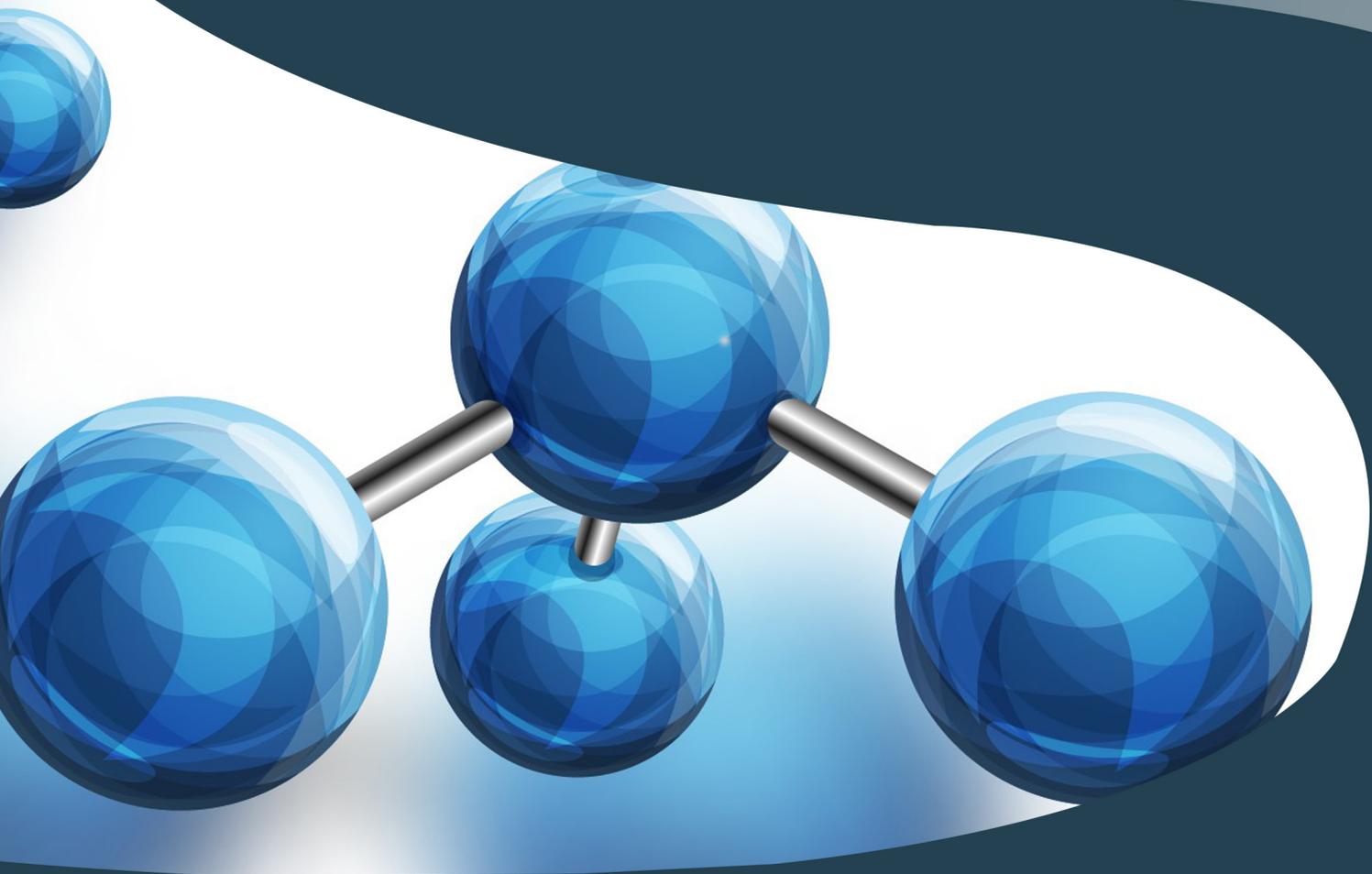


A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS BASEADOS EM COLÁGENO HIDROLISADO EXTRAÍDOS DE ESCAMAS DE TILÁPIA CONTENDO HIDROXISALICILATO LAMELAR DE COBALTO(II) COMO CARGA

Data de aceite: 16/12/2019

Kauani Caldato

Departamento de química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, PR, Brasil.

Rafael Marangoni

Departamento de química, Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil.

Silvia Jaerger

Departamento de química, Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, PR, Brasil.

Leandro Zatta

Departamento de química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, PR, Brasil.

RESUMO: Os hidroxissais lamelares (HSL) se destacam por possibilitarem a inserção de espécies com propriedades farmacêuticas ativas em seu espaçamento interlamelar. Em termos de aproveitamento de resíduos da indústria de pescado, as escamas de peixes podem ser fonte de colágeno e derivados promissora. Este trabalho apresenta resultados sobre a obtenção biofilmes de colágeno hidrolisado (gelatina) extraído de escamas de tilápia contendo o hidróxissalicilato lamelar de cobalto(II) como carga. O composto lamelar

foi obtido pela metodologia de troca aniônica a partir material precursor hidróxicloreto de cobalto(II). Os filmes obtidos foram caracterizados em relação à propriedades mecânicas, (tensão de ruptura), alongamento e o modulo de Young), solubilidade em água e em relação a atividade antimicrobiana, frente as bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Escherichia coli* (ATCC 25922). O filme com adição da carga se destacou por apresentar uma alta atividade antimicrobiana frente as duas bactérias, uma maior porcentagem de alongamento e uma baixa solubilidade em água em comparação ao filme sem carga. Os resultados obtidos neste trabalho demonstram a possibilidade de aplicação do filme como embalagens ou ataduras.

PALAVRAS-CHAVE: gelatina, hidroxissais lamelares, biofilme

OBTAINING AND CHARACTERIZATION OF POLYMERIC FILMS BASED ON HYDROLYZED COLLAGEN EXTRACTED FROM TILAPIA SCALES CONTAINING LAYERED COBALT (II) HYDROXYSALICYLATE AS FILLER

ABSTRACT: Lamellar hydroxysalts (LSH) stand out for allowing the insertion of species with active pharmaceutical properties in their interlamellar space. In terms of waste

utilization from the fish industry, fish scales can be a valuable source of collagen and derivatives. This work presents results on obtaining biofilms of hydrolyzed collagen extracted from tilapia scales containing cobalt (II) lamellar hydroxysalicylate as filler. The lamellar compound was obtained by anion exchange methodology from cobalt (II) hydroxychloride precursor material. The obtained polymeric films were characterized by mechanical tests, where their maximum tension, elongation and Young's modulus, water solubility at room temperature and antimicrobial activity were evaluated from the disc diffusion method against *Staphylococcus bacteria. aureus* (ATCC 25923) and *Escherichia coli* (ATCC 25922). The load-added film stood out for its high antimicrobial activity against both bacteria, a higher elongation percentage and low water solubility compared to the unloaded film. The results obtained in this work demonstrate the possibility of applying the film as packaging or bandages.

KEYWORDS: gelatin, layered hydroxide salts, biofilm

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente um grande número de pesquisas envolvendo materiais estão voltadas ao estudo de nanocompósitos que apresentam como matriz principal a melhora dos materiais tradicionais já utilizados e conhecidos (ESTEVES e colab., 2004).

Nanopartículas inorgânicas tem se mostrado promissoras em termos de propriedades para o transporte de moléculas farmacêuticas por possuírem propriedades biocompatíveis e baixa toxicidade frente a células humanas, dentre as nanopartículas destacam-se os hidróxidos lamelares (ZHI e colab., 2006).

O elemento cobalto, devido a sua estabilidade estrutural e por possuir características antifúngicas e antioxidantes, vem sendo amplamente estudado e aplicado na área da nanotecnologia e nanomedicina.

As estruturas do hidróxido de cobalto podem ser classificadas em duas formas cristalinas polimórficas diferentes, α e β , sendo a primeira (lamelar), a qual apresenta em sua estrutura sítios octaédricos e tetraédricos, o que proporciona déficit de cargas negativas, fazendo com que suas lamelas sejam carregadas positivamente apresentando uma formulação genérica $[\text{Co}(\text{OH})^{2-} \text{X.A.}(\text{H}_2\text{O})_x]^{2+}$ (HU e colab., 2009; SHALASH; ABU ALI, 2017; NETHRAVATHI e colab., 2007; PRAVEEN e colab., 2016).

O déficit de cargas negativas na fase α confere a capacidade de possuir ânions hidratados no espaço interlamelar, os quais neutralizam a carga positiva das lamelas. Os ânions hidratados presentes neste espaço podem ser substituídos pelo processo de troca aniônica, possibilitando diferentes e inúmeras aplicações tecnológicas (HU e colab., 2009; NETHRAVATHI e colab., 2007; SHALASH; ABU ALI, 2017; PRAVEEN e colab., 2016;

O déficit de cargas negativas na fase α confere a capacidade de possuir ânions

hidratados no espaço interlamelar, os quais neutralizam a carga positiva das lamelas. Os ânions hidratados presentes neste espaço podem ser substituídos pelo processo de troca aniônica, possibilitando diferentes e inúmeras aplicações tecnológicas (HU e colab., 2009; NETHRAVATHI e colab., 2007; SHALASH; ABU ALI, 2017; PRAVEEN e colab., 2016; COHEN e colab., 2001).

Devido à capacidade de troca aniônica nos hidroxissais lamelares (HSL) análogo à fase α do hidróxido de cobalto, é possível inserir em seu espaço interlamelar espécies como fármacos (HUSSEIN AL ALI e colab., 2012).

Os HSL podem ser degradados em meio ácido o que possibilita a liberação de drogas presentes na forma iônica na estrutura do material, aumentando a solubilidade e biodisponibilidade (RAMLI e colab., 2013).

Na medicina os salicilatos são amplamente empregados, devido a seus diversos efeitos positivos em processos metabólicos. Além das propriedades biológicas, os salicilatos de metais de transição apresentam interessantes propriedades, como ópticas, magnéticas e boa condutividade elétrica, (PRAVEEN e colab., 2016).

Os HSL também apresentam uma variada gama de aplicações, por exemplo, a utilização em processos de catálise e fotocatalise, melhora de propriedades mecânicas em materiais poliméricos, sensores de gás, precursores de nanocompósitos, entre outras (ARIZAGA e colab., 2007). Também podem ser utilizados como trocadores aniônicos no tratamento de resíduos de indústrias têxteis (MARANGONI, 2013).

Dentre as diversas rotas de síntese para obtenção de materiais lamelares baseados no cobalto, destaca-se a síntese hidrotérmica utilizando ureia como fonte de hidróxido. Por esta metodologia foram obtidos resultados satisfatórios em relação ao tamanho de partícula e cristalinidade dos materiais, quando comparados com materiais análogos obtidos por rotas tradicionais (XU; ZENG, 2003).

Atualmente verifica-se uma demanda por materiais inovadores ambientalmente corretos, como os biofilmes. Pensando nisso uma proteína de fácil obtenção é o colágeno e seus derivados, como a gelatina (colágeno hidrolisado), a qual possui uma ampla gama de aplicações na indústria de alimentos, é possível de ser aplicada como precursor na produção de filmes biodegradáveis (JONGJAREONRAK e colab., 2006).

A gelatina se destaca por apresentar propriedades como não toxicidade, não irritabilidade e compatibilidade com corpos vivos (XIAO e colab., 2002).

É conhecido que 95% da produção mundial de colágeno provém de fontes bovinas e suínas (SOCKALINGAM; ABDULLAH, 2015; HUANG e colab., 2016; AL-SAIDI G.S e colab., 2012), o que acarreta, em algumas regiões do planeta, em problemas sociais, religiosos e de saúde pública, como é o caso das doenças transmissíveis da vaca loca e esponjiforme bovina (GHALY e colab., 2013; HUANG

e colab., 2016).

Juntamente com o crescimento da demanda mundial por colágeno e seus derivados, se faz necessário a busca por fontes alternativas de obtenção, um setor capaz de contribuir é o da piscicultura (DA SILVA; PENNA, 2012; HUANG e colab., 2016), com destaque para as escamas de peixes, as quais são biocompósitos formadas por duas fases distintas, sendo uma orgânica composta basicamente de colágeno, mucina e queratina, e a uma segunda fase inorgânica, composta por hidróxiapatita e carbonato de cálcio (SOCKALINGAM; ABDULLAH, 2015; MARTINS, 2016; MARTINS e colab., 2015).

Na literatura são conhecidos diferentes processamentos das escamas para a obtenção de gelatina. A exemplo, a partir do processo de hidrólise ácida-alcalina-ácida do colágeno presente nas escamas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), é possível obter gelatina com características químicas muito próximas à obtida a partir de fonte porcina (CALDATO e colab., 2019).

Filmes poliméricos de gelatina apresentam boas propriedades mecânicas (WENG; ZHENG, 2015), o que possibilita serem aplicados, por exemplo, em embalagem na indústria de alimentos, porém, as propriedades deste tipo de filme podem ser melhoradas, ou ainda, geradas novas, a partir da adição de cargas em escala nanométrica, gerando nanocompósitos de gelatina (AVENA-BUSTILLOS e colab., 2006)

A partir do contexto apresentado anteriormente, este capítulo apresenta resultados referente a síntese e caracterização de filmes poliméricos de gelatina obtida a partir das escamas de tilápia contendo como carga o composto nanométrico hidroxissalicilato lamelar de cobalto(II).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção do colágeno hidrolisado

O processo de extração da gelatina já foi reportado por nosso grupo de pesquisa (CALDATO e colab., 2019) o qual é baseado em relatos da literatura (MARTINS e colab., 2015).

As escamas de tilápia utilizadas para a extração do colágeno foram fornecidas por um produtor do município de Pato Branco – PR. Assim que removidas, as escamas foram lavadas em água corrente para remover o excesso de resíduos, peneiradas e congeladas em freezer até o processo de extração se iniciar.

Após descongeladas, as escamas foram secas em estufa à 40 °C durante 40 h, em seguida, 100 g das escamas secas foram pesadas e adicionadas a uma solução de concentração 10% (m/v) de cloreto de sódio (NaCl, Reatec, 99%), na

proporção 1:10 (m/v) durante 24 h à temperatura ambiente. Em seguida, as escamas foram lavadas com água destilada, peneiradas e adicionadas, na proporção 1:10 (m/v), a uma solução de ácido clorídrico (HCl, Reatec, 37%) de concentração 0,4 mol.L⁻¹ durante 24 h, novamente em temperatura ambiente. O material resultante foi lavado com água destilada, seco em estufa à 40 °C durante 24 h e trituradas em um liquidificador.

As escamas desmineralizadas, secas e trituradas foram transferidas a uma solução de ácido acético (CH₃COOH, Reatec, 99,7%) de concentração de 0,1 mol.L⁻¹ na proporção 1:10 (m/v) durante 1 h à temperatura ambiente. Em seguida, o material resultante foi misturado à solução de hidróxido de sódio (NaOH, Reatec, 99%) de concentração 0,1 mol.L⁻¹ na proporção de 1:3 (m/v) durante 1 h, seguido de tratamento com solução 0,1 mol.L⁻¹ de ácido sulfúrico (H₂SO₄, Reatec, 98%) na proporção de 1:3 (m/v) durante 1 h.

Para cada etapa de troca de solução anteriormente descrita, o material sólido foi filtrado e lavado com água destilada.

A extração da gelatina se deu pela imersão do material em água destilada, na proporção de 1:4 (m/v) durante 2 h sob agitação e aquecimento a 60 °C. O resíduo sólido (escamas), foi separado e descartado, e a solução remanescente (colágeno hidrolisado) foi armazenado em geladeira até ser submetida ao processo de liofilização.

A solução de gelatina foi transferida para um recipiente de poliestireno, congelada em freezer durante 24 h e liofilizada em um equipamento marca LIOTOP, modelo L108. O processo de liofilização ocorreu durante 76 h, sob temperatura de -53 °C e pressão de 54 µmHg.

2.2 Obtenção do hidróxissalicilato de cobalto(II)

Inicialmente foi realizada a síntese do precursor baseado no hidróxicloreto lamelar de cobalto(II) (HClCo) pela síntese hidrotérmica com a ureia.

Em um reator tipo autoclave, foram misturados 4,5 g de cloreto de cobalto(II) (CoCl₂, Reatec, 98,1%) com 7,5 mL de água destilada e 1,08 g de ureia (CH₄N₂O, Proquímios, 98,2%). A mistura foi aquecida à 140°C em uma estufa durante 1 h. O material obtido foi lavado com água destilada e seco à 60°C durante 24 h.

A obtenção do hidróxissalicilato de cobalto(II) (HASCo) se deu pela metodologia de troca aniônica, onde o ânion cloreto presente na amostra precursora foi substituído pelo ânion salicilato.

Uma massa de 0,2 g do precursor obtido (HClCo) foi pesada e posteriormente dispersada em 20 mL de uma solução hidroetanólica (C₂H₅OH, Neon, 99,8%) de concentração 0,8 mol.L⁻¹, sob agitação e aquecimento de 60°C. Em seguida, foram

adicionados 2,76 g de ácido salicílico ($C_7H_6O_3$, Isofar, 99%) e o pH foi ajustado para 8 com um pHmetro portátil da marca Kasvi com a adição de uma solução 1 mol.L^{-1} de NH_4OH (Reatec, 99,0%).

O sistema foi mantido sob agitação e temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 h. Em seguida, a mistura foi mantida, novamente, sob agitação, porém à temperatura ambiente ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) durante 24 horas. O material resultante foi lavado com água destilada e seco em estufa a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 h.

2.3 Obtenção do filme polimérico de colágeno hidrolisado

Foram preparados dois filmes, sendo um sem adição de carga (FB) para controle, e um segundo com a adição do hidroxissalicilato de cobalto(II) como carga (FCo-AS). Os filmes foram preparados pelo método casting.

Para a obtenção do FB, o preparo da solução filmogênica ocorreu com a solubilização de 0,2 g de gelatina em 10 mL de água ultra purificada sob agitação e aquecimento de $40 \text{ }^\circ\text{C}$ até completa homogeneização. Em seguida, o glicerol ($C_3H_8O_3$, Reatec, 99,5%) foi adicionado à solução na proporção de 20% em relação à massa de gelatina. A solução foi submetida a agitação por 10 minutos sob $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Para o filme F-HASCo, foi realizado o preparo da solução filmogênica da mesma maneira que para o filme FB, porém, a carga HASCo foi adicionada (4% em relação à massa de gelatina) e a solução resultante dos dois filmes (FB e FCo-AS) foi submetida ao banho de ultrassom (Cristofoli, 42 kHz) sob temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 15 min.

As soluções filmogênicas foram transferidas para formas de silicone com 4 cm de diâmetro. Os materiais foram secos em estufa com circulação de ar a uma temperatura constante de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 48 horas.

Os filmes obtidos foram retirados das placas com o auxílio de uma pinça e deixados em um dessecador contendo sílica gel e posteriormente analisados.

2.4 Caracterização por difratometria de raios X (DRX)

As análises por DRX foram realizadas em um difratômetro Rigaku, modelo MiniFlex 600, operando com fonte de radiação de cobre (CuK_α de $1,5418 \text{ \AA}$) a 40 kV e corrente de 15 mA. As análises foram realizadas com velocidade de varredura de $4,0^\circ \text{ min}^{-1}$ na faixa de 3° a 70° (2θ). As amostras foram depositadas em porta amostras de vidro

2.5 Avaliação da atividade antimicrobiana

O potencial antimicrobiano foi determinado pelo método de disco difusão.

Inicialmente, foi preparada uma suspensão padronizada com auxílio da escala de

McFarland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ UFC mL⁻¹) dos microrganismos *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Escherichia coli* (ATCC 25922). Em seguida, as soluções padronizadas de cada microrganismo foram inoculadas com swabs na superfície das placas de Petri contendo ágar nutriente. Na sequência, quadrados de 0,5 cm² dos filmes FB e F-HASCo foram dispostos no centro de cada placa e foram então incubadas a 37 °C durante 24 horas. Após incubação, foram determinados os diâmetros dos halos de inibição e os resultados foram expressos em milímetros (mm).

O agente antimicrobiano tetraciclina, em concentração de 5 mg mL⁻¹, foi empregado como controle positivo e a água foi utilizada como controle negativo.

As análises foram realizadas em triplicata.

2.6 Metodologia da solubilidade dos filmes

Filmes com 1 cm² de área foram inseridos em placas de petri (previamente taradas), e aquecidos a 45°C durante 1 h. As massas dos filmes após o aquecimento prévio foram determinadas. Em seguida, adicionou-se um volume de 10 mL de água destilada em cada placa e o sistema foi mantido coberto e em repouso durante 24 h. Após este tempo, toda a água foi retirada com o auxílio de uma pipeta e os filmes foram secos sob 45°C durante 6 horas.

As massas dos filmes após a nova secagem foram determinadas e a solubilidade dos filmes foram obtidas pela Equação (1):

$$\%solubilidade = \frac{mf - mi}{mi} \times 100\%$$

Onde: %solubilidade = porcentagem de massa solubilizada em água; mf = massa final do filme; mi = massa inicial do filme.

2.7 Metodologia dos ensaios mecânicos

Os ensaios mecânicos foram realizados em um equipamento universal Instron 5567 equipada com uma célula de carga de 1kN.

A distância entre as garras do aparelho foi configurada em 1 cm e utilizou-se uma velocidade de ensaio de 10 mm min⁻¹. Os resultados foram analisados através das curvas de tensão versus deformação, onde foram determinados o módulo de Young, a tensão de ruptura e o alongamento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise por difratometria de raios X do hidroxissalicilato de cobalto(II)

O difratograma de raios X da amostra de HCICo (Figura 1a.) indica a formação

do hidrocloreto lamelar de cobalto (II), sendo que os picos principais estão de acordo com a carta cristalográfica PDF-96-230849. Esta amostra foi submetida ao processo de troca aniônica para a obtenção do hidroxissalicilato lamelar de cobalto(II) (HASCo) e seu difratograma de raios X é mostrado na Figura 1b.

Os picos observados no difratograma da amostra HASCo em $6,3^\circ$ (2θ) e seu harmônico em $12,7^\circ$ (2θ), indicam a obtenção de um material com estrutura lamelar. Este resultado está de acordo com relatos da literatura (DAS e colab., 2011).

A amostra intercalada com o ânion salicilato tem um espaçamento basal de $14,2 \text{ \AA}$ (calculado pela lei de Bragg). Alguns dos picos correspondentes à fase HCICo ainda permanecem no padrão de DRX da amostra HASCo (com menor intensidade relativa) após a intercalação.

Os picos característicos do precursor do ânion salicilato não foram observados na amostra HASCo, indicando que o ânion foi intercalado no espaço interlamelar das folhas da fase de $\alpha\text{-Co(OH)}_2$. Outra evidência da intercalação foi o aumento do espaçamento basal comparado ao precursor de HCICo, isso se deve ao fato de o ânion salicilato ser maior que o cloreto.

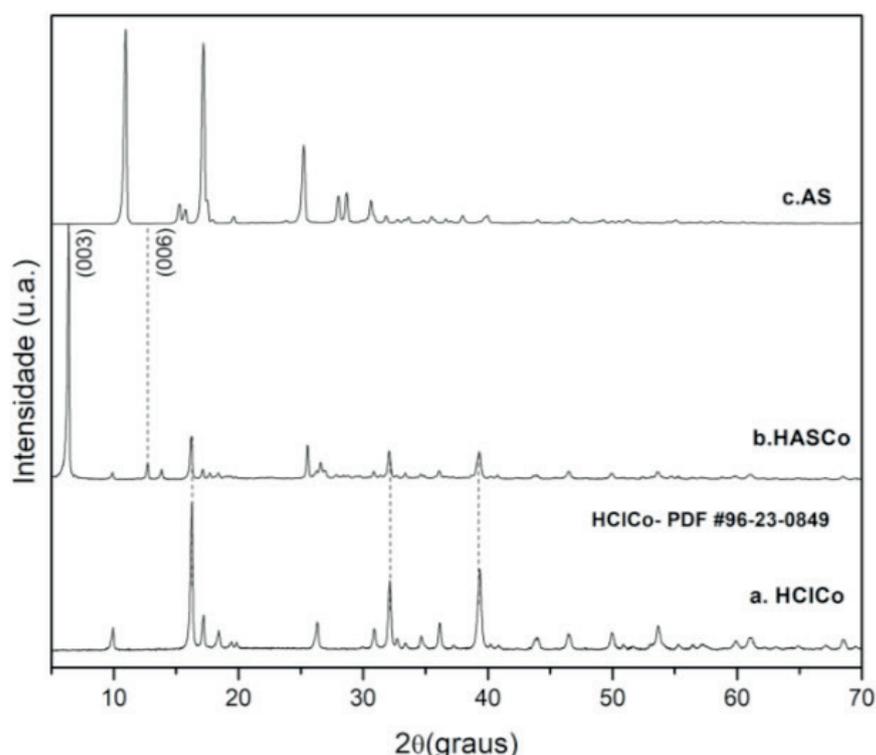


Figura 1. Difratogramas de raios X para: a. HCICo – hidroxicloreto de cobalto(II) obtido por síntese hidrotérmica; b. HASCo – hidroxissalicilato de cobalto(II) pelo processo de troca aniônica; c. AS – ácido salicílico.

3.2 Análise por difratometria de raios dos filmes de gelatina

Observa-se no difratograma de raios X do filme sem a presença de carga

(FB) mostrado na Figura 2 a., que o mesmo apresenta característica de material polimérico, com um pico largo na região de 15 à 30° (2θ), além disso, foi observado um pico em aproximadamente 20° (2θ), característico para filmes de gelatina e que indica uma organização estrutural entre as moléculas que compõe o polímero (NOR e colab., 2017).

Em relação ao filme com carga, amostra F-HASCo, pelo difratograma mostra na Figura 2 b., não se verifica a presença de picos característicos referentes ao material HASCo (Figura 2c.) adicionado à matriz polimérica, indicando uma ótima dispersão da carga na solução filmogênica.

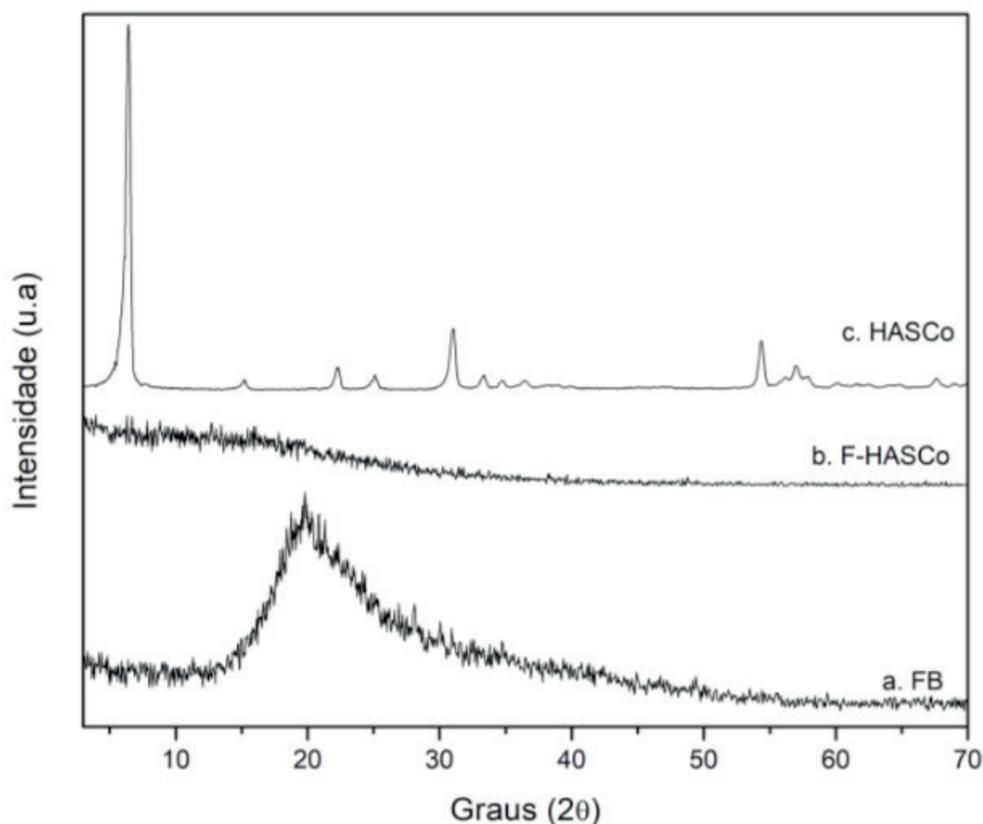


Figura 2. Difratogramas de raios X para: a. filme branco (FB); b. filme com adição da carga HASCo (F-HASCo) e c. hidróxissalicilato de cobalto(II), carga adicionada ao filme (HASCo).

3.3 Análise da solubilidade dos filmes

Os filmes FB e F-HASCo foram submetidos ao teste de solubilidade em água e os resultados são mostrados na Tabela 1.

Verifica-se que a presença da carga na matriz polimérica fez com que o filme com a adição de carga (F-HASCo) apresentasse maior resistência à solubilidade em água nas condições empregadas, quando comparado ao filme sem a adição do composto lamelar (FB). O ganho foi de 23,75 pontos percentuais.

Amostra	Solubilidade
FB	31,3 ± 4,6%
F-HASCo	7,55 ± 1,6%

Tabela 1- solubilidade percentuais dos filmes FB e F-HASCo

3.4 Propriedades mecânicas dos filmes

A Tabela 2 apresenta os valores de tensão de ruptura (σ), alongamento (A) e módulo de Young (E) dos filmes obtidos a partir dos ensaios mecânicos.

Amostra	Tensão de ruptura (σ)	Alongamento (A)	Módulo de Young (E)
FB	146,82 ± 36,09 MPa	27,41 ± 4,04%	2,40 ± 0,41 MPa
F-HASCo	78,26 ± 28,59 MPa	50,25 ± 20,27%	0,89 ± 0,15 MPa

Tabela 2 – Propriedades mecânicas dos filmes FB e F-HASCo

Avaliando-se os dados da Tabela 2 em relação à propriedade de tensão de ruptura (σ) para o filme contendo a carga HASCo, amostra FCo-AS, sua tensão de ruptura foi menor em comparação com o filme branco (FB).

Para a propriedade de alongamento (A), observa-se que quando da adição da carga ao filme (F-HASCo) a fragilidade diminui consideravelmente, ou seja, seu alongamento foi quase o dobro em relação ao filme branco (FB).

Já para o módulo de Young (E), o filme sem adição de carga mostrou-se mais promissor, visto que o mesmo apresentou valores maiores de módulo de Young em comparação ao compósito.

3.5 Análise de potencial antimicrobiano de filmes

Os resultados para a avaliação da inibição do crescimento das bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são mostrados na Tabela 3.

O filme sem carga (FB) em relação a bactéria gram positiva *Staphylococcus aureus*, apresentou inibição pouco relevante, se comparada ao antibiótico utilizado como controle (tetraciclina), já para a *Escherichia coli* não houve inibição. Quando se deu presença da carga na matriz polimérica (F-HASCo) o valor do halo observado para a inibição frente a *Staphylococcus aureus* aumentou em relação ao filme sem carga (FB), já para a *Escherichia coli* o valor do halo aumentou de forma considerável, visto que para o filme sem carga não houve inibição frente esta bactéria gram negativa.

Amostra	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Tetraciclina	310 ± 30 mm	435 ± 15 mm
FB	Não houve	174 ± 14 mm
F-HASCo	190 ± 14 mm	250 ± 10 mm

Tabela 3 – Avaliação da atividade antimicrobiana – halo de inibição (mm) para o controle positivo Tetraciclina e filmes FB, F-HASCo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram obtidos resultados inéditos em relação ao filme de gelatina contendo como carga o hidroxissalicilato lamelar de cobalto(II).

Verificou-se que a presença da carga no nanocompósito altera as propriedades mecânicas e de solubilidade em água, proporcionando, de maneira geral, melhora das propriedades avaliadas.

A avaliação da atividade antimicrobiana se destaca, pois, os resultados obtidos indicam uma boa atividade da carga HASCo no sistema avaliado.

A partir dos resultados obtidos verifica-se a possibilidade de aplicação do nanocompósito como embalagem para alimentos ou até mesmo em bandagem.

REFERÊNCIAS

AL-SAIDI G.S e colab. **Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of extracted gelatin from shaari (Lithrinus microdon) skin : effects of extraction conditions.** *International Food Research Journal*, v. 19, n. 3, p. 1167–1173, 2012.

ARIZAGA, Gregorio Guadalupe Carbajal; SATYANARAYANA, Kestur Gundappa; WYPYCH, Fernando. **Layered hydroxide salts: Synthesis, properties and potential applications.** *Solid State Ionics*, v. 178, n. 15–18, p. 1143–1162, 2007.

AVENA-BUSTILLOS, R. J. e colab. **Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films.** *Journal of Food Science*, v. 71, n. 4, 2006.

CALDATO, Kauani; NAVES, Filipe Kalil da Silva; ZATTA, Leandro. **Gelatina extraída de escamas da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) produzidas no município de Pato Branco: caracterizações e comparações com amostras comerciais.** *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 13, n. 1, 9 Abr 2019. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/rbta/article/view/8386>>. Acesso em: 12 jun 2019.

COHEN, Seth M.; PETOUD, Stéphane; RAYMOND, Kenneth N. **Synthesis and metal binding properties of salicylate-, catechol-, and hydroxypyridinonate-functionalized dendrimers.** *Chemistry - A European Journal*, v. 7, n. 1, p. 272–279, 2001.

DA SILVA, T F; PENNA, A L B. **Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais.** *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, n. 3, p. 530–9, 2012.

DAS, Swapan K. e colab. **Highly porous Co(ii)-salicylate metal-organic framework: Synthesis, characterization and magnetic properties.** *Dalton Transactions*, v. 40, n. 12, p. 2932–2939, 2011.

ESTEVEES, Ana Catarina C.; BARROS-TIMMONS, Ana; TRINDADE, Tito. **Nanocompósitos de matriz polimérica: Estratégias de síntese de materiais híbridos.** *Química Nova*, v. 27, n. 5, p. 798–806, 2004.

GHALY, A. E. e colab. **Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: A critical review.** *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, v. 5, n. 4, p. 107–129, 2013.

HU, Zhong-ai e colab. **Synthesis of r -Cobalt Hydroxides with Different Intercalated Anions and Effects of Intercalated Anions on Their Morphology , Basal Plane Spacing , and Capacitive Property.** p. 12502–12508, 2009.

HUANG, Chun Yung e colab. **Isolation and characterization of fish scale collagen from tilapia (*Oreochromis sp.*) by a novel extrusion-hydro-extraction process.** *Food Chemistry*, v. 190, p. 997–1006, 2016.

HUSSEIN AL ALI, Samer e colab. **Controlled release and angiotensin-converting enzyme inhibition properties of an antihypertensive drug based on a perindopril erbumine-layered double hydroxide nanocomposite.** *International Journal of Nanomedicine*, p. 2129, 2012.

JONGJAREONRAK, Akkasit e colab. **Effects of plasticizers on the properties of edible films from skin gelatin of bigeye snapper and brownstripe red snapper.** *European Food Research and Technology*, v. 222, n. 3–4, p. 229–235, 2006.

MARANGONI, Rafael. **Materiais multifuncionais obtidos a partir da intercalação de corantes aniônicos em hidróxidos duplos e hidroxissais lamelares e dispersos em polímeros.** *Journal of Chemical Information and Modeling*, v. 53, p. 1689–1699, 2013.

MARTINS, MARIA EMANUELLA de OLIVEIRA e colab. **Obtenção de gelatina a partir de escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*): características químicas e físico-químicas.** *Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 108, p. 1–24, 2015.

NETHRAVATHI, C e colab. **Nanocomposites of alpha-hydroxides of nickel and cobalt by delamination and co-stacking: Enhanced stability of alpha-motifs in alkaline medium and electrochemical behaviour.** *Journal of Power Sources*, v. 172, n. 2, p. 970–974, 2007.

NOR, M. H.M.; NAZMI, N. N.M.; SARBON, N. M. **Effects of plasticizer concentrations on functional properties of chicken skin gelatin films.** *International Food Research Journal*, v. 24, n. 5, p. 1910–1918, 2017.

PRAVEEN, K e colab. **Coordination Chemistry of Salicylic Acid.** *International Journal of Engineering and Science Invention ISSN (Online)*, p. 2319–6734, 2016. Disponível em: <[http://www.ijesi.org/papers/Vol\(5\)9/B05908010.pdf](http://www.ijesi.org/papers/Vol(5)9/B05908010.pdf)>.

RAMLI, Munirah; HUSSEIN, Mohd Zobir; YUSOFF, Khatijah. **Preparation and characterization of an anti-inflammatory agent based on a zinc-layered hydroxide-salicylate nanohybrid and its effect on viability of Vero-3 cells.** *International Journal of Nanomedicine*, v. 8, p. 297–306, 2013.

SHALASH, Asia M.; ABU ALI, Hijazi I. **Synthesis, crystallographic, spectroscopic studies and biological activity of new cobalt(II) complexes with bioactive mixed sulindac and nitrogen-donor ligands.** *Chemistry Central Journal*, v. 11, n. 1, 2017.

SOCKALINGAM, K.; ABDULLAH, H. Z. **Extraction and characterization of gelatin biopolymer from black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) scales.** p. 020053, 2015. Disponível em: <<http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4919191>>.

WENG, Wuyin; ZHENG, Huibin. **Effect of transglutaminase on properties of tilapia scale gelatin films incorporated with soy protein isolate.** *Food Chemistry*, v. 169, p. 255–260, 2015.

XIAO, C. e colab. **Study on physical properties of blend films from gelatin and polyacrylamide solutions.** *Journal of Applied Polymer Science*, v. 83, n. 5, p. 949–955, 2002.

XU, Rong; ZENG, Hua Chun. **Dimensional Control of Cobalt-hydroxide-carbonate Nanorods and Their Thermal Conversion to One-Dimensional Arrays of Co_3O_4 Nanoparticles.** *The Journal of Physical Chemistry B*, v. 107, n. 46, p. 12643–12649, 2003. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jp035751c>>.

ZHI, P X e colab. **Inorganic nanoparticles as carriers for efficient cellular delivery.** *Chemical Engineering Science*, v. 61, n. 3, p. 1027–1040, 2006.

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

