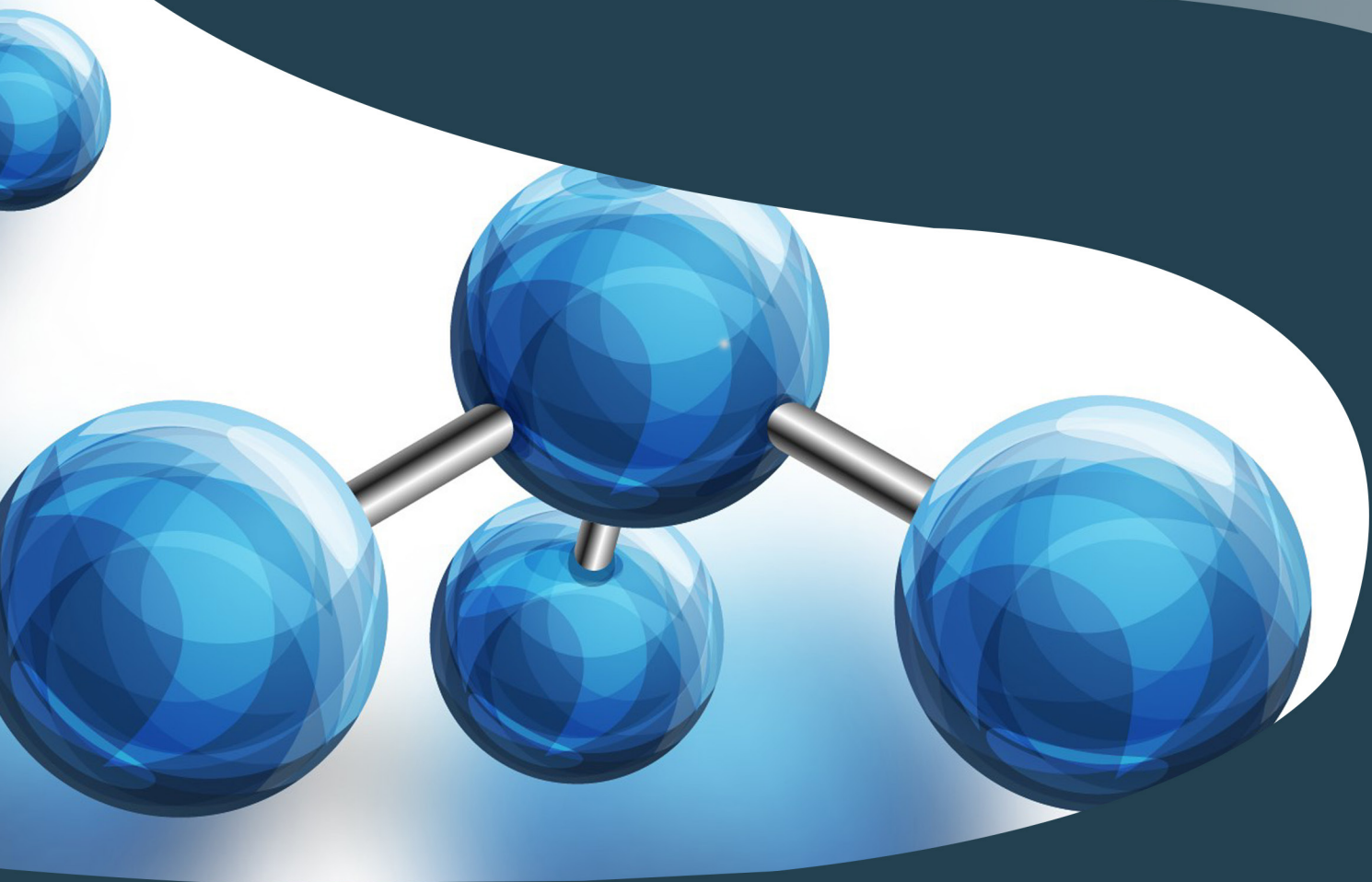


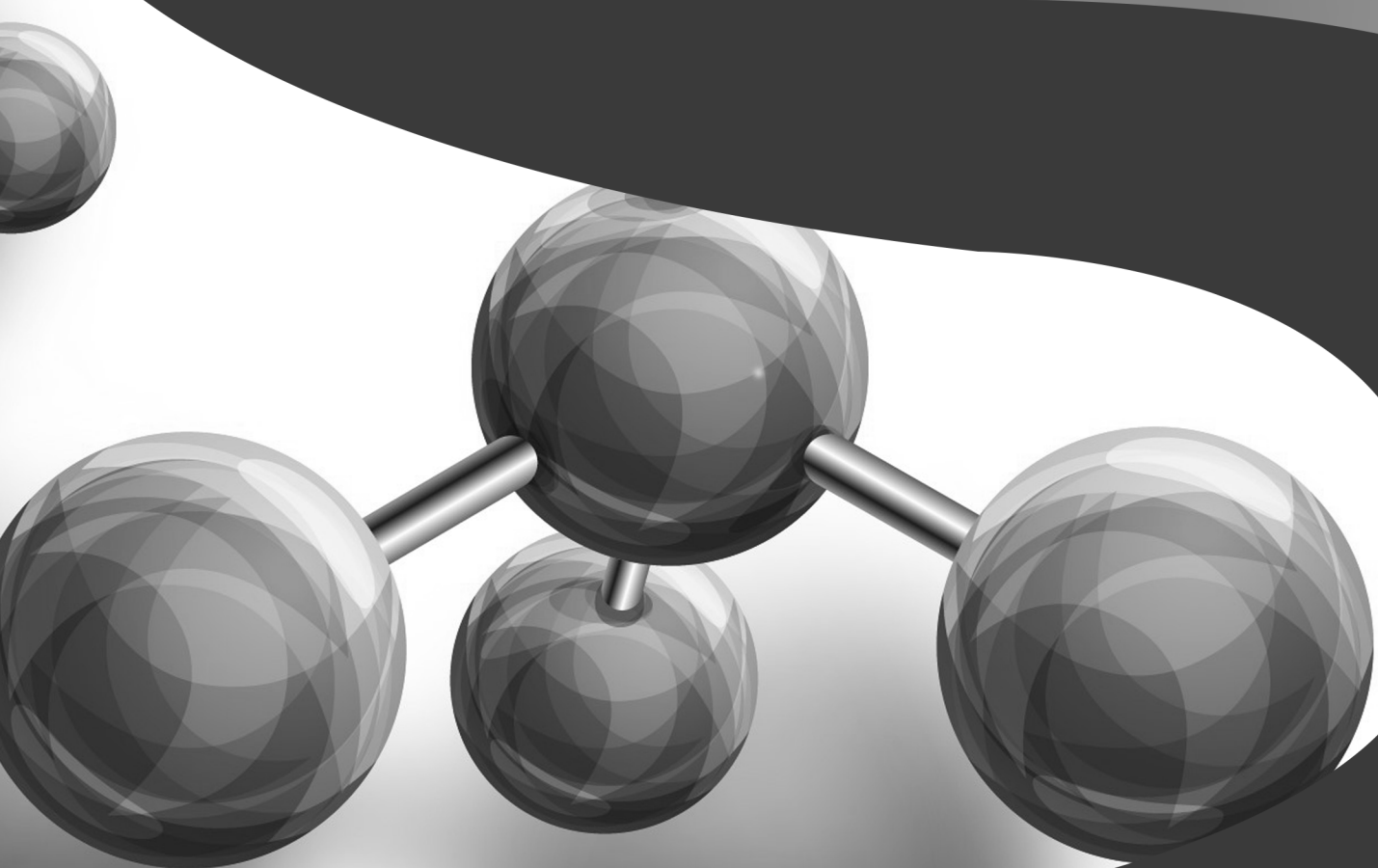
A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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



A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química

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



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 Sarmiento	
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 CATALÍTICA DE 4-AMINOFENOL EM MCF IMPREGNADA COM OURO

Data de aceite: 16/12/2019

Cristiane de Araujo da Fonseca

Universidade de Brasília, Instituto de Química
Brasília - Distrito Federal

Marielly Lemes Gonçalves

Universidade de Brasília, Instituto de Química
Brasília - Distrito Federal

Maria Clara Hortencio Clemente

Universidade de Brasília, Instituto de Química
Brasília - Distrito Federal

Gesley Alex Veloso Martins

Universidade de Brasília, Instituto de Química
Brasília - Distrito Federal

RESUMO: Este trabalho objetivou abordar estratégias para suportar nanopartículas de ouro usando HAuCl_4 em Espumas Siliciosas Mesocelulares (MCF) para aplicar na reação de conversão de 4-nitrofenol (4-NF) a 4-aminofenol (4-AF). Longos períodos de reação e custos da mesma foram analisados. Quatro diferentes materiais foram sintetizados a partir da variação da concentração da solução de HAuCl_4 a ser suportada na MCF. A catálise foi realizada em sistemas descontínuos e leito fixo, nos quais a mesma solução de reação foi usada. Os espectros de absorvância UV-VIS das soluções foram realizados para medir o desempenho do catalisador. A carga de ouro sobre a estrutura

foi indicada pelo pico de Au (111). Isotermas de adsorção/dessorção de nitrogênio e microscopia eletrônica de transmissão (MET) reforça a estrutura mesocelular do material. Os espectros UV-VIS para os testes em batelada mostraram que o suporte puro não foi capaz de reduzir o 4-nitrofenol em 4-aminofenol, no entanto a conversão aumentou com o aumento da relação Au / Si. Para o leito fixo, a maior conversão correspondeu à amostra com relação Au / Si = 0,019. Quando a carga de ouro aumentou bastante, partículas a granel de ouro foram formadas fora do suporte sofrendo lixiviação. Com um reator de leito fixo e variações de fluxo volumétrico, foi possível obter taxas constantes para a reação de primeira ordem assumida. Testes envolvendo ciclos de material usado demonstraram sua estabilidade e resistência à lixiviação, provando que o MCF é adequado para o transporte de nanopartículas de ouro.

PALAVRAS-CHAVE: espumas mesocelulares, redução catalítica, 4-nitrofenol.

CATALYTIC PRODUCTION OF 4-AMINOPHENOL OVER GOLD SUPPORTED ON MCF

ABSTRACT: This work aimed to approach strategies to load gold nanoparticles using HAuCl_4 in mesocellular siliceous foam (MCF) to apply on 4-nitrophenol (4-NP) to 4-aminophenol

(4-AP) reaction. Long reaction times and cost were analyzed. Four different materials were synthesized from the variation in the concentration of HAuCl_4 solution to be loaded in MCF. The catalysis were performed on batch and fixed bed systems in which the same reaction solution was used. The UV-VIS absorbance spectra of the solutions were carried out to measure the performance of the catalyst. Gold charge over MCF structure was indicated by the Au (111) peak. Nitrogen adsorption/desorption isotherms and transmission electronic microscopy (MET) reinforce the mesocellular structure of the material. The UV-VIS spectra for the batch tests showed that the pure support is not able to reduce the 4-NP, however, the conversion increased with Au / Si ratio. For the fixed bed, the highest conversion corresponded to the sample with Au / Si ratio = 0.019. When the gold load is greatly increased, gold bulk particles were formed off the support, which were easily leached. Using a fixed bed reactor and volumetric flow variations, it was possible to obtain the constant rates for assumed first order reaction. Tests involving cycles of used material have demonstrated its stability and resistance to leaching, proving that the MCF is suitable for carrying gold nanoparticles.

KEYWORDS: mesocellular foams, catalytic reduction, 4-nitrophenol.

1 | INTRODUCTION

Many efforts have been made to develop materials with well-defined pores on the diameter range of < 2 nm (microporous) or between 2 to 50 nm (mesoporous). On the mesoporous range researchers has synthesized materials by using different templates and co solvents (BECK, 1991; BECK, 1992; KRESGE et al., 1992; LETTOW et al., 2000; SCHMIDT-WINKEL, 1999). Often these materials are used as support to metals for many applications in catalysis, however, depending on the operating temperature (e.g. > 350 °C) on removal of structure-directing agent (SDA), metal particles sintering processes can also occurs and it leads to the leaching of catalysts sites (FRÖSCHL et al., 2012; GAJJELA et al., 2010). Pore diameter has also an important role on sintering processes due to confined environment which is more critical on mesoporous material with smaller diameter pores such as MCM-41 and even SBA-15 for metal (e.g. Platinum). Thus, large pore materials are desirable not only for chemical reactions on liquid phase involving large molecules (CHEN; LI; DAVIS, 1993), but also to decrease or avoid sintering processes on impregnated metal into it. Our group has been developing strategies to load gold nanoparticles by using HAuCl_4 on mesocellular siliceous foam (MCF) material. In the current work, we used additional steps to improve the gold dispersion. Due to low isoelectric point of SiO_2 (YAN, 2004; ZHU, 2007), (3-aminopropyl)triethoxysilane has been previously anchored over MFC support leading to immobilization of Au^{3+} over the support. Highly dispersed gold nanoparticles have been used on reactions such as CO oxidation, hydrogenation and also 4-nitrophenol (4-NP) reduction to 4-aminophenol (4-AP)

(BOND; LOUIS; THOMPSON, 2006; CHOUDHARY; GOODMAN, 2002; HARUTA; DATÉ, 2001; HASHMI; HUTCHINGS, 2006; KUNG, M. DAVIS; KUNG, H., 2007; ZHAO et al., 2015). It is important to say that 4-NP is toxic, however, its reduced product (4-AP) finds application in many areas such as dyeing agent, a precursor for production of analgesic and antipyretic drugs and in particular as intermediate for the synthesis of paracetamol (WARING; MITCHELL, 1998; WOO; LAI, 2001).

The most acceptable model mechanism for 4-NP to 4-AP reaction over gold nanoparticles is Langmuir-Hinshelwood. Initially, NaBH_4 is decomposed by hydrolysis on gold nanoparticle surface, leading towards hydrogenated nanoparticles and B(OH)_4^- ion. At the end 4-NP is reduced by the adsorbed active hydrogen at the surface of gold nanoparticles and the 4-AP is finally produced. Focusing on 4-nitrophenol reduction, many strategies have been used for gold nanoparticles application on this reaction. Zhao et al. (2015) report in his review among other strategies, the use of silica (SiO_2) with different textural structure as support of gold nanoparticles. The best result on apparent rate constant (k_{app} ; normalized by catalyst mass) has been found for Silica nanotubes (SNTs) reported by LIN et al (2012) with $k_{app} = 1.16 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ for 4-NP reduction assisted by Excess of NaBH_4 as reducing agent at room temperature. Hence, this work we used MCF as support for gold nanoparticles keeping on focus the main objectives which are: i) obtaining of high efficient gold catalyst for reduction reaction, characterized by 4-NP to 4-AP model reaction; ii) decreasing the cost of MCF synthesis by using cheaper organic cosolvent on the synthesis procedure and finally iii) prove the long duration stability of the catalyst in face of leaching process.

2 | EXPERIMENTAL

All materials were used as received from the chemical vendors without further purification. Water used in the MCF syntheses was deionized.

2.1 Synthesis of MCF

Synthesis of mesocellular siliceous foam was previously reported (LETTOW et al., 2000; SCHMIDT-WINKEL, 1999). In this previous study, a solution of P123, HCl and NH_4F on appropriate concentrations was stirred in the presence of 1,3,5-trimethylbenzene (TMB) as cosolvent. At this work, MCF has been prepared by using heptane as cosolvent (swelling reactant). Then 3.1 g of TEOS was used as the silica source and it was mixed with 23.0 g of heptane (Solution A). Into a 100 mL Teflon flask 1.4 g of P123 was continually stirred at 1000 rpm for three days on 51.0 mL solution of HCl 1.3 M + NH_4F 0.009 M (solution B), then solution A was slowly added to solution B under continuous stirring at 25 °C. The mixture was aged for 24 h

and hydrothermally treated on stainless steel Teflon lined autoclave for 24 h at 100 °C. Then, the product was washed with distilled water and air-dried. The resulting powder was calcined at 500 °C for 8 h to produce the mesocellular siliceous foam material (MCF).

2.2 MCF functionalization and Au/MCF preparation

To prepare mesocellular siliceous foam containing gold nanoparticles (Au/MCF), MCF was previously functionalized with APTES. In a Schlenk flask 1.44 g of MCF powder was activated under dry N₂ flow at 200 °C for 24 h, then, 144.0 mL of toluene and 1.44 mL of APTES solution was added and this system was then refluxed for 24 h. The functionalized MCF was then washed by toluene and acetone in a centrifuge. Four portions of functionalized MCF (360 mg) were suspended in 36.0 mL of Au (III) chloride (1.0 x 10⁻⁴– 4.0 x 10⁻⁴ M) solutions and then sonicated for 30 minutes followed by centrifugation for supernatant removal. The products (Au/MCF) were finally air-dried and calcined at 500 °C for 8 h for organic removal.

2.3 Characterization

Calcined samples were characterized by X-ray diffraction with Cu anode ($\lambda_{\text{Cu}} = 0.15418$ nm, $2.0 < 2\theta < 50^\circ$, $0.5^\circ / \text{min}$). For small angle X-ray diffraction, a knife accessory was adapted to the sample holder to get information on low angle XRD ($0.5 < 2\theta < 1.5^\circ$, $0.02^\circ / \text{min}$). Nitrogen adsorption/desorption experiments isotherms at ~ -195 °C has been measured by a Micromeritics ASAP 2020C (Accelerated Surface Area and Porosimetry System) on samples previously out gassed at 300 °C for four hours. The specific surface area was calculated using Brunauer-Emmett-Taller (BET) method. The range of pore diameter were evaluated by Barrett-Joyner-Halenda (BJH) method on desorption branch. The gold and silicon content were determined by an X-ray fluorescence spectrometer Shimadzu model EDX 720 HS. High resolution transmission electron microscopy micrographs (HR-TEM) were taken with a Jeol JEM-210 equipped with a Thermo Scientific EDS probe.

2.4 Catalytic reduction of 4-nitrophenol

Two freshly prepared aqueous solutions, 50.0 mL of NaBH₄ (0.02 M) and 50.0 mL of 4-nitrophenol (0.2 mM) were mixed and a yellow color has been observed. Ice bath has been used to cool down and avoid the deactivation of reactant solution during the experiments. A plastic micro-reactor (2.0 mm diameter) was filled with 1.5 mg of the Au/MCF and connected to micro tubes.

The 4-nitrophenol reduction rate was monitored by a portable UV-VIS spectrophotometer (Ocean Optics USB2000) with an 80 μL flow cell connected to

the reactor. The flow of the reactant solution was gradually increased on the range of 0.2-3.0 $\mu\text{L s}^{-1}$ to record various 4-nitrophenol to 4-aminophenol conversion results.

Batch reactions were also performed by using 50 mL of same reactant solution of 4-NP and NaBH_4 in an Erlenmeyer. Into this solution was suspended 6 mg of each produced Au/MCF and MCF as reference. These flasks were stirred at 120 rpm for 1 hour at 25 °C. Finally, an amount of the supernatant solution was analyzed by a Varian UV-visible spectrometer model carry 5000.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Characterization of MCF and Au/MCF

Four gold load on MCF were prepared to study the effect on 4-nitrophenol to 4-aminophenol reduction. Small angle X-ray diffractions were obtained to confirm structural information about the mesoporous of the pure MCF and all the gold loaded MCF.

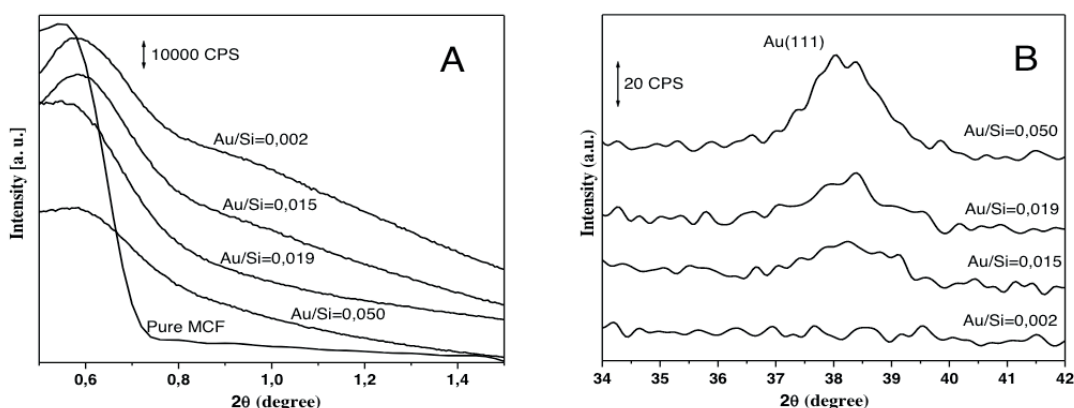


Fig. 1. Small angle X-ray diffraction patterns of Au / MCF and X-Ray diffraction patterns of gold nanoparticles.

For all samples of Au / MCF and pure MCF a broad peak at small angle is observed (Fig. A.1), which correspond to heterogeneous mesoporous often found on MCF samples. For the Au / MCF the width of these peaks increases with the gold load on the MCF. The metallic gold nanoparticles have been detected by presence of the Au (111) peak at $2\theta = 38^\circ$ (ZHU et al., 2003) as increase the Au / Si ratio the Au (111) pattern become more intense (Fig. B.1).

The nitrogen adsorption/desorption isotherms exhibiting hysteresis loops with parallel adsorption and desorption branches due to regular pore array formed by cells and windows characteristic of MCF material (BROEKHOFF; DE BOER, 1967; BROEKHOFF; DE BOER, 1968a; BROEKHOFF; DE BOER, 1967b LETTOW et al., 2000).

Surface area was determined by BET method, pure MCF reaches $465 \text{ m}^2/\text{g}$ while the sample with higher gold load ($\text{Au}/\text{Si} = 0.050$) is $339 \text{ m}^2/\text{g}$, this drop on the value is due to the increase of sample density (ca. 15 %) due to gold load (Fig. 2). Pore size distribution (insert) is on the range 6.0 – 23.0 nm, where the smaller value is due to windows and the higher are due to sizes of the cells.

The transmission electron micrographs of all samples are reported in Fig. 3. Image of MCF shows the internal pore structure which is formed by 17-18 nm windows connected between each other leading to a three-dimension net, spherical cell structures are also possible but these structures are not well identified in the images. Some of those windows seem to have hexagonal geometry.

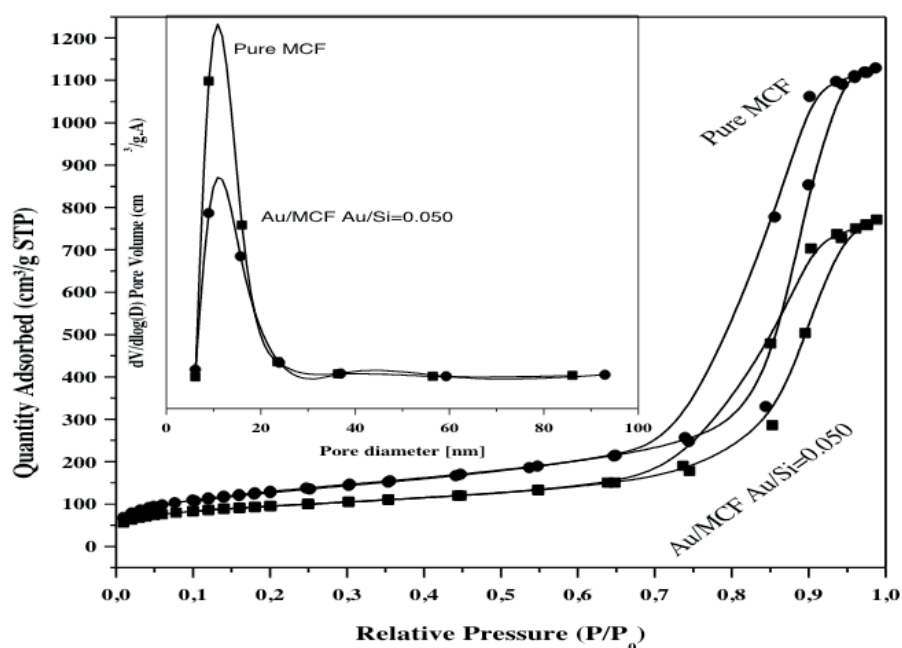


Fig. 2. Nitrogen adsorption / desorption isotherms and BJH desorption pore size distribution report of Au / MCF and pure MCF.

For the Au / MCF samples, the support morphology remained the same as observed for MCF, however, gold nanoparticles are also present. The Au / Si = 0.002 Au / MCF is the unique sample which presents only spherical nanoparticles with diameter about 4 - 7 nm. By increasing the gold load into the MCF support, other structures of metallic gold are also observed. Bulk particles grown out of MCF support are most common on samples with higher load of gold. These particles can often be leached from support on catalytic experiments. It is possible to assume that the functionalization of MCF with APTES improves interaction among Au^{3+} ion and SiO_2 structure, since nanoparticles has been found into the pore of the support, though, it does not avoid the formation of bulk particles. In addition, the role of APTES is also to promote the Au^{3+} reduction during the impregnation step.

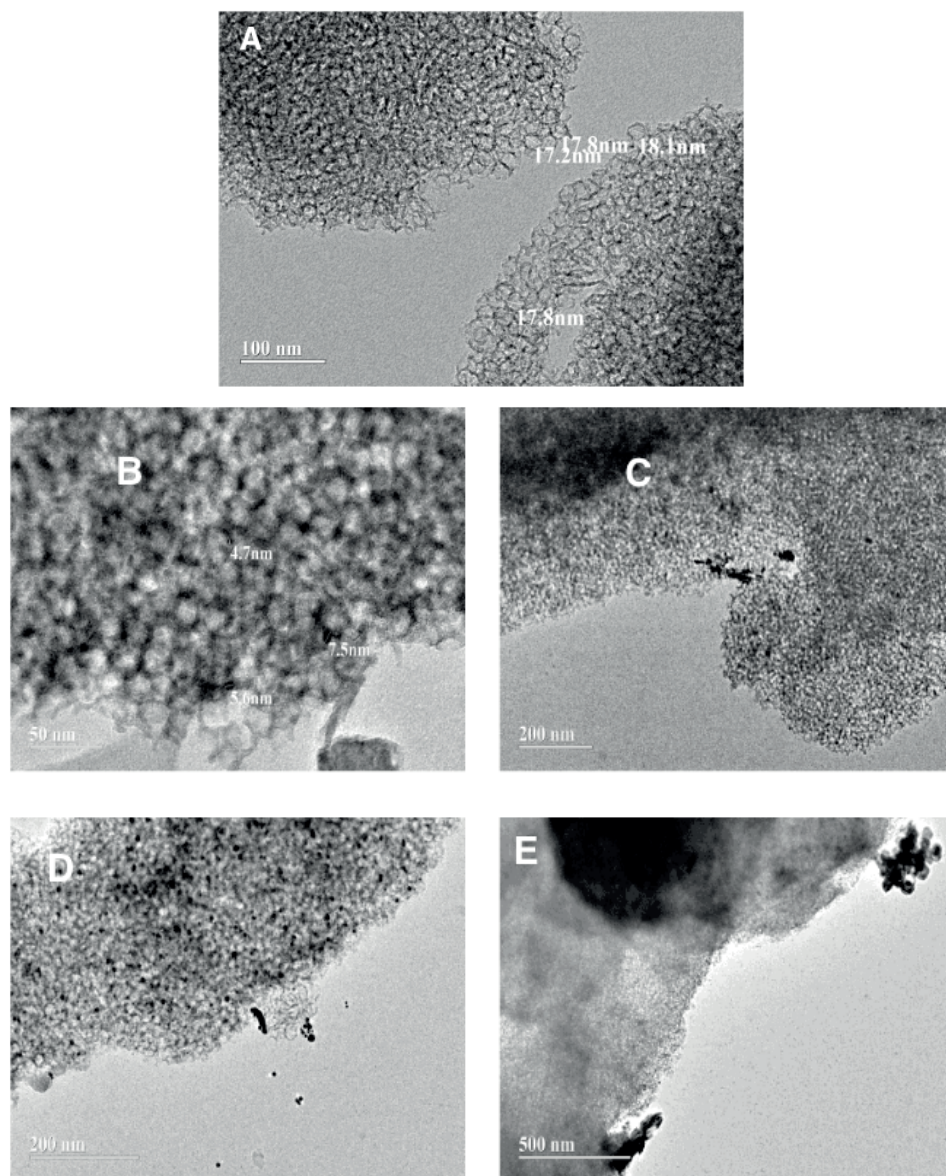


Fig. 3. High resolution transmission electron micrographs of (A) MCF; (B) Au / Si = 0.002 Au / MCF; (C) Au / Si = 0.015 Au / MCF; (D) Au / Si = 0.019 Au / MCF; (E) Au / Si = 0.050 Au/MCF.

3.2 Effect of gold load on 4-nitrophenol reduction

To evaluate the catalytic activity of gold nanoparticles supported on MCF we used the 4-NP as probe since this reaction produces 4-AP as the main product and can be easily measured by UV-visible spectroscopy. Fig. 4 show UV-visible spectra of the products after 1-hour reaction. It is possible to determine that the MCF do not produces any measurable modification. In the other hand, the spectra of produced solution from Au / MCF catalysts shows important decrease of the 4-NP band and increase of a new peak at (λ) 300 nm due to 4-Aminophenolate anion (PRADHAN; PAL, A.; PAL, T., 2002). By hydrogen bubbles removal procedures, it is also possible to get spectra with defined isosbestic point at (λ) 320 nm. It is due to 4-NP decreasing band as the Au / Si ratio increases from 0.002 to 0.050.

These results can be explained by the amount of metal gold active sites being bigger on the Au / Si = 0.050 Au / MCF sample. Since, Kinect mechanism of this type of

reaction is gold surface area dependent, reactions into bed fixed reactor with various volumetric flow rate of reactant solution has been used to get information above rate constant (k). However, in this work we normalized the apparent rate constant by gold nanoparticles mass instead of gold nanoparticles area ($k = k_{app} / m_{Au}$)

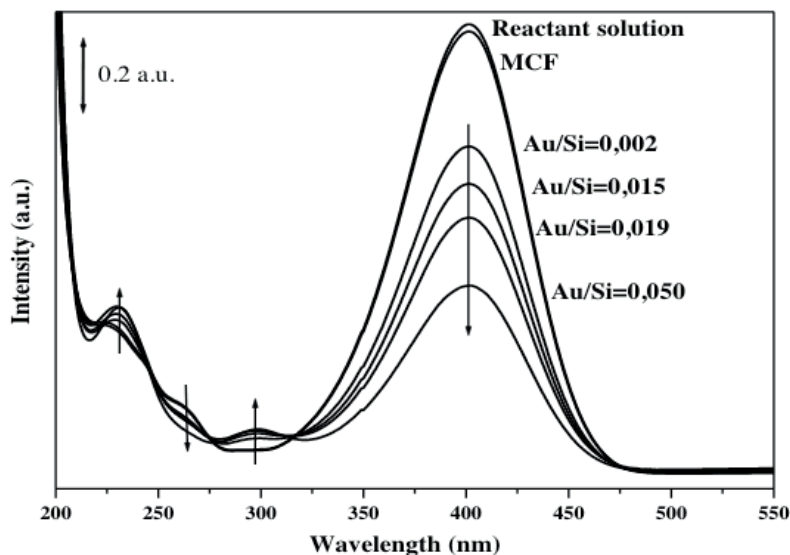
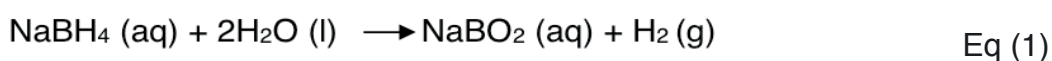


Fig. 4. UV-visible spectra of the supernatant solution of 4-NP to 4-AP Au / MCF catalyzed reduction after 1 hour of reaction on batch reactor.

For this experiment we found the maximum volumetric flow rate ($0.9 \mu\text{L s}^{-1}$) with total conversion for 4-NP (yellow solution) to 4-AP (colorless solution) over Au / Si = 0.019 Au / MCF catalyst. We left the reactor working at this volumetric flow rate by a long time and recording data about the intensity at (λ_{max}) 400 nm. It has been monitored by a portable UV-VIS spectrophotometer with an $80 \mu\text{L}$ flow cell connected to the reactor. Wrong conclusions are easily reached if we considering only the first recording measurements, since it indicates that the catalyst is losing its activity by gold nanoparticles leaching. Thus, another fresh solution has been prepared to substitute the previous reactant solution and is possible to see that the 4-NP to 4-AP conversion (second recording) got back to 100 %. Then, the decrease of conversion results is due to a deactivation of the reactant solution. This deactivation is often related to hydrogen bubbling, which are often generated from water reducing by NaBH_4 according to the reaction summarized in Eq. 1:



Thereby, further experiments have been processed by cooling down the reactant solution in ice bath to avoid hydrogen gas formation, since it does not participate to the 4-NP reduction mechanism.

The Fig. 5 plot kinetic curve of $[\text{4NP}]_0$ (0.1mM) over Au / MCF with the four

Au / MCF ratio catalyst. These results indicate that the conversion decrease with volumetric flow rate and apparently the Au / Si = 0.050 Au / MCF is the most efficient catalyst.

Over Au / Si = 0.002 and Au / Si = 0.050 Au / MCF catalysts, there are at least two different kinetic behavior during the experiment with volumetric flow rate increasing. For these two catalytic experiments, an inflexion point is observed at around 1.0 and 2.7 $\mu\text{L s}^{-1}$ respectively. We believed that these trends are related to pressure increasing due to contraction loss into the reactor, mainly on high flow rate, even if we miniaturized the reactor to avoid this phenomenon, which is caused by packing of small particles.

The effect of packing on high volumetric flow rate is directly associated to high pressure gradient and “short-circuiting” of a part of the flow. Thus, to avoid fake rate constant, the calculations were performed by using conversion values on small volumetric flow rate range, to get information as near to 1.0 atm as possible (SALMI; MIKKOLA; WARNA, 2010).

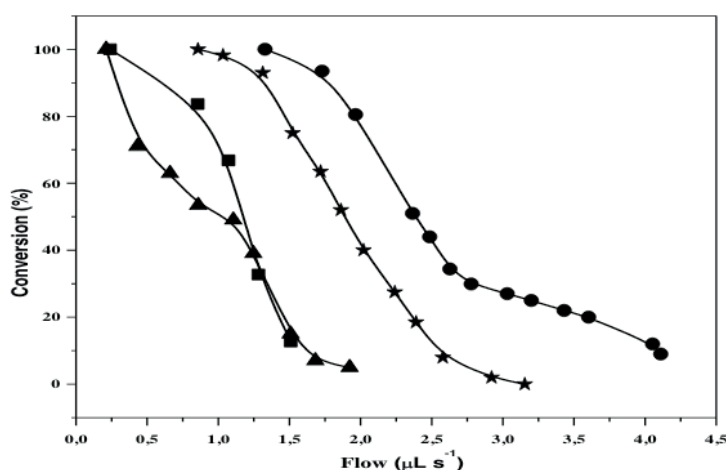


Fig. 5. Kinetic curve of 4-NP to 4-AP reduction over Au / MCF. (▲) Au / Si = 0.050 Au / MCF, (■) Au / Si = 0.015 Au / MCF, (★) Au / Si = 0.019 Au/MCF, (●) Au / Si = 0.050 Au / MCF.

We assumed that the reaction is first order for 4-NP since we added an excess of NaBH_4 than by mass balance equation we have for fixed bed reaction the follow equation.

$$\ln \frac{1}{(1-X_A)} = \frac{k' C_{AO}}{F_{AO}} W_{Au} \quad \text{Eq (2)}$$

The plot of the calculated $\ln(1/1-X_A)$ over the inverse of molar flow (Fig. 6) is linear. From the slop is it possible to calculate rate constant since $k' = \text{tg}(\theta) / (C_{AO} \cdot W_{Au})$.

Apparently the results on Fig. 5 shows that the catalyst activity increases with gold load, thus, it indicated that the best catalyst is Au / Si = 0.050 Au / MCF, however,

with the assumption of the Langmuir-Hinshelwood mechanism model that is gold nanoparticle dependent, the calculations indicated that the Au / Si = 0.019 Au / MCF is more active than Au / Si = 0.050 Au / MCF due to the presence of gold bulk particles on it (Table 1). Since the 4-NP reduction is in truth gold surface area dependent, those samples which have bulk particles certainly have impaired their catalyst efficiency.

Catalyst	k (L.s ⁻¹ .g _{Au} ⁻¹)
Au/Si = 0.002 Au/MCF	3.5×10^{-2}
Au/Si = 0.015 Au/MCF	4.6×10^{-2}
Au/Si = 0.019 Au/MCF	6.3×10^{-2}
Au/Si = 0.050 Au/MCF	3.8×10^{-2}

Table 1. Rate constant of 4-NP to 4-AP reduction over Au / MCF.

Fixed bed reaction has also been performed by using a fixed volumetric flow (0.9 $\mu\text{L s}^{-1}$) of chilled reactant solution on 1.5 mg of Au / Si = 0.019 Au / MCF catalyst. At these conditions the conversion of 4-NP to 4-AP is 100 %. The data has been collected for around 17 hours at each 20 minutes on 80 μL flow cell (Fig. 6 insert).

The total conversion is not always observed due to interferences of hydrogen bubbles inevitably grown into the cell. This result shows that leaching process of the gold nanoparticles do not occurs over the reaction condition. It indicates that the gold nanoparticles are efficiently supported on MCF surface.

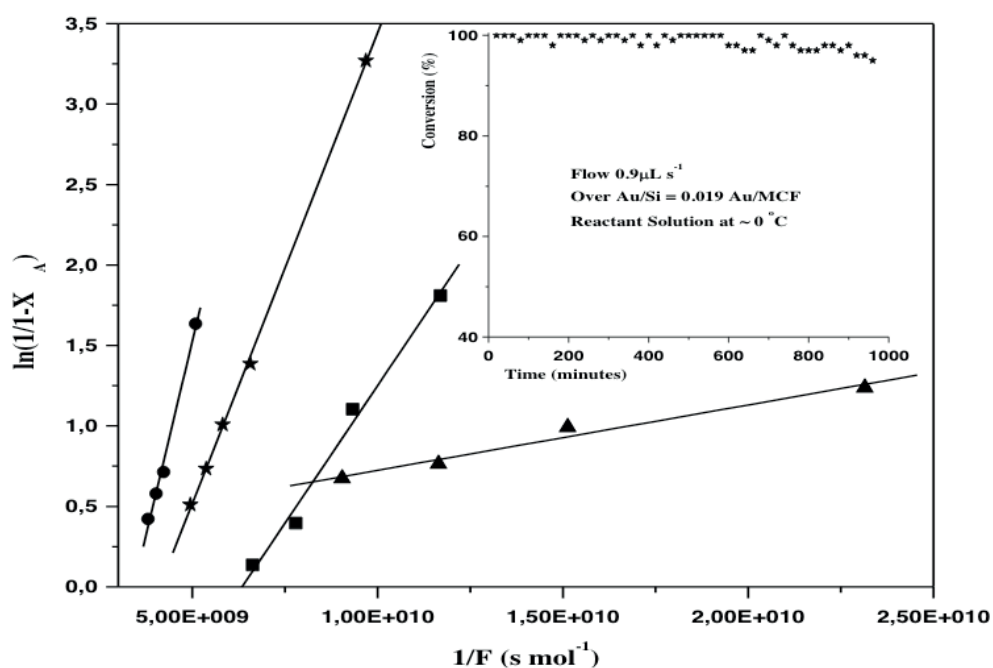


Fig. 6. Plot of $\ln(1/1-X_A)$ vs inverse of molar flow ($1/F$) indicating first order kinetics of 4-NP to 4-AP reduction over Au / MCF. (▲) Au / Si = 0.050 Au / MCF, (■) Au / Si = 0.015 Au / MCF, (★) Au / Si = 0.019 Au / MCF, (●) Au / Si = 0.050 Au / MCF. $[4\text{-NP}]_0 = 0.1 \text{ mM}$.

4 | CONCLUSION

In this work we successfully obtained mesocellular siliceous foam (MCF) by using cheaper cosolvent (heptane as swelling reactant) than that often used such as 1,3,5-trimethylbenzene (TMB). The use of (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES) previously anchored over MFC support was helpful on gold nanoparticles dispersion, even if some bulk particles has been found on the external surface of the Au / Si = 0.015 - 0.050 Au / MCF catalysts. We can also conclude that the role of (APTES) is also to reduces gold ions, since no further reduction reaction steps was necessary to obtain gold nanoparticles. Both batch and fixed bed reactions indicates that the Au / MCF catalyst is active on 4-nitrophenol reduction, in addition, cold reactant solution produces better results since this procedure avoid the formation hydrogen bubbles. TEM indicate that the maximum load of gold without excessive bulk particles on the external surface is found for 0.019 Au / MCF catalyst it certainly drove for the best result on 4-nitrophenol reduction. Long duration fixed bed reaction has been studied to get information about chemical resistance of the 4-nitrophenol reduction over 0.019 Au / MCF. The results indicated that even after 17 hours of continuous operation, no evidences of gold nanoparticles leaching have been detected then we suggests that the MCF is appropriated as gold nanoparticles support.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank for the funding of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) under project number 470227/2013-3, in addition to the institutional support provided by the Universidade de Brasília-UnB / Brazil.

REFERENCES

BAXTER, R. J.; HU, P. **Insight into why the Langmuir–Hinshelwood mechanism is generally preferred.** The Journal of chemical physics, v. 116, n. 11, p. 4379-4381, 2002

Beck, J. S. et al. **A neu Family of mesoporous molecular sieves prepared with liquid Crystal templates.** Journal of the American Chemical Society, v. 114, n 27, p. 10838-10843. 1992.

BECK, J. S.; PRINCETON, N. J. **Method for synthesizing mesoporous crystalline material** Depósito: 15 out. 1991. Concessão: 10 dez. 1990.

BOND, G. C; LOUIS, C; THOMPSON, D. T. **Catalysis by gold.** World Scientific, 2006

BROEKHOFF, J. C. P; DE BOER, J. H. **Studies on pore systems in catalysts. X. Calculation of pore distributions from the adsorption branch of nitrogen sorption isotherms in the case of open cylindrical pores.** Journal of Catalysis, v. 9, p. 15-27, 1967.

BROEKHOFF, J. C. P; DE BOER, J. H. **Studies on pore systems in catalysts. XI. Pore**

distributions calculations from the adsorption branch of a nitrogen adsorption isotherms in the case of “Ink-Bottle” type pores. Journal of Catalysis, v. 10, p. 153-165, 1968.

BROEKHOFF, J. C. P.; DE BOER, J. H. **Studies on pore systems in catalysts. XII. Pore distributions from the desorption branch of a nitrogensorption isotherm in the case of cylindrical pores.** Journal of Catalysis, v. 10, p. 368-374, 1968.

CHEN, C. Y.; LI, H. H.; DAVIS, M. E. **Studies on mesoporous materials: I. Synthesis and characterization of MCM-41.** Microporous materials, v. 2, n. 1, p. 17-26, 1993.

CHOUDHARY, T. V.; GOODMAN, D. W. **Oxidation catalysis by supported gold nano-clusters.** Topics in Catalysis, v. 21, n. 1-3, p. 25-34, 2002.

FRÖSCHL, T. et al. **High surface area crystalline titanium dioxide: potential and limits in electrochemical energy storage and catalysis.** Chemical Society Reviews, v. 41, n. 15, p. 5313-5360, 2012.

GAJJELA, S. R. et al. **Synthesis of mesoporous titanium dioxide by soft template based approach: characterization and application in dye-sensitized solar cells.** Energy & Environmental Science, v. 3, n. 6, p. 838-845, 2010.

HARUTA, M.; DATÉ, M. **Advances in the catalysis of Au nanoparticles.** Applied Catalysis A: General, v. 222, n. 1-2, p. 427-437, 2001.

HASHMI, A. S. K.; HUTCHINGS, G. J. **Gold catalysis.** Angewandte Chemie International Edition, v. 45, n. 47, p. 7896-7936, 2006

KRESGE, C. T. et al. **Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid- Crystal template mechanism.** Nature, v. 359, n. 6397, p. 710-712. 1992

KUNG, M. C.; DAVIS, R. J.; KUNG, H. H. **Understanding Au-catalyzed low-temperature CO oxidation.** The Journal of Physical Chemistry C, v. 111, n. 32, p. 11767-11775, 2007.

LETTOW, J. S. et al. **Hexagonal to mesocellular foam phase transition in polymer-templated mesoporous silicas.** Langmuir, v. 16, n. 22, p. 8291-8295, 2000.

LIN, Y. et al. **Self-assembled laminated nanoribbon-directed synthesis of noble metallic nanoparticle-decorated silica nanotubes and their catalytic applications.** Journal of Materials Chemistry, v. 22, n. 35, p. 18314-18320, 2012

PRADHAN, N.; PAL, A.; PAL, T. **Silver nanoparticle catalyzed reduction of aromatic nitro compounds.** Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 196, n. 2-3, p. 247-257, 2002.

SALMI, T. O.; MIKKOLA, J. P.; WARNA, J. P. **Chemical reaction engineering and reactor technology.** CRC Press, Taylor & Francis Group, Florida, p. 94-95, 2010.

SCHMIDT-WINKEL, P. et al. **Mesocellular siliceous foams with uniformly sized cells and windows.** Journal of the American Chemical Society, v. 121, n. 1, p. 254-255, 1999.

SCHMIDT-WINKEL, P. et al. **Microemulsion templating of siliceous mesostructured cellular foams with well-defined ultralarge mesopores.** Chemistry of Materials, v. 12, n. 3, p. 686-696, 2000.

WARING, R. H. MITCHELL S. C. **Aminophenols.** Ullmann, S Encyclopedia of Industrial Chemistry, v. 6, 1998.

WOO, Y. T.; LAI, D. Y. **Aromatic amino and nitro–amino compounds and their halogenated derivatives**. *Patty's Toxicology*, p. 1-96, 2001.

YAN, W. et al. **Surface sol– gel modification of mesoporous silica materials with TiO₂ for the assembly of ultrasmall gold nanoparticles**. *The Journal of Physical Chemistry B*, v. 108, n. 9, p. 2793-2796, 2004

ZHAO, P. et al. **Basic concepts and recent advances in nitrophenol reduction by gold-and other transition metal nanoparticles**. *Coordination Chemistry Reviews*, v. 287, p. 114-136, 2015

ZHU, H. et al. **Coassembly synthesis of ordered mesoporous silica materials containing Au nanoparticles**. *Langmuir*, v. 19, n. 9, p. 3974-3980, 2003.

ZHU, H. et al. **Rational design of gold catalysts with enhanced thermal stability: post modification of Au/TiO₂ by amorphous SiO₂ decoration**. *Catalysis Letters*, v. 116, n. 3-4, p. 128-135, 2007.

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

