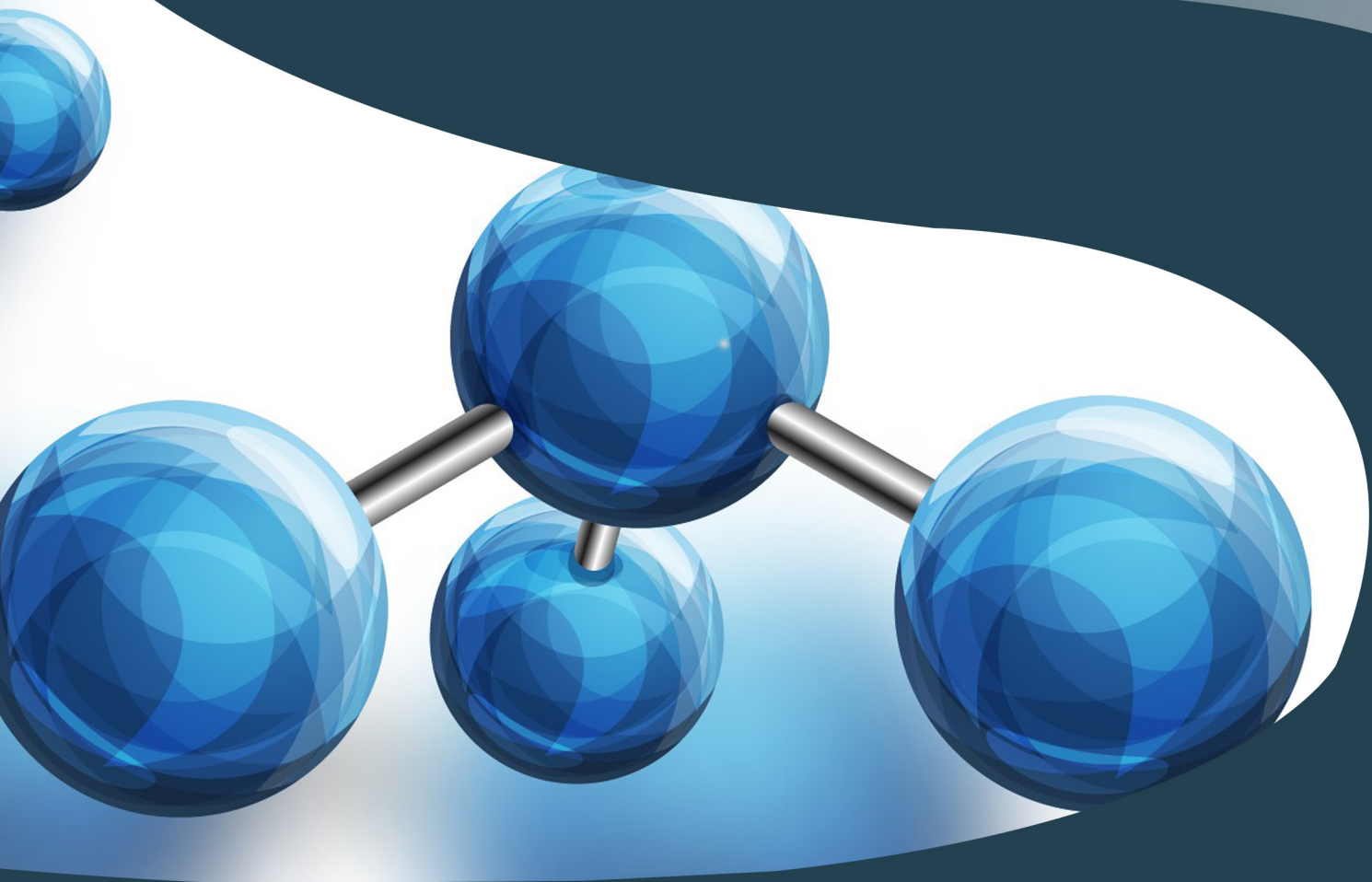


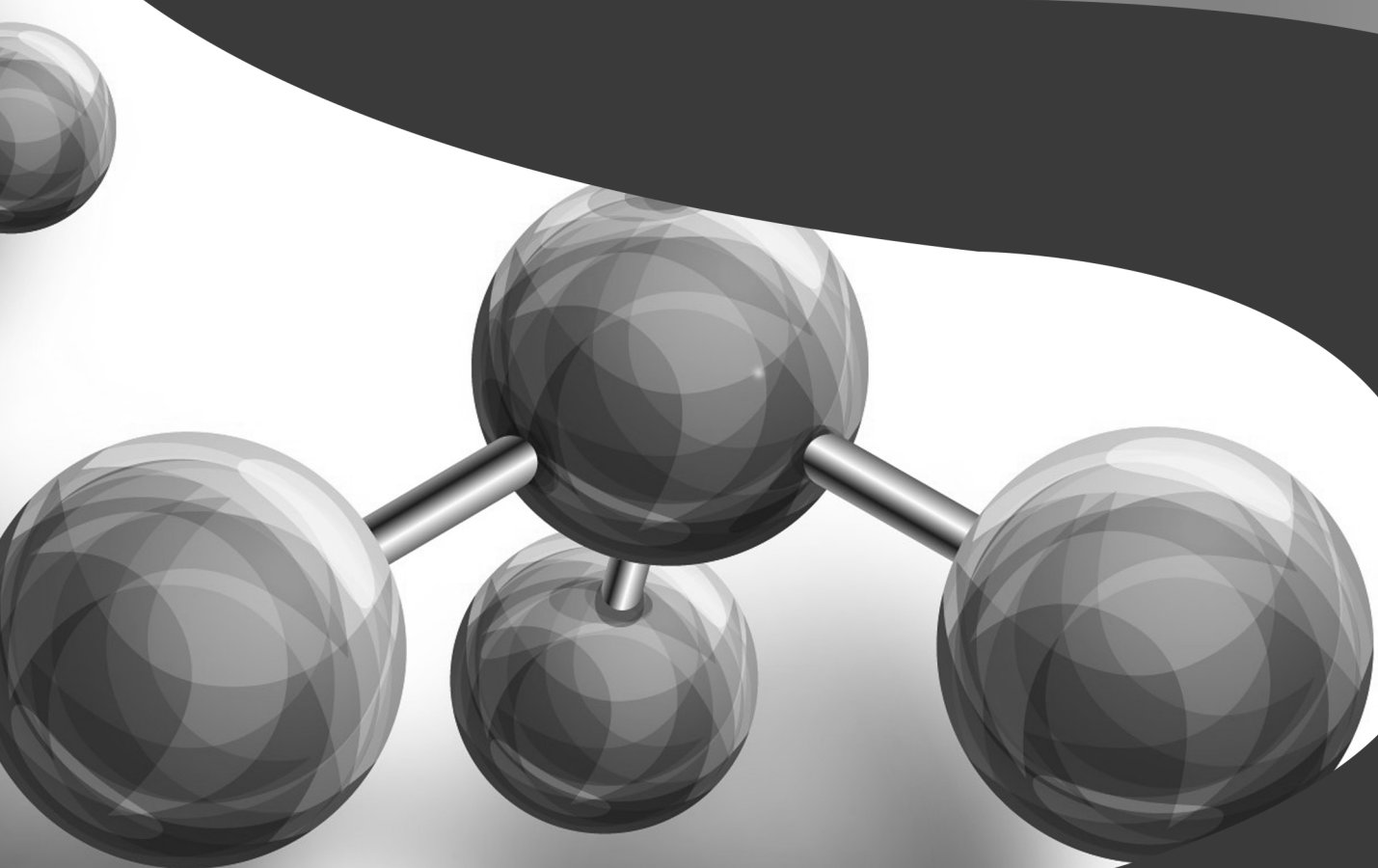
A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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 SUPORTADO 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

DETECTION OF IN-SITU GENERATED GLYCEROL AT A LIQUID-LIQUID INTERFACE BY ELECTROCHEMICAL METHODS

Data de aceite: 16/12/2019

Etienne Sampaio Oliveira

Universidade Federal do ABC

São Paulo – Brazil

ABSTRACT: Oil-Water interface electrochemistry which uses biosensors as working electrodes represents an interesting research area, mainly due to new opened possibilities. In this context, the analysis of water insoluble analytes can be made, without the necessity of complicated pre-treatment steps. We tested here several materials to be used as substrate, as platinum-based and gold-based plates, which were used to immobilize porcine pancreas lipase by cross-linking with the bifunctional glutaraldehyde reagent. The lipase has the function of produce Glycerol in-situ, which was detected by the substrate material, since that these biosensors were tested directly at an Olive-Oil/Water interface. In this way, this system can promote the indirect detection of Olive Oil, since that all Glycerol is produced from Oil. The gold-based electrode presented the higher sensitivity to the detection of glycerol in sodium hydroxide solution, with 6.8×10^{-9} mol L⁻¹ of limit of detection in experiments carried out by chronoamperometry at the Olive Oil / NaOH interface, pH 8.0. The indirect

detection of olive oil was successfully carried out at a concentration of 5% in Nujol[®], using a gold CDtrode modified by oil-active enzymes as working electrode. The biosensor was capable to detect Glycerol after 8 minutes, less time than that used in colorimetric methods.

KEYWORDS: Oil-Water Interface; Biosensor; Chronoamperometry; Glycerol; Gold CDtrode.

DETECÇÃO IN-SITU DE GLICEROL GERADO EM UMA INTERFACE LÍQUIDO-LÍQUIDO POR MÉTODOS ELETROQUÍMICOS

RESUMO: Interfaces eletroquímicas do tipo água/óleo que utilizam biosensores como eletrodos de trabalho representam uma importante área de pesquisa, principalmente devido as novas oportunidades abertas. Nesse contexto, a análise de analitos insolúveis em água pode ser feita sem a necessidade de etapas complicadas de pré-tratamento. Foram testados diversos materiais para ser utilizado como substrato, como placas de platina e ouro, onde foi imobilizado lipase de pâncreas suíno por ligação cruzada com o reagente bifuncional glutaraldeído. A lipase tem a função de produzir glicerol in situ, a ser detectado pelo substrato material, desde que estes biosensores sejam testados diretamente em uma interface Óleo de Oliva/Água. Deste modo, este sistema pode promover a detecção indireta de óleo de oliva,

desde que todo glicerol seja produzido do óleo. O eletrodo de ouro apresentou maior sensibilidade para detecção de glicerol em solução de hidróxido, com $6.8 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ de limite de detecção em experimentos realizados por cronoamperometria na interface óleo de Olive/ NaOH pH 8.0. A detecção indireta de óleo de oliva foi sucessivamente adicionada em uma concentração de 5% em Nujol[®], usando um CDtrodo de ouro modificado por enzimas ativas no óleo como eletrodo de trabalho. O biosensor foi capaz de detectar glicerol após 8 minutos, menos tempo do que o utilizado em métodos colorimétricos.

PALAVRAS-CHAVE: Interface Água/óleo; Biosensor; Cronoamperometria; Glicerol; CDtrodo de ouro.

1 | INTRODUCTION

Interfacial system with potential electrochemical interests are commonly found in nature, as lipid bilayers in cells, when a gradient concentration of ionic species controls several types of processes. In this type of system, a difference of Galvanic potential can be found, as a conventional battery. As an example, Gavanch et al. [1] published a paper related to a nitrobenzene/aqueous solution which contains Cl⁻, Br⁻ and I⁻ as and picrate as free ions. The main aim in that work was to calculate the partition of all species in both solutions. Several other studies related to organic/aqueous electrochemistry can be illustrated as examples, as the studies related to the charge/mass transfer between organic and non-organic phases [1-3] and electroanalytical chemistry. One example is the electrochemical analysis of fibroblasts cells and its interaction with Ag⁺ ions in an water/dichloroethane by scanning electrochemical microscopy (SECM) [4]. Biosensors based in liquid/liquid interfaces presents several advantages when compared with the state-of-the-art sensors which works in aqueous media, as conventional support electrolytes, since that is possible to promote measurements directly in hydrophobic samples without the necessity of complicated as in the work of Silva *et. al*, where the oxidation behavior of ferrocene oxidation is studied in an oil/interface, comparing it with oxidation on emulsion medium[5]. One additional advantage is related to the possibility of miniaturization of the biosensors, turning possible the analysis *in situ* or *in loco* [6]. Specifically, in this work, one aim was to study a new type of interfacial biosensor, based in the immobilization of pig liver lipase, which promotes the conversion of pure olive oil in glycerol directly in an oil/water interface. Then, this glycerol, produced by homogeneous catalysis, is posteriorly detected directly in the same electrode with contains the immobilized lipase. Finally, it was possible to estimate the concentration of glycerol from triacylglycerol (TAG), inasmuch as the tri-alcohol concentration is a direct result of the hydrolysis promoted by the pig lipase [6]. Gold is the *state-of-the-art* electrode to catalysis of glycerol on alkaline medium. Thus, the working electrodes

were manufactured based on recordable CD-ROM's, a technique developed by Angnes in 2000 [8]. A notorious interest in this type of research is related to the possibility in controlling the end of the reaction in biofuel industry, using a disposable device. The possibility of detection of added value molecules from fats reactions, as glyceric acid, glyceraldehyde and other, represents an interesting reality too. The electrochemical catalytic route of oxidation of glycerol is well established in literature [7-9] and the possibility of use electrochemistry to this type of research is a fact. On the other hand, the lipase activity is used as probes in clinical diagnosis of some types of diseases, as pancreatitis [10]. Then, the possibility of analysis *in loco* of the lipase health could promote an interesting and promisor device. However, commonly the concentration of analytes is low and it is necessary to promote very sensible devices [11]. Finally, the biosensor was used to promote the transesterification and interesterification of TAG's by immobilized lipases and to promote the hydrolysis of TAG's, resulting in fatty acids and glycerol, which is posteriorly detected in the same electrochemical sensor.

2 | EXPERIMENTAL

2.1 Reagents and Solutions

All solutions were prepared using ultrapure water from Milli-Q system and high purity reagents were used, excepting the olive oil, which was purchased in a local market. Platinum electrodes were synthesized by the sol-gel method, using a Sigma-Aldrich® platinum acetylacetonate (II), 97% of purity, as precursor. Similar works from our research group were published using this method. For more details, please see reference [15]. Lipase was purchased from Sigma-Aldrich® (25.000 U/mg), as the bovine serum albumin (98% of purity). Both were immobilized in solid substrates, utilizing glutaraldehyde (Sigma®, 50%) at a concentration of 0.2 % in phosphate buffer 10^{-3} mol L⁻¹. Electrochemical studies were carried out in Sulfuric Acid (F. Maia®, 95-97% of purity) or NaOH (Synth®, 97%) solution.

2.2 Platinum-lead electrode preparation

Successive portions of Pt acetylacetonate (II) and Lead acetylacetonate (II) solutions were added to a previously polished titanium (Ti) plate, with a geometrical area of 2.0 cm², by painting technique. More details of the process can be found in Niquirilo, R. V. et al. [13]. After each brushstroke, the solution was evaporated using a hot air blower. When finished the 10 mL of solution, the remaining material was inserted in a muffle (EDG® 1800 3P-S) at a temperature of 400 °C for 1 hour.

2.3 Gold electrode from CD (CDtrode) preparation

CDtrodes were constructed from a special type of writeable CD-Roms, which contains an ultrafine gold layer. The CD's were purchased at a local market. The technique consists in the removal of the polymer (plastic protection) by adding concentrated Nitric Acid for 20 seconds. After that, the electrodes can be cut in the desired shape. A geometric area of 2.5 cm^2 was established and standardized using nitrocellulose as limiting agent. Nitrocellulose is stable on acid and alkaline media, furthermore is an isolate agent separating the electric contact of the solution.

2.4 Electrochemical measurements

All experiments were carried out in an Autolab type III (Metrohm®), in a conventional one compartment three electrodes electrochemical cell. The counter-electrode was a Pt foil (1 cm^2 of geometric area) and a saturated calomel electrode as reference. Electrochemical measurements were carried out in alkaline media (pH 8) or in acid media (pH 2). A cleaning step was ever carried out at the metallic electrodes by cycling (100 times) the in $0.5 \text{ mol L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ solution, under 100 mV s^{-1} of scan rate. Characterization voltammeteries were carried out at 50 mV s^{-1} of scan rate. Chronoamperometries were carried out at the same electrochemical equipment. In an electrochemical cell, which contains 10 mL of the support electrolyte, rates of 10 and $100 \mu\text{L}$ of a 0.1 mol L^{-1} glycerol solution were added consecutively. Chronoamperometrics measurements were carried out on the equal conditions of voltammetrys, on a potential of 0.3 V. It was pipetted in the electrochemical cell containing 10 mL of electrolyte-support aliquots of 10 and $100 \mu\text{L}$ of 0.1 mol L^{-1} of glycerol solution to 2.0 mL of Nujol®, in order to construct the calibration curve, obtaining levels referring to concentration of 0.1 to 1.0 mmol L^{-1} of glycerol.

2.5 Scanning Electronic Microscopy Measurements

2.5.1 Pt and PtPb/TiO_x Electrodes

The microscopy experiments were carried out under low vacuum in a JSM - 6010LA (JEOL) Compact SEM, at the UFABC Multiuser Center (Santo André-SP), with microanalysis module (EDX). Secondary Electrons (SE), with acceleration voltage of 15 kV and working distance of the order of 10 mm were used.

2.5.2 Gold CDtrodes

SEM experiments were performed at the National Center for Energy and Materials Research (CNPEM), at the National Nanotechnology Laboratory (LNNANO), located in Campinas, using the SEM/EDS model Leo 440i. The Microscope was used in the

SE mode, with an acceleration voltage of 20 kV, with detection by EDT (Electronic Data Transmission). And for the CD-ROM samples containing immobilized lipases micrographs were performed in the SEM Model FEI Quanta 250, in the Environmental mode, with acceleration voltage of 6 kV and working distance of the order of 14.1 mm at the UFABC Multiuser Center (São Bernardo-SP).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

As previously commented, one of the main aims of this work is to construct several types of biosensors and use these materials to promote the detection of glycerol directly at an oil-water interface. Triacylglycerol molecules will be hydrolyzed by the immobilized enzyme, forming free fatty acids and glycerol. Then, the signal will be recognized by the substrate, which is active to the glycerol oxidation. Glycerol oxidation by platinum-based electrocatalysts are well described in literature, generally forming glyceraldehyde, glycolic acid, pyruvic acid, formic acid, oxalic acid, and other as main products [12, 13]. Our experimental data for the platinum-based electrodes, synthesized by the sol-gel method, indicates two well-defined peaks at -0.14 V vs. SCE (direct scan) and -0.4 V vs. SCE (reverse scan) in alkaline media, pH 8.0, as presented in Fig. 1A. For acidic media, pH 2.0, the direct scan results in a peak at around 0.62 V vs. Ag/AgCl and 0.0 V vs. Ag/AgCl for the reverse scan. The measured currents were 3.1×10^{-4} mol L⁻¹ for pH 2.0 and 9.2×10^{-4} mol L⁻¹ for pH 8.0, somewhat about three times higher current for the alkaline media. As indicated in literature, this fact is probably related to the formation of platinum oxides which is mostly important in alkaline media [14]. On the other hand, in acidic media, a preferential absorption of OH from the glycerol molecule occurs prior to the oxidation of the polyalcohol [15].

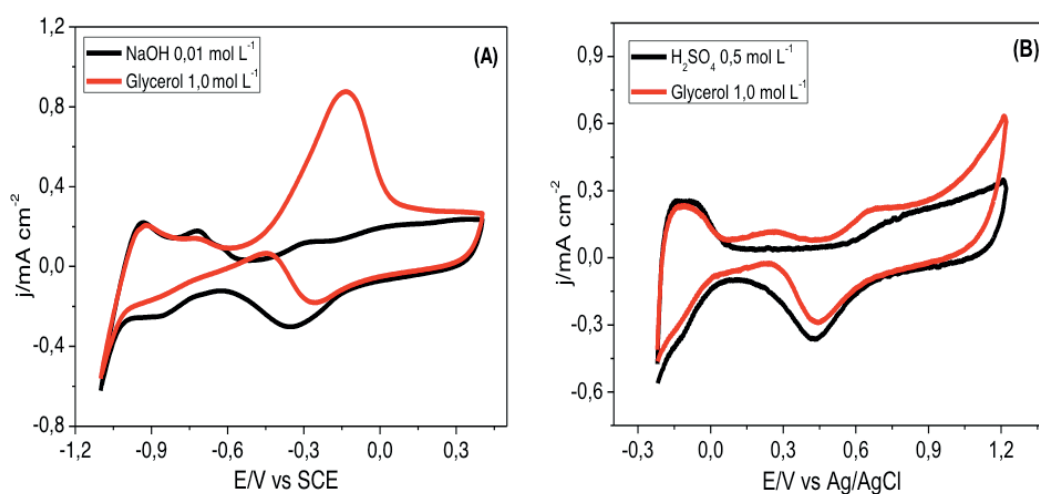


Figure 1. Voltammetric profiles of Pt/TiO_x electrodes in absence and presence of glycerol (1.0 mmol L⁻¹) in: **A**) sodium hydroxide 0.01 mol L⁻¹, and **B**) sulfuric acid 0.5 mol L⁻¹. Scan rate = 500 mV s⁻¹.

We also studied the use of CDtrodes for the same purpose. As previously commented, this type of electrode was constructed from writeable CD-Roms. Figure 2 shows the voltammetric curves for the glycerol oxidation using the CDtrodes in 0.01 mol L⁻¹ NaOH solution at a scan rate of 50 mV s⁻¹.

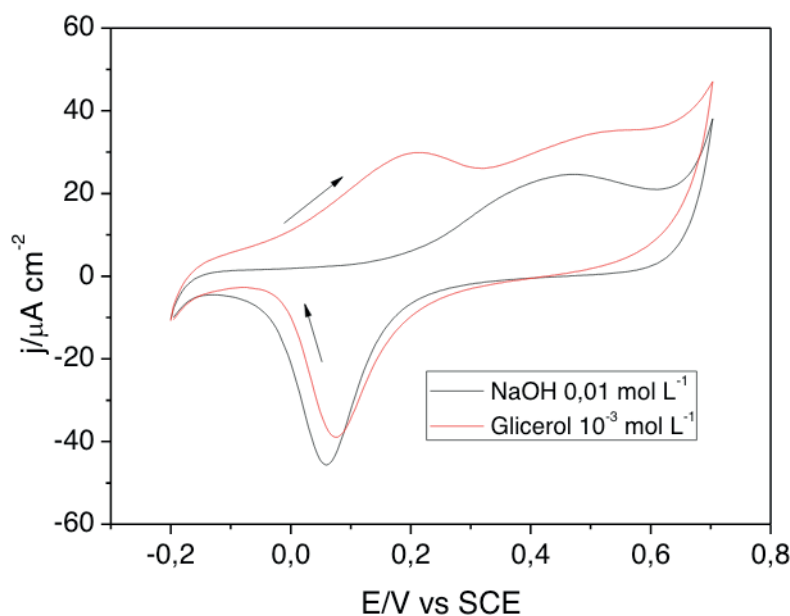


Figure 2. Voltammetric profile of the gold electrode in 0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide solution (black line) and 1.0 x 10⁻³ mol L⁻¹ solution of glycerol in 0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide solution (Red line). Scan rate: 50 mV s⁻¹.

The electrochemical profile presented in black is quite similar than that observed for conventional polycrystalline gold electrodes, related to the adsorption of OH at the electrode surface and posterior formation of gold hydroxides and gold oxides from 0.5 V vs. SCE. This oxides are reduced in the reverse scan, at about 0.06 V vs. SCE [16]. Figure 2 shows also the oxidation profile of Glycerol using the CDtrode without pre-treatments of the surface. As presented in red curve, a single oxidation peak can be seeing at a maximum of current of 0.2 V vs. SCE. On the other hand, Fig. 3 shows the data related to the same experiment, but after the promotion of a cleaning step using sulfuric acid (0.5 mol L⁻¹ H₂SO₄ solution). As can be observed, a very well defined peak of oxidation of glycerol can be observed at a current peak of 0.3 V vs. SCE, somewhat about 350 times higher current after the cleaning process.

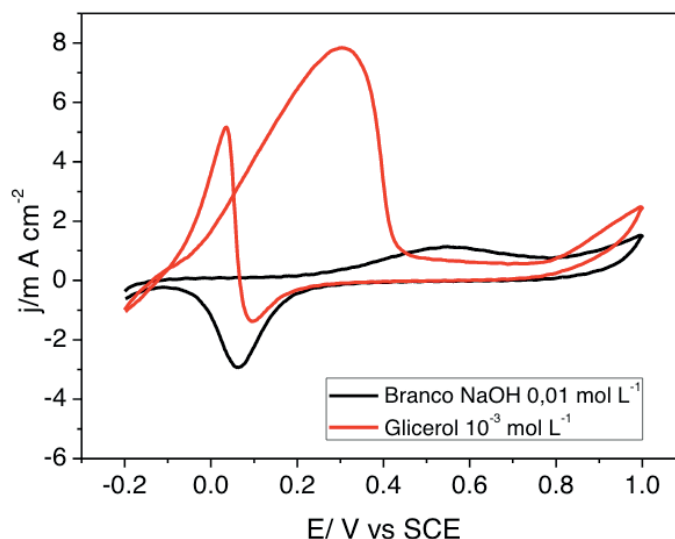


Figure 3. Voltammetric profile of the gold CDtrode in 0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide solution (black line) and 1.0 x 10⁻³ mol L⁻¹ solution of glycerol in 0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide solution (Red line) after electrochemical cleaning in 0.5 mol L⁻¹ sulfuric acid solution. Scan rate :50 mV s⁻¹.

From that previous results, we decided to promote chronoamperometric studies for the glycerol oxidation choosing the following parameters optimized parameters found in that previous studies. It is possible to observe in Fig. 4 that the gold electrode presented a higher sensibility when compared with the Pt-based electrode. The working concentration range was determined and optimized from 0.1 to 1.0 mMolL⁻¹, with R² = 0.993 for the platinum electrode and 0.985 for the gold CDtrode. Table 1 presents the figures of merit related to the experiments.

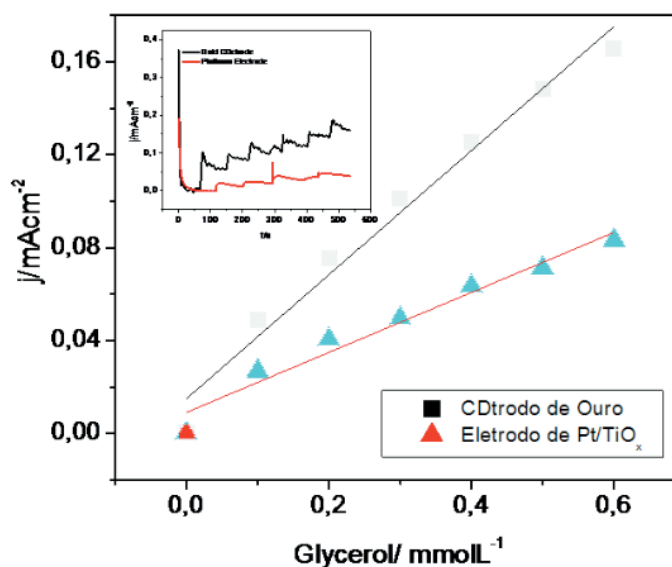


Figure 4. Calibration curve for the platinum and gold electrodes for additions of 0.1 mol L⁻¹ of glycerol. **Inset:** Chronoamperometries in 0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide (pH 8.0) at the potential of 0.3 V.

Properties	Pt/TiO _x	Au
Solution	NaOH 0.01 mol L ⁻¹	
Potential of Oxidation	-0.14 V	0.3 V
Limito of Quantification (mol L ⁻¹)	3.2 x 10 ⁻⁹	2.1 x 10 ⁻⁹
Limit of Detection (mol L ⁻¹)	9.8 x 10 ⁻⁹	6.8 x 10 ⁻⁹
Sensibility (A cm ⁻² mmol ⁻¹)	129.1	267.1
Electroactive Area (cm ⁻²)	1.26	2.65
Geometric Area (cm ⁻²)	2.00	2.50
Roughness Factor *	0.63	1.06

Table 1. Figures of merit, electroactive and geometric area for the Pt/TiO_x electrode and Au CDtrode, for the oxidation of glycerol to 0.01 mol L⁻¹ on sodium hydroxide solution.

* The roughness factor is a way of expressing the homogeneity of the electrochemical area, dividing the electroactive area by the geometric area.

A comparison between Pt and gold can be found in Table 1. As the data shows, CDtrode (pH 8.0) has high sensibility since that presents a lower limit of detection (LD) and quantification (LQ), calculated by the equations $LD=3S/m$ and $LQ=10S/m$, where m is the angular coefficient of the line, which indicates the sensitivity of the method, obtained by the equation of the line obtained by the calibration curve, and S is the standard deviation of the chronoamperometry of the blank of the analyte, that is, without the addition of glycerol. The values are: $LD_{Au} = 6.8 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ and $LD_{Pt} = 9.8 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$. After carrying out the described preliminary studies, we started to immobilize the lipase onto the CDtrode surface. The voltammetric profile for the CDtrode modified by lipase (0.05 mg L⁻¹ of lipase or 0.125 U/mg) presents a capacitive response, with suppression of the gold faradaic signals.

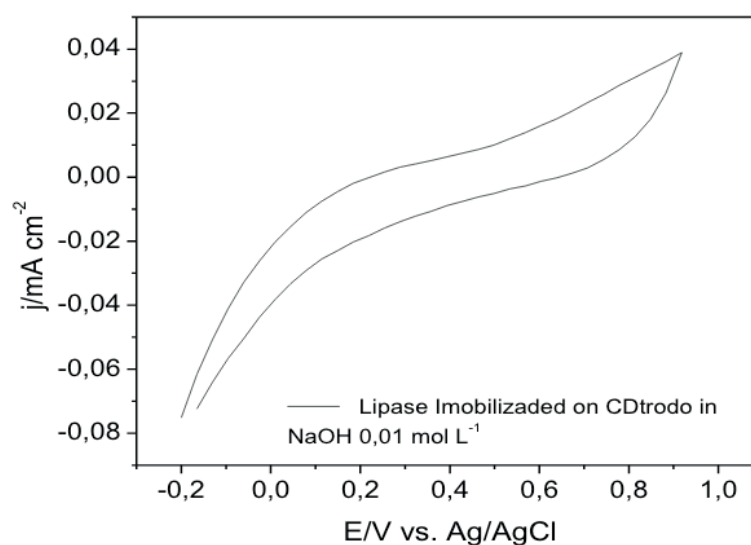


Figura 5. Cíclic Voltammetry Scanning to CDtrode with immobilized lipase on NaOH 0.01 mol L⁻¹ solution.

Figure 6 shows two MEV images, representing the CDtrode before and after the surface modification. The modification of the surface is clearly observed by the surface presence of islands.

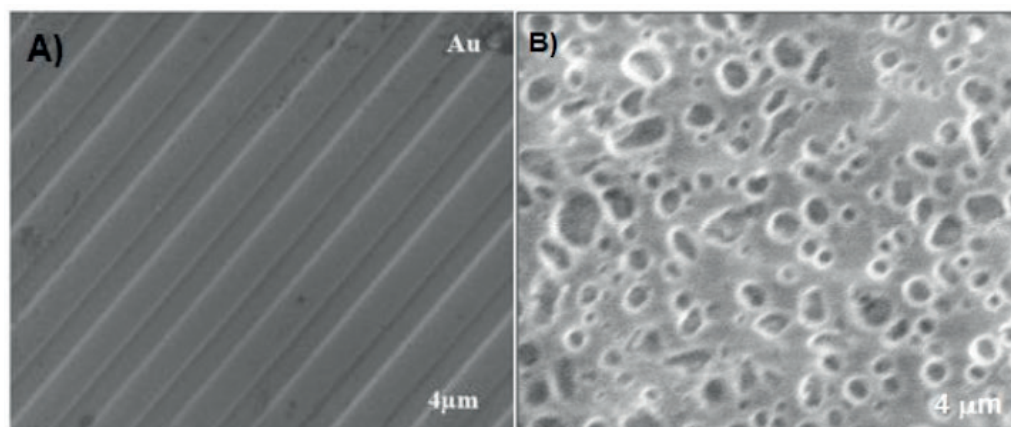


Figure 6. Scanning Electron Microscopy image in region of gold **A)** before and **B)** after the immobilization of lipase. Secondary electron energy of 20 kV and 6 kV, respectively.

Figure 7 shows a schematic representation of the biosensor. A brief resume of the chemical process can be resumed as follow: The modified electrode is putted directly at the liquid/liquid interface, in contact with the support electrolyte (aqueous phase) and the olive oil (organic phase). The immobilized enzymes form free fatty acids and glycerol. Glycerol has an important affinity with the water phase and mass transfer occurs between organic and aqueous phases. Finally, the glycerol suffers the oxidation at the gold or platinum substrate, finishing the process.

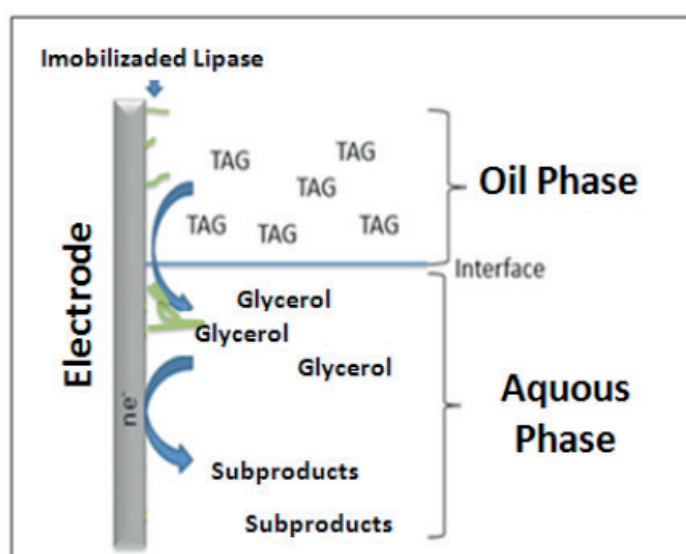


Figure 7. Scheme representing the functioning of the interfacial biosensor based on the triacylglycerol hydrolysis (TAG) catalysed by swine pancreas lipases.

The enzyme concentration was optimized, as presented in Fig. 8. Bifunctional

reagent glutaraldehyde was used to immobilize the enzymes and serum albumin was used as sacrifice molecule, mainly to form cross-linking bonds which protects the lipase, as described in literature [17].

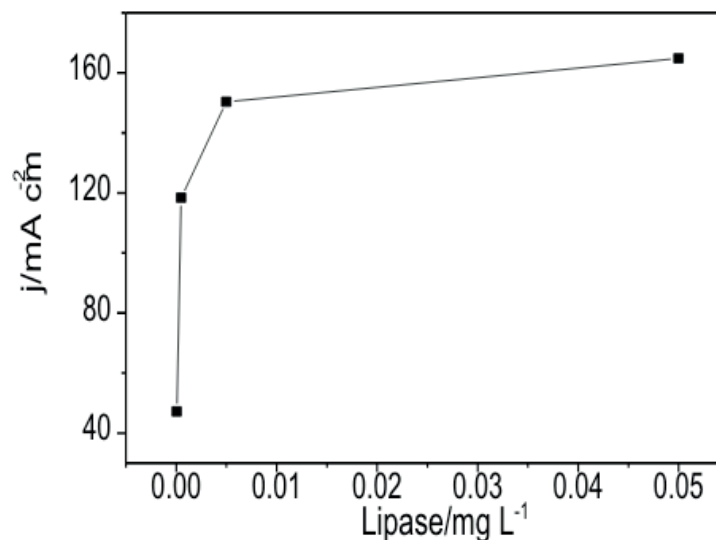


Figure 8. Graph of the effect of enzyme concentration immobilized on the CDtrodo in the biosensor response. Working potential of 0.3 V 30 °C at the interface sodium hydroxide (0.01 mol L⁻¹)/Olive Oil (2.0 ml).

Electrochemical cell was mounted as described in the schematic representation of Fig. 9.

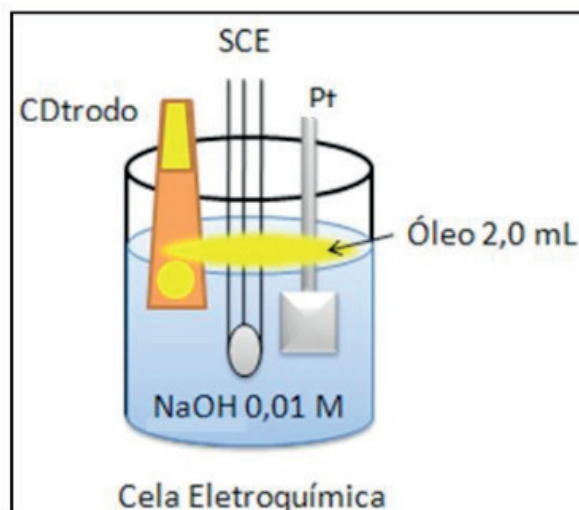


Figure 9. Schematic representation of the interface NaOH (0.01 mol L⁻¹)/olive oil (2.0 mL) in the electrochemical cell.

Chronoamperometric studies were carried out as described in Experimental Section. It is possible in Fig. 10 to see that after 30 minutes, the current density decayed until almost the initial value. This fact is maybe related to the surface poisoning, due to the formation of several reaction products during the process.

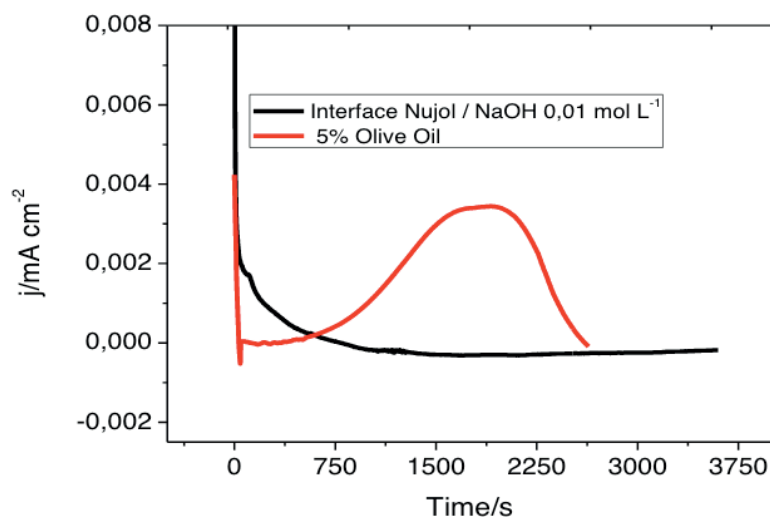


Figure 10. Chronoamperometry at the fixed potential of 0.3 V for 4000 seconds at the interface consisting of Nujol[®] (5% olive oil)/0.01 mol L⁻¹ sodium hydroxide (10 mL) at a temperature of 30 C and gentle shaking.

Finally, the quantity of olive oil in relation to Nujol[®] was studied, varying the percentage from 5 to 75% of olive oil in the oil phase. This study can be found in Fig 11. As expected, the higher the olive oil quantity, the higher the oxidation currents. Also, it is possible to observe that the minimum olive oil quantity was 5%.

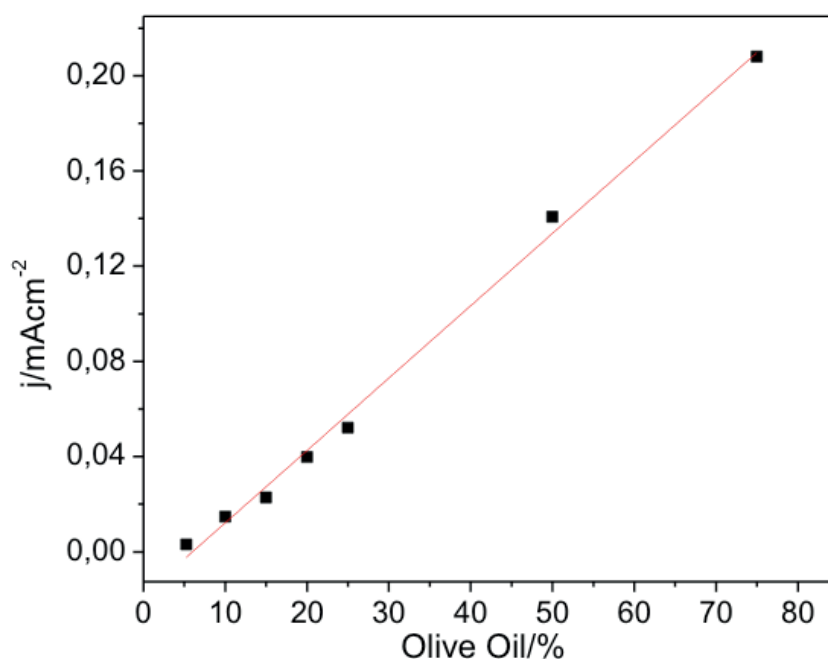


Figure 11. Percentage of olive oil of 5, 10, 15, 20, 25, 50 and 75% in 2.0 mL of Nujol[®] as a function of the response in the current density.

A decrease in the current density value was observed from the addition of 50% of olive oil to Nujol[®]. Such phenomenon may be due to the poisoning of the surface of the gold electrode by the oxidation by-products of glycerol. However, in other studies the

same behavior was observed in hydrolytic reactions catalyzed by lipases in reverse micelle systems. In these cases, the decrease in activity is not well understood, with the possibility of enzymatic deactivation, inhibition by formed products such as fatty acids and chemical equilibrium effects [18]. The enzyme initially exhibits a behavior of Michaelis-Menten up to the concentration of 75% of olive oil. The values obtained for $V_{m_{ax}}$ of 1689 $\mu A\ cm^{-2}$ and K_M were approximately 20%.

4 | CONCLUSION

It was possible to conclude that the indirect detection of olive oil was successfully carried out at a concentration of 5% in Nujol®, using a gold CDtrode modified by oil-active enzymes as working electrode. The measurement was named “indirect” due to the direct detection of Glycerol molecules, which is produced by the *in-situ* hydrolysis of olive-oil. The substrate was responsible to the electrochemical detection *per se*. In relation to the response time, the proposed biosensor allows the detection after 8 minutes, less time than that used in colorimetric methods. This type of experiment can open new possibilities in analytical chemistry.

REFERENCES

- [1] Z. Samec, V. Marecek, and J. Weber, Charge-Transfer between 2 Immiscible Electrolyte-Solutions .2. Investigation of Cs+ Ion Transfer across the Nitrobenzene-Water Interface by Cyclic Voltammetry with Ir Drop Compensation., Journal of Electroanalytical Chemistry 100(1-2) (1979) 841-852.
- [2] Z. Samec, Charge-Transfer between 2 Immiscible Electrolyte-Solutions .1. Basic Equation for the Rate of the Charge-Transfer across the Interface. , Journal of Electroanalytical Chemistry 99(2) (1979) 197-205.
- [3] J. Koryta, Ion Transfer across Water - Organic-Phase Boundaries and Analytical Applications, Ion Sel Electrode R 5(2) (1983) 131-164.
- [4] D.P. Zhan, X. Li, W. Zhan, F.R.F. Fan, A.J. Bard, Scanning electrochemical microscopy. 58. Application of a micropipet-supported ITIES tip to detect Ag(+) and study its effect on fibroblast cells, Anal Chem 79(14) (2007) 5225-5231.
- [5] R.P. Silva, M. Maynard, H. Suffredini, Ferrocene partition calculation in a biodiesel/water interface using electrochemical methods, Ionics 20(8) (2014) 1183-1188.
- [6] A.C. Frazer, H.G. Sammons, The Formation of Mono-Glycerides and Di-Glycerides during the Hydrolysis of Triglyceride by Pancreatic Lipase, Biochem J 39(2) (1945) 122-128.
- [7] Y. Kwon, M.T.M. Koper, Combining Voltammetry with HPLC: Application to Electro-Oxidation of Glycerol, Anal Chem 82(13) (2010) 5420-5424.
- [8] J.F. Gomes, F.B.C. de Paula, L.H.S. Gasparotto, G. Tremiliosi, The influence of the Pt crystalline surface orientation on the glycerol electro-oxidation in acidic media, Electrochim Acta 76 (2012) 88-93.
- [9] J.F. Gomes, G. Tremiliosi-Filho, Spectroscopic Studies of the Glycerol Electro-Oxidation on

Polycrystalline Au and Pt Surfaces in Acidic and Alkaline Media, *Electrocatalysis* 2(2) (2011) 96-105.

[10] E.C. Raffensperger, ELEVATED SERUM PANCREATIC ENZYME VALUES WITHOUT PRIMARY INTRINSIC PANCREATIC DISEASE*, *Annals of Internal Medicine* 35(2) (1951) 342-351.

[11] C.Y. Jeong, Y.D. Han, J.H. Yoon, H.C. Yoon, Bioelectrocatalytic sensor for triglycerides in human skin sebum based on enzymatic cascade reaction of lipase, glycerol kinase and glycerophosphate oxidase, *J Biotechnol* 175 (2014) 7-14.

[12] M. Pagliaro, R. Ciriminna, H. Kimura, M. Rossi, C. Della Pina, From glycerol to value-added products, *Angew Chem Int Edit* 46(24) (2007) 4434-4440.

[13] C.A. Martins, M.J. Giz, G.A. Camara, Generation of carbon dioxide from glycerol: Evidences of massive production on polycrystalline platinum, *Electrochim Acta* 56(12) (2011) 4549-4553.

[14] L. Roquet, E.M. Belgsir, J.M. Leger, C. Lamy, Kinetics and Mechanisms of the Electrocatalytic Oxidation of Glycerol as Investigated by Chromatographic Analysis of the Reaction-Products - Potential and Ph Effects, *Electrochim Acta* 39(16) (1994) 2387-2394.

[15] J.F. Gomes, G. Tremiliosi-Filho, Spectroscopic Studies of the Glycerol Electro-Oxidation on Polycrystalline Au and Pt Surfaces in Acidic and Alkaline Media., *Electrocatalysis* 2 (2011) 96 - 105.

[16] M. Avramov-Ivić, J. Leger, C. Lamy, V. Jović, S. Petrović, The electro-oxidation of glycerol on the gold (100)-oriented single-crystal surface and poly crystalline surface in 0.1 M NaOH, *Journal of electroanalytical chemistry and interfacial electrochemistry* 308(1) (1991) 309-317.

[17] V. Minovska, E. Winkelhausen, S. Kuzmanova, Lipase immobilized by different techniques on various support materials applied in oil hydrolysis, *Journal of the Serbian Chemical Society* 70(4) (2005) 609-624.

[18] C.L. Chiang, S.W. Tsai, Application of a recycle dialysis system in a reversed micellar reactor. , *Journal of chemical technology and biotechnology* 54(1) (1992.) 27-32.

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

