

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

 **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: Natália Sandrini de Azevedo

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
D618	<p>A diversidade de debates na pesquisa em química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-036-0 DOI 10.22533/at.ed.360202105</p> <p>1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa – Metodologia. I.Nardeli, Jéssica Verger.</p> <p style="text-align: right;">CDD 540.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2” é uma obra que tem um conjunto fundamental de conhecimentos direcionados a industriais, pesquisadores, engenheiros, técnicos, acadêmicos e, é claro, estudantes. A coleção abordará de forma categorizada pesquisas que transitam nos vários caminhos da química de forma aplicada, inovadora, contextualizada e didática objetivando a divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõem seus capítulos.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados a revestimentos inteligentes – *smart coatings*; técnicas eletroquímicas; modificação de superfície; processo foto-Fenton; dessulfurização adsortiva de diesel; otimização de sensores; contaminantes orgânicos; degradação de compostos; nanotubos de carbono hidrofílicos; oxidação parcial do metano; produção de etanol; tratamento de efluente aquoso; produção de biogás; processo oxidativo avançado; partição de íons metálicos; ensino de polímeros; reutilização de óleo industrial; análise complexométrica de alumínio e modelagem molecular. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à caracterização, aplicação, otimização de procedimentos e metodologias, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. A diversidade de Debates na pesquisa em Química tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química tecnológica, bacharel e licenciatura. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização com diferentes técnicas (eletroquímica, microscopia, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier e raios-X) substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Portanto, esta obra é oportuna e visa fornecer uma infinidade de estudos fundamentados nos resultados experimentais obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SMART COATING FOR CORROSION PROTECTION OF ALUMINIUM ALLOYS: GLOBAL AND LOCALIZED STUDY OF ANTI- CORROSION PERFORMANCE	
Jéssica Verger Nardeli Cecílio Sadao Fugivara Fátima Montemor Assis Vicente Benedetti	
DOI 10.22533/at.ed.3602021051	
CAPÍTULO 2	13
FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN APPLIED FOR OPTIMIZATION OF TARTRAZINE REMOVAL BY PHOTO-FENTON PROCESS USING Cu_2FeSn_4 CATALYST	
Julia da Silveira Salla Vitória Segabinazzi Foletto Jivago Schumacher de Oliveira Gabriela Carvalho Collazzo Evandro Stoffels Mallmann Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.3602021052	
CAPÍTULO 3	23
TRANSFORMACIÓN DE ÁCIDO FERÚLICO CON HONGOS AISLADOS DE BAGAZO DE CAÑA	
Miguel Ávila Jiménez Myriam Gisela Gutiérrez Rueda Julia Aguilar Pliego María del Rocío Cruz Colín María Teresa Castañeda Briones	
DOI 10.22533/at.ed.3602021053	
CAPÍTULO 4	32
APLICAÇÃO DE MATERIAIS MCM-41 E SBA-15 COMO SINTETIZADOS E MODIFICADOS COM ÍONS NÍQUEL E PRATA NA DESSULFURIZAÇÃO ADSORTIVA DE DIESEL	
Clenildo de Longe Rafael Viana Sales Anne Beatriz Figueira Câmara Adriano Santos de Sousa Leila Maria Aguilera Campos Maritza Montoya Urbina Tatiana de Campos Bicudo Luciene Santos de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021054	
CAPÍTULO 5	43
AVALIAÇÃO DO SENSOR BASEADO GRAFENO E COBRE PARA DETECÇÃO DE GLIFOSATO E AMPA	
Sarah Setznagl Ivana Cesarino	
DOI 10.22533/at.ed.3602021055	

CAPÍTULO 6	57
COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE	
Vivian Maria de Arruda Magalhães	
Oswaldo Chiavone Filho	
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna	
DOI 10.22533/at.ed.3602021056	
CAPÍTULO 7	76
INVESTIGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO FENOL EM MEIO AQUOSO UTILIZANDO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E IRRADIAÇÃO SOLAR	
Julia da Silveira Salla	
Humberto Neves Maia de Oliveira	
André Luís Novais Mota	
Cláudio Augusto Oller do Nascimento	
Edson Luiz Foletto	
Oswaldo Chiavone-Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021057	
CAPÍTULO 8	89
PRODUÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO HIDROFÍLICOS	
Leila Cottet	
Luís Otávio de Brito Benetoli	
Nito Angelo Debacher	
DOI 10.22533/at.ed.3602021058	
CAPÍTULO 9	98
ÓXIDOS DO TIPO PEROVSKITA $Nd_{0,95}FeO_3$ E $Nd_{0,95}CrO_3$ PARA PRODUÇÃO DE GÁS DE SÍNTESE ATRAVÉS DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO METANO	
Karina Tamião de Campos Roseno	
Rodrigo Brackmann	
Rita Maria de Brito Alves	
Reinaldo Giudici	
Martin Schmal	
DOI 10.22533/at.ed.3602021059	
CAPÍTULO 10	107
PRODUÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO BAGAÇO DE SORGO BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Charles Nunes de Lima	
Fernanda Maria da Silva Costa	
Érik Ramos da Silva de Oliveira	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.36020210510	
CAPÍTULO 11	118
UTILIZAÇÃO DAS CINZAS PESADAS DE TERMOELÉTRICA COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON PARA REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL EM EFLUENTE AQUOSO	
Fernanda Caroline Drumm	
Patrícia Grassi	
Jivago Schumacher de Oliveira	
Julia da Silveira Salla	
Sérgio Luiz Jahn	
Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.36020210511	

CAPÍTULO 12 128

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA SELEÇÃO DE UM CULTIVAR DE SORGO SACARINO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Cristian Jacques Bolner de Lima
Fernanda Maria da Silva Costa
Érik Ramos da Silva de Oliveira
Francieli Fernandes
Charles Souza da Silva
Juniele Gonçalves Amador
Monique Virões Barbosa dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.36020210512

CAPÍTULO 13 141

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE) DA UFRN

Oscar Eduardo Reyes Cavalcanti
Ana Beatriz de Gois Lima
Thalita Gomes Ferreira
Nathalia Souza Teixeira
Rosangela Dala Possa
Leila Maria Aguilera Campos
Maritza Montoya Urbina
Adriano Santos de Sousa
Luciene Santos de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36020210513

CAPÍTULO 14 154

REMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO COM NAFTALENO: ESTUDO COMPARATIVO DA APLICAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS HOMOGÊNEO E HETEROGÊNEO

Vivian Maria de Arruda Magalhães
Gabriela Paupitz Mendes
Rayanne Macêdo Aranha
Oswaldo Chiavone Filho
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna

DOI 10.22533/at.ed.36020210514

CAPÍTULO 15 170

SISTEMA AQUOSO BIFÁSICO: CONCEITOS, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES NA PARTIÇÃO DE ÍONS METÁLICOS

Ednilton Moreira Gama
Roberta Pereira Matos
Guilherme Dias Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.36020210515

CAPÍTULO 16 179

UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS E ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS: UMA PERSPECTIVA DE APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O ENSINO DE POLÍMEROS

Amanda Rebelo de Azevedo
Vinicius Fernandes Moreira

DOI 10.22533/at.ed.36020210516

CAPÍTULO 17 201

PRODUÇÃO DE SABÃO UTILIZANDO ÓLEO RESIDUAL ORIUNDO DE PROCESSAMENTO DE MÁQUINAS DE FRANGO

Gisele Carvalho Conceição
Thayssa Sales Cardoso
Diego Ribeiro Nunes
Ronald Almeida dos Santos
Sérgio Vinicius Machado dos Santos
Emanoel Oliveira de Aviz
Arlesson Pereira da Silva
Ronald Vieira Garcia
Josiney Farias de Araújo
Simonny do Carmo Simões Rolo de Deus
Ricardo Jorge Amorim de Deus
Manolo Cleiton Costa de Freitas
Leandro Marques Correia

DOI 10.22533/at.ed.36020210517

CAPÍTULO 18 221

ANÁLISE COMPLEXOMÉTRICA DE ALUMÍNIO EM ARROZ COZIDO EM PANEAS DE ALUMÍNIO E/OU INOX, EM RESTAURANTES DE SÃO LUÍS – MA

Elis Cristina de Sousa Ferreira
Ricardo Santos Silva
Anna Karolyne Lages Leal
Raissa Soares Penha Ferreira
Maria do Socorro Nahuz Lourenço

DOI 10.22533/at.ed.36020210518

CAPÍTULO 19 231

A PRIMEIRA MODELAGEM MOLECULAR POR HOMOLOGIA DA PROTEÍNA VP4 DO VÍRUS CHANGUINOLA

Bruno Rafael Costa Guimarães
Raul Alexandre Maciel Campos
Jânio di Paula Cavalleiro de Macêdo dos Santos
Adriano Santos da Rocha
Alan Sena Pinheiro
Jorddy Neves Cruz
Sandro Patroca da Silva
Davi Henrique Trindade Amador
Miguel Braga
Renato Araújo da Costa
Elaine Cristina Medeiros da Rocha
João Augusto Pereira da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.36020210519

CAPÍTULO 20 249

POESIA COMO SIGNO ARTÍSTICO EM AULAS DE QUÍMICA

Elaine da Silva Ramos
Carlos Eduardo Laburú

DOI 10.22533/at.ed.36020210520

CAPÍTULO 21 261

ALBERTO MAGNO IN CHEMICAL TEACHING: THE COMICS AS A LEARNING METHOD

Ednalva Dantas Rodrigues da Silva Duarte
Ismael Montero Fernández

Cecilia Araujo

DOI 10.22533/at.ed.36020210521

CAPÍTULO 22 269

ESTUDO QUÍMICO DE PINTURAS RUPESTRES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO TOCA DA BAIXA DO CAJUEIRO POR FRX PORTÁTIL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

Maria Conceição Soares Meneses Lage

Wilkins Oliveira de Barros

Iasmin Maria Rodrigues de Sales Vieira

Anibal Gustavo Sousa Oliveira

Andressa Carvalho Lima

Benedito Batista Farias Filho

DOI 10.22533/at.ed.36020210522

SOBRE A ORGANIZADORA..... 281

ÍNDICE REMISSIVO 282

SISTEMA AQUOSO BIFÁSICO: CONCEITOS, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES NA PARTIÇÃO DE ÍONS METÁLICOS

Data de aceite: 04/05/2020

Data de submissão: 14/04/2020

Ednilton Moreira Gama

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), campus Almenara. Almenara – Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1521718904197423>

Roberta Pereira Matos

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), campus Almenara. Almenara – Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/7514063153007705>

Guilherme Dias Rodrigues

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte – Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/8226609855788662>

RESUMO: A extração com solvente é aplicada com sucesso à pré-concentração de íons metálicos e frequentemente significava o uso de reagentes orgânicos tóxicos. O descarte destes têm sido um problema detectado pelos órgãos ambientais e, portanto, o desenvolvimento de alternativas menos nocivas é importante. Nesta revisão, foram examinadas a aplicação de sistemas bifásicos aquosos (SAB) na extração de íons metálicos, analisando suas

propriedades, seu potencial e limitações, sugerindo que os SAB podem ser um substituto eficiente para sistemas bifásicos óleo / água. Os SAB têm como componente majoritário a água. Os demais componentes não são tóxicos nem inflamáveis, e em alguns casos, são biodegradáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema aquoso bifásico. Íons. extração.

AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEM: CONCEPTS, PROPERTIES AND APPLICATIONS IN THE PARTITION OF METAL IONS

ABSTRACT: Solvent extraction is successfully applied to preconcentration of metal ions and often meant the use of toxic organic reagents. The disposal of these has been a problem detected by environmental agencies and, therefore, the development of less harmful alternatives is important. In this review, we examine the application of aqueous two-phase systems (SAB) in the extraction of metal ions, analyzing their properties, their potential and limitations and we suggest that SAB could be an efficient substitute for two-phase oil / water systems. SAB's main component is water. The other components are neither toxic nor

flammable, and in some cases, they are biodegradable.

KEYWORDS: Aqueous two-phase. Ions. Extraction.

1 | CONCEITOS E PROPRIEDADES

O desenvolvimento de métodos de extração, separação e pré-concentração de íons metálicos é fundamental e desperta muito interesse em inúmeras áreas de importância tecnológica e acadêmica. Um exemplo disso é a necessidade de se utilizar métodos de pré-concentração ambientalmente corretos com o objetivo de melhorar a sensibilidade de técnicas instrumentais. Nesse contexto surgem os sistemas aquosos bifásicos (SAB) que têm como componente majoritário a água. Os demais componentes não são tóxicos nem inflamáveis, e em alguns casos, são biodegradáveis (Da Silva et al., 2006).

O SAB foi descoberto em 1896 quando Beijerinck percebeu que ao misturar uma solução aquosa de gelatina com ágar ou ágar e amido ocorreu a formação de um sistema com aspecto turvo que deixado em repouso, por algum tempo, formava duas fases (Da Silva et al., 2006; Farajzadeh et al., 2009). Porém, só em 1984 com os trabalhos de Zvarova e colaboradores que esse sistema foi utilizado na partição de íons metálicos. Zvarova *et al.* (1984) estudou os metais radionuclídeos ^{22}Na , ^{42}K , ^{65}Zn , ^{60}Co , ^{115}Cd , ^{64}Cu , ^{144}Ce , ^{177}Lu , ^{51}Cr , $^{152-155}\text{Eu}$, ^{114}In , ^{95}Zr , ^{82}Br (Rodrigues, 2012).

Na década de 1990, Rogers et al. (1996), demonstraram a influência de alguns dos parâmetros do sistema no particionamento de íons metálicos e relataram que os SAB eram limitados ao uso de extratores hidrossolúveis, tais como os halogenetos, tiocianatos, arsenazo III, alizarina e outros. Mas em 2008 Rodrigues e colaboradores utilizaram copolímeros tribloco, mostrando, pela primeira vez, a possibilidade de se utilizar um complexante pouco solúvel em água. Isso possibilitou uma expansão da aplicação do SAB na extração de íons metálicos (Rodrigues, 2008; Lemos et al., 2013). Atualmente, ainda são poucos os trabalhos encontrados na literatura acerca da aplicação dos SAB à partição de metais, quando comparados com aqueles aplicados à partição de biomoléculas (Zaslavsky, 1995).

Os SAB são formados sob condições termodinâmicas específicas (temperatura, pressão e concentração) (Martins et al., 2008), a partir da mistura entre soluções aquosas de dois polímeros quimicamente diferentes (Zaslavsky, 1995), ou um polímero e um sal inorgânico (Martins et al., 2008) ou ainda a partir de dois tipos de eletrólitos fisicamente incompatíveis (Bridges et al., 2006).

Porém, esse conceito de SAB exige a fixação de determinadas condições termodinâmicas, tais como faixa específica de temperatura, pressão e composição dos constituintes. A etapa de separação de fases resulta, na maioria dos casos, em um sistema heterogêneo composto por duas fases imiscíveis, com uma fase

superior (FS), rica em polímero, e uma fase inferior (FI), rica em sal, sendo a água o componente majoritário. A **Figura 1**. ilustra um SAB formado por PEO 1500, sulfato de sódio e água (Da Silva et al., 2006; Rodrigues et al., 2008).

Há várias vantagens na utilização do SAB como metodologia de separação, tais como: a natureza bifásica oferece várias vantagens na utilização dos SAB como técnica de separação, como: (i) ambiente adequado para preservação da atividade biológica de solutos (De Oliveira et al., 2007; Haraguchi et al., 2004), devido ao alto teor de água, que simula ambientes celulares; (ii) baixa tensão interfacial, o que beneficia o processo de difusão de compostos através da interface; (iii) possibilidade de aplicação em larga escala e (iv) capacidade de extrair tanto espécies carregadas quanto neutras para a FS, ao passo que na extração líquido-líquido tradicional (ELT) apenas espécies neutras são extraídas eficientemente para a fase polimérica (Rodrigues, 2012).

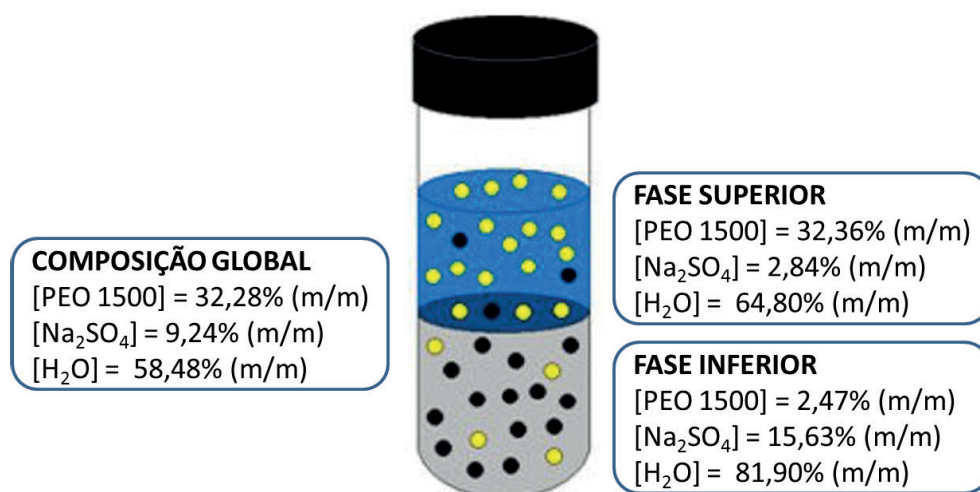


Figura 1. Composições para um ponto de mistura do sistema aquoso bifásico poli(óxido de etileno), PEO1500 g mol⁻¹ + sulfato de sódio + água , à 25 °C (RODRIGUES, 2012 - Adaptada).

Geralmente é utilizado um diagrama de fase retangular (**Figura 2**) para representar a composição química das duas fases do SAB que se encontra em equilíbrio termodinâmico. Essa representação gráfica é de grande importância para os estudos de partição, pois é utilizada como ferramenta básica para um processo de extração. Os dados de equilíbrio apresentados nesses diagramas estão relacionados à variação da energia livre de Gibbs do sistema, e auxiliam na compreensão dos fatores que governam a partição de um analito qualquer nos SAB (Da Silva et al., 2006).

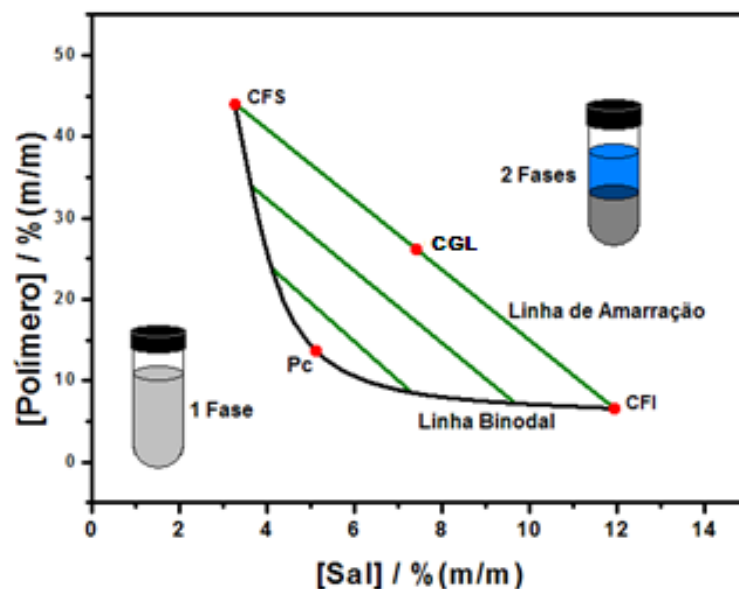


Figura 2 Diagrama de fase expresso em coordenadas retangulares de um SAB constituído por polímero e eletrólito (Rodrigues, 2012).

A construção desses diagramas permite obter informações fundamentais para a compreensão das características do sistema com uma ou duas fases, a composição da fase superior (CFS) e composição da fase inferior (CFI). A linha binodal (LB) é a fronteira que delimita as composições de equilíbrio nas quais o sistema se apresenta com uma ou duas fases, sendo pontos de mistura acima da linha binodal geram sistemas bifásicos e pontos de mistura abaixo desta linha geram sistemas monofásicos. A posição da LB no diagrama pode variar com a hidrofiliicidade/hidrofobicidade e a massa molar média do polímero, natureza do eletrólito, temperatura, pressão e pH do meio (Da Silva et al., 2005). Existem diferentes métodos para a obtenção da linha binodal, entretanto o mais utilizado envolve titulação turbidimétrica para determinação da linha pseudo-binodal (o termo “pseudo” se deve ao fato de que esta linha é obtida fora do equilíbrio termodinâmico) e posterior análise das composições das fases (Zaslavsky, 1995; Da Silva et al., 2006).

Essas linhas de amarração, apresentadas na **Figura 2**, são retas que unem os pontos no diagrama que representam a composição das duas fases em equilíbrio termodinâmico. Todas as propriedades termodinâmicas intensivas (índice de refração, densidade, condutividade, composição, absortividade molar, etc.) de cada fase são constantes, ao longo de uma mesma linha de amarração, independente da composição global desse sistema (Da Silva et al., 2006; Rodrigues, 2012).

Por outro lado, as propriedades termodinâmicas extensivas (volume, massa, capacidade calorífica, etc.) variam ao longo de uma mesma linha de amarração. Isso pode ser exemplificado observando-se a **Figura 3**, onde os pontos de composição global A, B e C terão uma mesma composição de fase superior identificada pelo

ponto CFS, e uma mesma composição de fase inferior, dada por CFI. Deste modo, à medida que se desloca em cima de uma linha de amarração, em direção a parte inferior do diagrama, por exemplo, obtêm-se composições globais que formarão SAB com maior volume de fase inferior. Em contrapartida, quando se desloca em direção a parte superior do diagrama, ocorre o inverso, obtêm-se sistemas com maior volume de fase superior (Rodrigues, 2012).

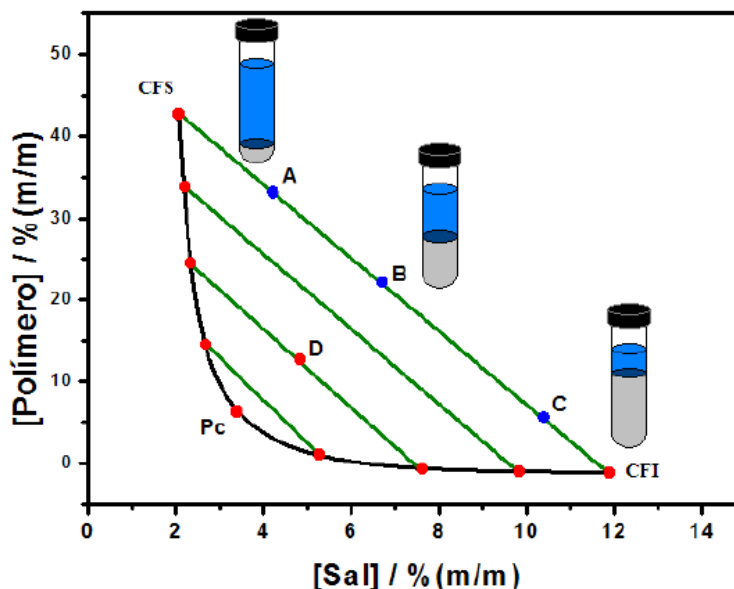


Figura 3. Diagrama de fase explicitando a variação do volume das fases em função das diferentes composições globais do SAB (Rodrigues, 2012).

O ponto D (**Figura 3**) representa uma composição global que pertence a uma LA com comprimento menor que a linha de amarração que contém o ponto B, isto significa que a diferença entre as propriedades termodinâmicas das fases do sistema com composição global D são menores do que aquelas apresentadas entre as fases dos sistemas com composições globais A, B ou C. A diminuição sucessiva nos comprimentos das linhas de amarração (CLA) leva ao ponto crítico (Pc). À medida que as composições das duas fases do sistema aproximam deste ponto, a diferença entre as propriedades termodinâmicas dessas fases diminuem até que, teoricamente, tornam-se iguais no Pc (Rodrigues, 2012).

O comprimento da linha de amarração é um importante parâmetro termodinâmico utilizado para medir a diferença entre as propriedades intensivas das fases em equilíbrio. Este parâmetro é calculado a partir dos valores de composição dos solutos de cada fase, de acordo com a **Equação 1.**:

$$CLA = [(C_P^S - C_P^I)^2 + (C_S^S - C_S^I)^2]^{1/2} \quad (1)$$

onde C_P^S e C_P^I são as concentrações de polímero % (m/m) e C_S^S e C_S^I são as

concentrações do sal % (m/m) nas fases superior e inferior, respectivamente. A diferença entre as propriedades termodinâmicas intensivas é diretamente proporcional ao valor do CLA. Isso significa que quanto maior a diferença entre as propriedades maior será a eficiência na extração e/ou partição do analito de interesse, desde que o mesmo tenha afinidade por uma das fases (Da Silva, 2006). Em contrapartida, a diminuição do CLA faz com que a composição das duas fases se aproximem do ponto crítico (P_c), onde a diferença entre as propriedades termodinâmicas dessas fases diminui. Essa diminuição pode ocorrer até que a linha de amarração seja reduzida a um ponto crítico, local onde as propriedades termodinâmicas intensivas são iguais e o sistema se apresenta monofásico (Rodrigues, 2012; Borges, 2014; Santos, 2014).

2 | APLICAÇÃO DO SAB NA EXTRAÇÃO DE ÍONS METÁLICOS

Em geral, os trabalhos aplicando os SAB na extração de íons metálicos são conduzidos de três formas: na ausência de qualquer agente extrator; na presença de um agente extrator solúvel em água ou utilizando-se um complexante do metal ligado ao polímero (Da Silva et al., 2006; Rogers et al., 1993; Rogers et al., 1995).

De maneira geral, a forma de SAB mais empregada na extração de íons é aquela em que se utilizam complexantes solúveis em água, podendo os mesmos ser de origem orgânica ou inorgânica. A utilização desses complexantes proporciona uma melhoria na partição dos íons metálicos para a fase rica em polímero. Isso ocorre por causa da maior interação do complexo metálico formado com os componentes presentes na fase rica em polímero (fase superior). Dessa forma, o tipo e a concentração do complexante a ser utilizado são importantes, pois podem otimizar a extração/separação de um grupo de metais em uma amostra, tornando o processo mais seletivo (Da Silva et al., 2006; Santos, 2014).

Na literatura há trabalhos abordando a aplicação de SABs à extração de íons metálicos como ouro (Zhang *et al.*, 2001; Bulgariu, 2011), bismuto (Graber *et al.*, 2000), níquel (Yoshikuni *et al.*, 2005), cobre (De Lemos *et al.*, 2012), zinco (Bulgariu, 2007), mercúrio (Bulgariu, 2006), entre outros. Além desses, também foram encontrados trabalhos que aplicaram SAB a extrações seletivas de metais em presença de outro íon metálico, tais como, níquel/cobalto (Rodrigues *et al.*, 2013; Patrício *et al.*, 2011), ferro/titânio/magnésio (Xie *et al.*, 2011), e outros.

A **Tabela 1** reúne alguns trabalhos que utilizaram os SAB na extração de íons Cd(II) e Pb(II), obtendo percentuais de extração (%E) acima de 85,5%. Esses íons foram seletivamente particionados para fase superior (fase rica em polímero), utilizando, na maioria dos trabalhos, os íons haleto ou tiocianato como agentes

extratores. Porém, na maioria desses trabalhos o SAB foi otimizado diretamente em meio aquoso e/ou em lixiviado de componentes eletrônicos, sendo o enfoque maior a eficiência de extração e não na pré-concentração dos analitos. Não foi encontrado na literatura trabalhos que propusessem o procedimento do SAB diretamente na amostra de interesse, o leite, visando extração e pré-concentração simultâneas.

SAB	Íons	Extrator	%E _{máx}	Ref.
L35+Na ₂ SO ₄ +Água	Cd(II)	Iodeto	98	Rodrigues et al., 2008
L35+Li ₂ SO ₄ +Água	Cd(II)	Iodeto	99,2	Lacerda et al., 2009
PEG(1550)+(NH ₄) ₂ SO ₄ +Água	Cd(II)	Iodeto	89,2	Bulgariu, 2008
PEO+(NH ₄) ₂ SO ₄ +Água	Cd(II)	Iodeto	99,2	Bulgariu, 2007
PEO+(NH ₄) ₂ SO ₄ +Água	Cd(II)	Iodeto	96,4	Bulgariu, 2013
L64+Na ₂ C ₄ H ₄ O ₆ +Água	Cd(II)	Iodeto	66,4	Rodrigues et al., 2013

Tabela 1. Alguns trabalhos encontrados na literatura que abordam a extração de Cd (II) por SAB, usando o iodeto como agente extrator.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SAB tem se mostrado um método de extração eficiente e até seletivo para certos íons, sendo possível sua aplicação a amostras reais. Sua utilização como um método alternativo, em substituição àqueles que empregam solventes orgânicos, é completamente viável e vantajoso devido a sua não-toxicidade. Isso tem tornado o SAB um método analítico muito interessante para a maioria dos íons metálicos estudados, por realizar uma extração significativa para a fase rica em polímero utilizando ou não um agente extrator.

Apesar do aumento no número de estudos sobre a partição de íons metálicos em SAB, ainda são necessárias investigações que contribuam para a compreensão dos parâmetros que governam a partição desses íons metálicos nos SAB, a fim de otimizar o potencial extrator e a aplicabilidade deste sistema.

REFERÊNCIA

BORGES, G. A. **Desenvolvimento de um método de extração ambientalmente seguro para remoção de corantes têxteis empregando sistemas aquosos bifásicos**. Dissertação - Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.

BRIDGES N. J., Gutowski K. E., Rogers R. D. Investigation of aqueous biphasic systems formed from solutions of chaotropic salts with kosmotropic salts (salt-salt ABS) *Green Chemistry*, 9, 177, 2006.

BULGARIU, L.; BULGARIU, D. Hg (II) extraction in PEG – based two-phase aqueous systems in the presence of halide ions. *Liquid phase analysis. Central European Journal of Chemistry*, v.4, n.2, p.246-247, 2006.

- BULGARIU, L.; BULGARIU, D. Extraction of gold (III) from chloride media in aqueous polyethylene glycol – based two-phase system. **Separation and Purification Technology**, v.80, p.620, 2011.
- BULGARIU, L.; BULGARIU, D. The extraction of Zn(II) in aqueous PEG (1550)-(NH₄)₂SO₄ two-phase system using Cl⁻ ions as extractant agent. **J. Serb. Chem. Soc.**, v.72, p.289, 2007.
- DA SILVA, M. C. H.; da Silva L. H. M.; Paggioli, F. J. A Novel Micelar Medium Using Triblock Copolymer for Cobalt Determination. **Analytical Sciences**, v.21, p.933 – 937, 2005.
- DA SILVA, M.C.H.; DA SILVA, L.H.M.; PAGGIOLI, F.J.; COIMBRA, J.S.R.; MINIM, L.A. Sistema aquoso bifásico: uma alternativa eficiente para extração de íons. *Quimica Nova*, v.29, p.1332 – 1339, 2006.
- DA SILVA, L. H. M.; DA SILVA, M. D. H.; J. AMIN, J.; MARTINS, J. P.; COIMBRA, J. S. D.; MINIM, L. A. Hydrophobic effect on the partitioning of [Fe(CN)₅(NO)]²⁻ and [Fe(CN)₆]³⁻ anions in aqueous two-phase systems formed by triblock copolymers and phosphate salts. **Sep. Purif. Technol.**, v.60, p.103–112, 2008.
- FARAJZADEH, M. A.; BAHRAM, M.; ZORITA, S.; MEHR, B. G. Optimization and application of homogeneous liquid-liquid extraction in preconcentration of copper (II) in a ternary solvent system. *J. Hazard. Mater.*, v.161, p.1535, 2009.
- GRABER, T.A.; ANDREWS, B.A.;ASENJO, J.A. Model for the partition of metal ions in aqueous two-phase systems. *J. Chromatogr. B: Anal. Technol. Biomed. Life Sci*, v.743, p.57, 2000.
- HARAGUCHI, L. H. ; MOHAMED, R. S. ; LOH, W. ; PESSÔA FILHO, P. A.. Phase equilibrium and insulin partitioning in aqueous two-phase systems containing block copolymers and potassium phosphate. **Fluid Phase Equilibria**. v. 215, n. 1, p. 1-15, 2004.
- LACERDA, V.G.; MAGESTE, A.B.; SANTOS, I.B.; DA SILVA, L.H.M.; DA SILVA, M.C.H. Separation of Cd and Ni from Ni-Cd batteries by an environmentally safe methodology employing aqueous two-phase systems. **Journal of Power Sources**, v.193, p.908, 2009.
- LEMOS, L. R. et al. Copper recovery from ore by liquid-liquid extraction using aqueous two-phase system. **Journal of Hazardous Materials**, v. 237, p.209-214, 2012.
- LEMOS, L. R. et al. Green separation of copper and zinc using triblock copolymer aqueous two-phase systems. **Separation and Purification Technology**, v. 115, p.107-113, 2013.
- MARTINS, J.P.; Carvalho, C.P.; DA SILVA, L. H. M.; Coimbra, J. S. R.; DA SILVA, M.C.H.; Rodrigues, G.D.; MINIM, L.A. Liquid–Liquid Equilibria of an Aqueous Two-Phase System Containing Poly(ethylene) Glycol 1500 and Sulfate Salts at Different Temperatures. **J. Chem. Eng.**, v.53, p.238-241, 2008.
- OLIVEIRA, M. C. ; ABREU FILHO, M. A. N; PESSÔA FILHO, P. A. . Phase equilibrium and protein partitioning in aqueous two-phase systems containing ammonium carbamate and block copolymers PEO-PPO-PEO. *Biochemical Engineering Journal* v. 37, p. 311-318, 2007.
- PATRÍCIO, P.R.; MESQUITA, M.C.; DA SILVA, L.H.M.; DA SILVA, M.C.H. Application of aqueous two-phase systems for the development of a new method of cobalt(II), iron(III) and nickel(II) extraction: a green chemistry approach. *Journal of Hazardous Materials*, 2011, 193, 311.
- RODRIGUES, G.D.; DA SILVA, M.D.H.; DA SILVA, L.H.M.; PAGGIOLLI, F.J.; MINIM, L.A.; COIMBRA, J.S.R. Liquid–liquid extraction of metal ions without use of organic solvent. *Sep. Purif. Technol.*, 2008, 62, 687.
- RODRIGUES, G.D. Desenvolvimento e aplicação de novos sistemas aquosos bifásicos para

determinação e separação de metais. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2012.

RODRIGUES, G.D.; DE LEMOS, L.R.; DA SILVA, L.H.M.; DA SILVA, M.C.H. Application of hydrophobic extractant in aqueous two-phase systems for selective extraction of cobalt, nickel and cadmium. *J. Chromatogr. A*, v.1279, p.13, 2013.

ROGERS, R.D.; BOND, A.H.; BAUER, C.B.; ZHANG, J.; GRIFFIN, S.T. Metal ion separations in polyethylene glycol-based aqueous biphasic systems: correlation of partitioning behaviour with available thermodynamic hydration data. *J. Chromatography B*, v.680, p.221–229, 1996.

SANTOS, L. H. **Separação de níquel a partir de soluções sulfúricas contendo cálcio e magnésio utilizando-se sistemas aquosos bifásicos**. Dissertação – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.

XIE, K.; HUANG, K.; XU, L.; YU, P.; YANG, L.; LIU, H. Three-liquid-phase extraction and separation of Ti(IV), Fe(III) and Mg(II). *Ind. Eng. Chem. Res.*, v.50, p.6362, 2011.

YOSHIKUNI, N.; BABA, T.; NATSUKI, T.; OGUMA, K. Aqueous two-phase extraction of nickel dimethylglyoximate complex and its application to spectrophotometric determination of nickel in stainless steel. *Talanta*, v.66, p.40, 2005.

ZASLAVSKY, B.Y. *Aqueous Two-Phase partitioning, physical chemistry and bioanalytical applications*. Marcel Dekker, New York, (1995).

Zvarova, T. I.; Shkinev, V. M.; Vorobeva, G. A.; Spivakov, B. Y.; Zolotov, Y. A.; *Mikrochim. Acta* 1984, 3, 449.

ZHANG, T.; LI, W.; ZHOU, W.; GAO, H.; WU, J.; XU, G.; CHEN, J.; LIU, H.; CHEN, J. Extraction and separation of gold (I) cyanide in polyethylene glycol - based aqueous biphasic systems. *Hidrometallurgy*, v.62, p.41, 2001.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AA2024 alloy 1, 6, 7
Adsorção de compostos 32, 36
Advanced Oxidation Processes 14, 87, 155
Aluminum alloy 4, 8, 12
Amplitude de pulso 50, 51, 52, 53, 54
Anti-corrosion performance 4, 7

B

Biocombustível 129
Biodigestor 142, 143, 144
Bioetanol 107, 115, 129, 139
Biogás 141, 142, 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152
Biotransformation 24, 30

C

Chemistry Teaching 250, 261, 262
Cinza volante 118
Combustíveis fósseis 33, 99, 143
Complexometria 221, 222, 224
Compostos sulfurados 32, 33, 36, 39
Contaminantes orgânicos 57, 63, 69, 125, 157
Corrosion protection 1, 2, 12

D

Decolorization 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 87
Diagrama de fase 172, 173, 174

E

Electrochemical Impedance Spectroscopy 1, 5, 7, 8, 281
Energias renováveis 129, 143
Espectroscopia fotoeletrônica de raios X 32, 36, 41

F

Ferulic acid 24, 30, 31

G

Geoquímica de Contaminantes 69

Glifosato 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56

Grafeno 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

H

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos 57, 60, 63, 154, 155, 156

I

Isotermas de adsorção-dessorção 32, 36, 38

L

Localized impedance 1, 2

M

Materiais mesoestruturados 37

Mecanismos de partição 57, 69

N

Nanotubos de carbono hidrofílicos 89, 96

Negro de carbono 89, 90

O

Óleo Residual 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 219, 220

Open circuit potential 1, 5, 7

Oxidação parcial do metano 98

P

Perfil cinético 113, 114, 135, 136, 137

Perovskita 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105

Persulfato 154, 155, 157, 158, 159, 160, 164, 165

Photocatalytic efficacy 14

Photo-fenton process 13, 22

Polymer coating 3

Processo oxidativo avançado 155

Processos enzimáticos 107

R

Reaction 3, 9, 14, 16, 19, 77, 99, 106, 119, 126, 169, 202

Reator solar 76, 77

Reforma do metano 99

S

Saponificação 202, 203, 204, 207, 209, 215, 216, 217, 219

Scanning Electron Microscopy 4, 281

Self-healing mechanism 3

Semiologia 249, 251, 259

Sensor eletroquímico 43

Sistema Aquoso Bifásico 170, 172, 177

Smart coating 1, 2, 9, 281

T

Teaching strategies 261

Toxicidade 46, 57, 65, 154, 156, 176, 222

V

Voltametria 43, 46, 47, 49

 **Atena**
Editora

2 0 2 0