrapura apresentam diferenças em relação ao mineral natural. As análises térmicas mostraram que em água ultrapura, na presença de His e Try, o mineral apresentou temperaturas de perda de massa menores que as observadas para o mineral natural. Na água do mar surgiram novos picos no intervalo de temperatura referente à perda de água, mostrando que os sais presentes na água do mar modificaram a forma de interação da água com a superfície do mineral.

REFERÊNCIAS

ANIZELLI, P. R. et al. **A Prebiotic Chemistry Experiment on the Adsorption of Nucleic Acids Bases onto a Natural Zeolite.** *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, v. 45, n. 3, p. 289–306, 2015.

BASIUK, V. A.; GROMOVOY, T. Y. **Free energies of adsorption of amino acids, short linear peptides and 2,5-piperazinediones on silica from water as estimated from high-performance liquid-chromatographic retention data.** *Adsorption*, v. 2, n. 2, p. 145–152, 1996.

BEAULIEU, S. E. et al. **An Authoritative Global Database for Active Submarine Hydrothermal Vent Fields. Geochemistry.** *Geophysics. Geosystems*, v. 14, p. 4892–4905, 2013.

BENETOLI, L. O. B. et al. **Amino acid interaction with and adsorption on clays: FT-IR and Mössbauer spectroscopy and X-ray diffractometry investigations.** *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, v. 37, n. 6, p. 479–493, 2007.

CANHISARES-FILHO, J. E. et al. **Characterization of the Adsorption of Nucleic Acid Bases onto Ferrihydrite via Fourier Transform Infrared and Surface-Enhanced Raman Spectroscopy and X-ray Diffractometry.** *Astrobiology*, v. 15, n. 9, p. 728–738, 2015. Disponível em: <<http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/ast.2015.1309>>.

CARNEIRO, C. E. A. et al. **Interaction, at Ambient Temperature and 80 °C, between Minerals and Artificial Seawaters Resembling the Present Ocean Composition and that of 4.0 Billion Years Ago.** *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, v. 47, n. 3, p. 323–343, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11084-016-9524-z>>.

CARNEIRO, C. E. A. et al. **Modification of montmorillonite with sodium sulfide for prebiotic chemistry studies: Characterization using spectroscopy methods and X-ray diffractometry.** *Applied Clay Science*, v. 86, p. 18–22, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.09.016>>.

CARNEIRO, C. E. A., et al. **Adsorption of Amino Acids (Ala, Cys, His, Met) on Zeolites: Fourier Transform Infrared and Raman Spectroscopy Investigations.** *Astrobiology*, v. 11, n. 5, p. 409–418, 2011.

CHURCHILL, HUGH; TENG, HENRY; HAZEN, ROBERT M. **Correlation of pH-dependent surface interaction forces to amino acid adsorption : Implications for the origin of life.** American Mineralogist, v. 89, p. 1048–1055, 2004.

COELHO, A. C. V.; SANTOIS, P. S.; SANTOS, H. S. **Argilas Especiais: Argilas Quimicamente Modificadas – Uma Revisão.** Química Nova, v. 30, n. 5, p. 1282–1294, 2007.

DODD, M. S. et al. **Evidence for early life in Earth ' s oldest hydrothermal vent precipitates.** Nature Publishing Group, v. 543, n. 7643, p. 60–64, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature21377>>.

FARIAS, A. P. S. F. et al. **The adsorption of amino acids and cations onto goethite: a prebiotic chemistry experiment.** Amino Acids, v. 48, n. 6, 2016.

FARIAS, A. P. S. F. et al. **Salinity and pH affect Na⁺-montmorillonite dissolution and amino acid adsorption: A prebiotic chemistry study.** International Journal of Astrobiology, v. 13, n. 3, 2014.

FERRIS, J. P. **Montmorillonite-catalysed formation of RNA oligomers: The possible role of catalysis in the origins of life.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 361, n. 1474, p. 1777–1786, 2006.

FRIEBELE, E.; SHIMOYAMA, A.; PONNAMPERUMA, C. **Adsorption of Protein and Non-Protein Amino Acids on a Clay Mineral: A Possible Role of Selection in Chemical Evolution.** Journal of Molecular Evolution, v. 16, p. 269--278, 1980.

HAZEN, R. M. **Chance, necessity and the origins of life: a physical sciences perspective.** The Royal Society Publishing, p. 1–12, 2017.

HEREDIA, A. et al. **Computer simulation and experimental self-assembly of irradiated glycine amino acid under magnetic fields: Its possible significance in prebiotic chemistry.** BioSystems, v. 162, p. 66–74, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystems.2017.08.008>>.

JHA, A. et al. **Metal cation-exchanged montmorillonite clay as catalysts for hydroxyalkylation reaction.** Applied Clay Science, v. 74, p. 141–146, 2013.

KRAEPIEL, A. M. L; MORE, F. M. M. **The influence of internal charge on the sorption properties of clays.** Mineralogical Magazine, v. 62^a, p. 809 - 810, 1998.

KITADAI, N. et al. **Glycine Polymerization on Oxide Minerals.** Origins of Life and Evolution of Biospheres, v. 47, n. 2, p. 123–143, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11084-016-9516-z>>.

LAMBERT, J. F. **Adsorption and polymerization of amino acids on mineral surfaces: A review.** Origins of Life and Evolution of Biospheres, v. 38, n. 3, p. 211–242, 2008.

MARIANI, F. Q.; VILLALBA, J. C.; ANAISSI, F. J. **Caracterização Estrutural de Argilas Utilizando DRX com Luz Síncrotron, MEV, FTIR e TG-DTG-DTA.** Orbital - The Electronic Journal of Chemistry, v. 5, n. 4, p. 249–256, 2013.

MARTRA, G. et al. **The Formation and Self-Assembly of Long Prebiotic Oligomers Produced by the Condensation of Unactivated Amino Acids on Oxide Surfaces.** Angewandte Chemie International Edition, v. 126, n. 18, p. 4671–4674, 2014.

MAYÉN, J. F. C. et al. **Prebiotic Soup Components Trapped in Montmorillonite Nanoclay Form New Molecules : Car-Parrinello Ab Initio Simulations.** Life, v. 9, n. 46, p. 1–18, 2019.

- MÉNEZ, B. et al. **Abiotic synthesis of amino acids in the recesses of the oceanic lithosphere.** Nature, v. 564, p. 59–63, 2018.
- MORO, D; ULIAN, G; VALDRÈ, G. **Amino acids-clay interaction at the nano-atomic scale : The L -alanine-chlorite system.** Applied Clay Science, v. 172, n. December 2018, p. 28–39, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.02.013>>.
- NASCIMENTO, F. C. et al. **The effect of artificial seawater on SERS spectra of amino acids-Ag colloids: An experiment of prebiotic chemistry.** Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, v. 118, p. 251–259, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2013.08.113>>.
- NISBET, E. G.; SLEEP, N. H. **The habitat and nature of early life.** Nature, v. 409, n. 6823, p. 1083–1091, 2001.
- OPARIN, A. I. **The Origin of Life on The Earth**, The Central Press LTD., 495 p., 1959.
- PANDEY, P. et al. **Surface Interaction of L-alanine on Hematite: An Astrobiological Implication.** Origins of Life and Evolution of Biospheres, v. 43, n. 4–5, p. 331–339, 2013.
- PECINI, E. M.; AVENA, M. J. **Measuring the Isoelectric Point of the Edges of Clay Mineral Particles: The Case of Montmorillonite.** dx.doi.org/10.1021/la403384g | Langmuir 2013, 29, 14926–14934.
- PEREZGASGA, L. et al. **Sites of adsorption of adenine, uracil, and their corresponding derivatives on sodium montmorillonite.** Origins of Life and Evolution of the Biosphere, v. 35, n. 2, p. 91–110, 2005.
- PIZZARELLO, S.; HOLMES, W. **Nitrogen-containing compounds in two CR2 meteorites:15N composition, molecular distribution and precursor molecules.** Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 73, n. 7, p. 2150–2162, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2009.01.022>>.
- PONNAMPERUMA, C.; SHIMOYAMA, A.; FRIEBELE, E. **Clay and the origin of life.** Origins of Life, v. 12, n. 1, p. 9–40, 1982.
- RODE, B M. **Peptide and the origin of life.** Peptides, v. 20, n. 6, p. 773–786, 1999.
- ROSSETTO, E. et al. **Caracterização De Argilas Bentonitas E Diatomitas E Sua Aplicação Como Adsorventes.** Quimica Nova, v. 32, n. 8, p. 2064–2067, 2009.
- SHANKER, U. et al. **Oligomerization of Glycine and Alanine Catalyzed by Iron Oxides: Implications for Prebiotic Chemistry.** Origins of Life and Evolution of Biospheres, v. 42, n. 1, p. 31–45, 2012.
- U.S National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tyrosine> ZAIA, D. A.M. **Adsorption of amino acids and nucleic acid bases onto minerals: A few suggestions for prebiotic chemistry experiments.** International Journal of Astrobiology, v. 11, n. 4, p. 229–234, 2012.
- ZAIA, D. A. M. **A Origem da Vida e a Química Prebiótica.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas. v. 24, p. 3–8, 2004.

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

