

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª 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
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª 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
Profª Drª 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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Lillian 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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 3
[recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-384-2

DOI 10.22533/at.ed.842201709

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AMIDO HIDROFOBICAMENTE MODIFICADO PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Bruna Luiza Batista de Lima

Nívia do Nascimento Marques

Marcos Antonio Villetti

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.8422017091

CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS (GASOLINA COMUM) POR MÉTODOS ELETROANALÍTICOS EM MEIO MICROEMULSIONADO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA

Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo

Leila Maria Santos da Silva

Deracilde Santana da Silva Viégas

Érico June Neves Texeira

Natália Tamires Gaspar Sousa

Aldaléa Lopes Brandes Marques

DOI 10.22533/at.ed.8422017092

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE DOS PRODUTOS DE REAÇÃO DA CONDENSAÇÃO ENTRE 2-HIDRÓXI-ACETOFENONA E P-ANISALDEÍDO EM MEIO BÁSICO

Heriberto Rodrigues Bitencourt

Carlos Alberto Beckman de Albuquerque

Antonio Pedro da Silva Souza Filho

Maricelia Lopes dos Anjos

Carla Jacqueline de Almeida Maciel

Jeferson Rodrigo Souza Pina

José Ciriaco Pinheiro

Lady Laura Pantoja Pereira de Carvalho

Andrey Moacir do Rosário Marinho

Ossalín de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.8422017093

CAPÍTULO 4..... 35

ANÁLISE TÉRMICA DO POLI (ÁCIDO LÁTICO) COM AGENTES NUCLEANTES: TALCO, PET MICRONIZADO E ARGILA MONTMORILONITA

Alex Melo da Silva

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.8422017094

CAPÍTULO 5..... 41

APLICAÇÃO DA CFD NO ESTUDO DO EFEITO DO DIÂMETRO DE GOTAS E DO NÍVEL DE ÁGUA NA SEPARAÇÃO GRAVITACIONAL ÁGUA-ÓLEO

Vinícius Gomes Morgan
Daniel da Cunha Ribeiro
Ana Paula Meneguelo
Lucas Henrique Pagoto Deoclecio
Wenna Raissa dos Santos Cruz
Luciana Spinelli Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.8422017095

CAPÍTULO 6..... 48

AROMATERAPIA COM ÓLEO YLANG-YLANG (*Cananga odorata*) E PERCEPÇÃO DE BEM-ESTAR EM MULHERES CLIMATÉRICAS

Edna Maria Lemos e Silva Gualberto
Maria da Conceição Ferreira Baia
Claudia Chagas de Pontes
Roseane Rodrigues Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.8422017096

CAPÍTULO 7..... 58

DESCOLORAÇÃO FÚNGICA DE CORANTES TÊXTEIS

Mayara Thamela Pessoa Paiva
Fabiana Guillen Moreira Gasparin
Suely Mayumi Obara Doi

DOI 10.22533/at.ed.8422017097

CAPÍTULO 8..... 76

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE PREPARO DO BAGAÇO DE MALTE DE CERVEJARIA NA OBTENÇÃO DE GLICOSE APÓS SUA HIDRÓLISE ÁCIDA

Fernanda Ferreira Freitas
Margarete Martins Pereira Ferreira
Araceli Aparecida Seolatto
Danielle Pires Nogueira
Rodrigo Silva Fontoura

DOI 10.22533/at.ed.8422017098

CAPÍTULO 9..... 89

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE RESIDÊNCIA EM UM REATOR CONTÍNUO DE TANQUE AGITADO

Thalles de Assis Cardoso Gonçalves
Mayara Mendes Costa
Mariana Oliveira Marques
Hugo Lopes Ferreira
Robson Antônio de Vasconcelos
Vitor Hugo Endlich Fernandes
Mário Luiz Pereira Souza

DOI 10.22533/at.ed.8422017099

CAPÍTULO 10..... 96

ESTUDO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) UTILIZANDO O MÉTODO PETROOXY (ASTMD 7545)

Yguatyara de Luna Machado

Natalia Freitas Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.84220170910

CAPÍTULO 11 104

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA GOMA DE LINHAÇA EM MEIO AQUOSO POR ESPALHAMENTO DE LUZ DINÂMICO E REOLOGIA

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Nívia do Nascimento Marques

Mariana Alves Leite Dutra

Marcos Antonio Villetti

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.84220170911

CAPÍTULO 12.....113

ESTUDO FITOQUÍMICO, MORFOLÓGICO E AVALIAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO, DAS FOLHAS DO PAU MOCÓ (*Luetzelburgia auriculata*), QUANTO ÀS ATIVIDADES CONTRA AGENTES VETORIAIS E ANTIOXIDANTE

Antônio Marcelo Alves Lima

Eveline Solon Barreira Cavalcanti

André Castro Carneiro

Lara Pinheiro Xavier

Henety Nascimento Pinheiro

Brício Thiago Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.84220170912

CAPÍTULO 13..... 123

EXPRESSÃO DIFERENCIAL DA SUPERÓXIDO DISMUTASE E CATALASE DURANTE A GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. EXPOSTA A METAIS PESADOS

Antonio Rodrigues da Cunha Neto

Marília Carvalho

Kamilla Pacheco Govêa

Giselle Márcia de Melo

Marília Mendes dos Santos Guaraldo

Heloisa Oliveira dos Santos

Sandro Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.84220170913

CAPÍTULO 14..... 134

INCORPORAÇÃO DA ETAPA DE PRÉ-HIDRÓLISE ÁCIDA NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NANOLÍTER

Danielle Goveia

Vinicius de Jesus Carvalho de Souza

Estefânia Vangelie Ramos Campos
Jose Claudio Caraschi

DOI 10.22533/at.ed.84220170914

CAPÍTULO 15..... 145

MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum*) EM MATRIZ DE ALGINATO/QUITOSANA POR GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE NA MORFOLOGIA DAS PARTÍCULAS

Herllan Vieira de Almeida
Rachel Menezes Castelo
Luana Carvalho da Silva
Maria Leônia da Costa Gonzaga
Pablyana Leila Rodrigues da Cunha
Roselayne Ferro Furtado

DOI 10.22533/at.ed.84220170915

CAPÍTULO 16..... 155

MODELAGEM CINÉTICA DA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE CROMOTROPE 2R POR PROCESSOS FENTON MEDIADOS POR FENÓIS DERIVADOS DE LIGNINA

Cássia Sidney Santana
Camila Cristina Vieira Velloso
André Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.84220170916

CAPÍTULO 17..... 162

ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM LIMÃO: ESTRATÉGIA PARA A PROTEÇÃO DE SEMENTES E GRÃOS VISANDO A AGRICULTURA ORGÂNICA

Marcela de Souza Alves
Elisabeth Alves Duarte Pereira
Erica Prilips Esposito
Ana Flávia Carvalho da Silva
Emerson Guedes Pontes
Marco Andre Alves de Souza

DOI 10.22533/at.ed.84220170917

CAPÍTULO 18..... 174

OPTIMIZATION SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM MACAUBA OIL (*ACROCOMIA ACULEATA*) USING EXPERIMENTAL DESIGN TECHNIQUE

Michelle Budke Costa
Maikon Aparecido Schulz dos Santos
Eduardo Eyng
Juliana Cortez
Daniel Walker Tondo
Laercio Mantovani Frare
Melissa Budke Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.84220170918

CAPÍTULO 19..... 191

PRÉ-TRATAMENTO ÁCIDO EM RAMAS DE MANDIOCA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL SEGUNDA GERAÇÃO

Ana Luiza Alves Faria

Raphael Sarraf Martins Torraca

Emilia Savioli Lopes

Jaqueline Costa Martins

Milena Savioli Lopes

Melina Savioli Lopes

DOI 10.22533/at.ed.84220170919

CAPÍTULO 20..... 197

TEORIA DO ESTADO DE TRANSIÇÃO: DIHYDROAZULENE/VINYLSHEPTAFULVENE

Andreas Erbs Hillers-Bendtsen

Magnus Bukhave Johansen

Kurt V. Mikkelsen

DOI 10.22533/at.ed.84220170920

SOBRE A ORGANIZADORA..... 203

ÍNDICE REMISSIVO..... 204

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS (GASOLINA COMUM) POR MÉTODOS ELETROANALÍTICOS EM MEIO MICROEMULSIONADO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo

Universidade Federal do Maranhão-UFMA
Campus Bacanga
<http://lattes.cnpq.br/8536193616269377>

Leila Maria Santos da Silva

Universidade Federal do Maranhão - UFMA
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/6277677816402902>

Deracilde Santana da Silva Viégas

Universidade Federal do Maranhão - UFMA
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/5345949888760079>

Érico June Neves Texeira

Universidade Federal do Maranhão - UFMA
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4958269178279199>

Natália Tamires Gaspar Sousa

Universidade Federal do Maranhão - UFMA
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4344073392731325>

Aldaléa Lopes Brandes Marques

Universidade Federal do Maranhão-UFMA
Campus Bacanga
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/0121030502015990>

RESUMO: Este trabalho apresenta o estudo para determinação de chumbo, preparado ex

situ, em microemulsão de gasolina por técnicas voltamétricas, empregando um eletrodo de carbono vítreo modificado com filme de mercúrio. A técnica estudada foi Voltametria de Redissolução por Pulso Diferencial, otimizando os seguintes parâmetros: Potencial de Deposição; Tempo de pré-concentração; Velocidade de Varredura e Amplitude de Pulso. Foi possível avaliar uma faixa de concentração de 10^{-8} mol L^{-1} de Pb (II) analisando vários parâmetros com o objetivo de se obter condições ideais em termos de sensibilidade. Com a técnica avaliada obteve-se um limite de quantificação (LQ) de $5,18 \times 10^{-8}$ mol. L^{-1} e limite de detecção (LD) de $1,55 \times 10^{-8}$ mol. L^{-1} .

PALAVRAS-CHAVE: Microemulsão, Combustíveis, Métodos Eletroanalíticos.

FUEL ANALYSIS (COMMON GASOLINE) BY ELECTROANALYTIC METHODS IN MICROEMULSIONED MEDIA MARKETED IN THE CITY OF SÃO LUÍS - MA

ABSTRACT: This work presents the study for determining lead, prepared ex situ, in gasoline microemulsion by voltammetric techniques, using a glassy carbon electrode modified with mercury film. The technique studied was Differential Pulse Redissolution Voltammetry, optimizing the following parameters: Deposition Potential; Pre-concentration time; Sweep speed and pulse amplitude. It was possible to evaluate a concentration range of 10^{-8} mol L^{-1} of Pb (II) by analyzing several parameters in order to obtain ideal conditions in terms of sensitivity. With the evaluated technique, a quantification limit (LQ) of

$5.18 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ and detection limit (LD) of $1.55 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$ were obtained

KEYWORDS: Microemulsion, Fuels, Electroanalytical Methods.

1 | INTRODUÇÃO

Devido a necessidade de se reduzir emissões indesejáveis e a busca por melhor desempenho nos motores veio aumentar o interesse dos pesquisadores por combustíveis menos poluentes como os biocombustíveis, em destaque o etanol e biodiesel. Estes combustíveis podem ser usados em misturas com a gasolina e com o diesel mineral (FERNANDES, 2011).

O uso destes biocombustíveis traz consigo o potencial de serem renováveis e biodegradáveis, pois eles são, na maioria das vezes, obtidos de origem vegetal e as emissões de dióxidos de carbono são absorvidas pelas plantas, reduzindo, assim, os efeitos desse gás sobre o aquecimento global.

A determinação de metais em combustíveis é um assunto de relevância ambiental por considerar as emissões veiculares como umas das fontes mais comuns de metais pesados no ambiente (SAINT'PIERRE et al., 2002; SOUSA et al., 2008). A reatividade destes elementos implica diretamente na qualidade dos combustíveis, onde a presença de metais está relacionada com a decomposição, baixo desempenho do combustível, corrosão do motor e formação de precipitados (AUCELIO et al, 2004).

Na gasolina, os elementos metálicos estão normalmente presentes em baixas concentrações, requerendo técnicas sensíveis e procedimentos de pré-concentração para determinação dos mesmos. Com a utilização de técnicas analíticas é difícil a análise direta da gasolina devido sua volatilidade, baixa viscosidade, corrosividade e imiscibilidade com a água. Portanto, algumas estratégias analíticas são utilizadas em análise de combustíveis e bicombustíveis, principalmente em relação ao preparo da amostra por se tratarem de amostras bastante complexas. Dentre as principais formas de preparo de amostras utilizadas para esta finalidade estão a digestão da amostra (método tradicional ou micro-ondas), diluição da amostra (em solvente adequado) ou amostra micro emulsionado (MARQUES, et al., 2012).

Dentre os contaminantes ambientais mais comuns, o chumbo se destaca, devido a sua ampla utilização industrial, onde podemos estacar a indústria petrolífera, extrativa, de acumuladores, de tintas e corantes, cerâmica, gráfica e bélica, possuindo efeitos extremamente tóxicos e nenhuma função já identificada no organismo (MOREIRA et al., 2002). Em grandes concentrações, estes metais podem afetar o processo e o sistema econômico do combustível. A determinação desses elementos é, portanto, um assunto de grande interesse, tanto pela relevância ambiental por considerar as emissões veiculares, como também por ser uma das

fontes mais comuns de metais pesados no ambiente.

Dessa forma, o presente trabalho propõe a análise eletroanalítica de combustíveis (gasolina comum) comercializadas na cidade de São Luís - MA em meio microemulsionado, utilizando eletrodo quimicamente modificado com filme de mercúrio.

2 | METODOLOGIA

Os procedimentos a serem aplicados, serão aqueles comumente mostrados na literatura (MARTINIANO, 2009; MARQUES, et. al, 2012, TRINDADE, et. al, 2012; FERREIRA, 2006; MARTINIANO, et. al., 2013; MARTINIANO, et. al., 2013) e objetivam a realização de experimentos estáveis e que obedeçam equações e princípios de importância em aplicações analíticas.

2.1 Parte Experimental

As medidas voltamétricas foram realizadas em um potenciostato voltamétrico BAS, modelo CV-50W interfaceado a um computador para registro dos dados. Os experimentos eletroquímicos foram realizados em células de vidro pirex com compartimento para três eletrodos. Todos os reagentes usados foram de pureza analítica P.A. e a água utilizada no preparo de solução e na limpeza dos materiais de laboratório utilizada foi destilada e posteriormente purificada em um sistema NANOPURE modelo 04741 (BARNSTEAD).

Soluções estoque contendo 1000 mg L^{-1} de Pb^{2+} e Hg^{2+} foram preparadas pela diluição de ampolas Titrisol de procedência Merck. Cloreto de Lítio (LiCl) de $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, ácido clorídrico, ácido nítrico, álcool propanol, ácido acético e acetato de sódio, todos de procedência Merck ou Quimis, foram utilizados para as medições. A desaeração das soluções (retirada do O_2) nas medidas voltamétricas foram realizadas empregando-se o gás nitrogênio (WHITE MARTINS- supraseco) durante 10 minutos.

2.1.1 Soluções

As soluções padrão do metal Pb, com concentração de 1000 mg L^{-1} , de procedência Merck, foram utilizadas como solução estoque. As demais soluções padrões foram preparadas a partir de diluições destas soluções estoque. A solução de hidróxido de sódio foi preparada na concentração de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, em propan-1-ol. Esta solução foi usada para ajustar o pH da microemulsão usada na determinação do metal, para que a mesma se tornasse mais estável.

A solução de cloreto de lítio $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ foi preparada pesando-se $0,042 \text{ g}$ do reagente e dissolvendo-o em água ultra-purificada para o preparo de

100 mL de solução. Esta solução foi utilizada no preparo do eletrodo de filme de mercúrio (EFM). O preparo do EFM foi utilizado uma solução padrão de $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ com concentração em íons mercúrio de 1000 mg.L^{-1} .

2.1.2 Preparação do Eletrodo de Filme de Mercúrio Ex Situ

A deposição eletroquímica do filme de mercúrio foi realizada adicionando $80 \mu\text{L}$ de solução padrão de $\text{Hg}(\text{II})$ 1000 mg.L^{-1} diluída a um volume final de 10 mL com uma solução de LiCl $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, resultando em uma solução de concentração final de $4,0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ em íons $\text{Hg}(\text{II})$.

Após esta etapa a solução foi deaerada com nitrogênio durante 20 minutos para remoção do oxigênio molecular e em seguida um potencial de deposição de -900 mV foi aplicado ao sistema por 10 minutos com uma sensibilidade de $10 \mu\text{A}$.

Após formação do filme, o eletrodo foi lavado cuidadosamente com água deionizada e imediatamente usado em outra célula contendo a microemulsão: uma mistura de ácido nítrico e propan-1-ol, para ser feita a deposição do chumbo no filme de mercúrio. A cada análise, o EFM tem que ser preparado.

2.1.3 Preparo da Gasolina Comum em Meio Microemulsionado

Uma mistura de três componentes (gasolina: propan-1-ol: ácido nítrico) será utilizada para o preparo da gasolina em meio microemulsionado de acordo com literatura (MARTINIANO, 2009) que foi avaliada por técnicas eletroanalíticas. Para o preparo do meio foram utilizados como reagentes: ácido nítrico (PA e suprapuro), propan-1-ol e gasolina. O meio foi preparado misturando-se $5,0 \text{ mL}$ de gasolina com $1,0 \text{ mL}$ de ácido nítrico concentrado, deixando-se sob agitação máxima por cinco minutos. Em seguida, adicionou-se 12 mL de propan-1-ol, sob agitação leve; após alguns minutos, acrescentou-se 2 mL de água ultra-pura de forma lenta e sob agitação leve e constante (Martiniano, 2009).

2.1.4 Otimização das Condições Experimentais

Antes de se proceder a determinação do íon metálico $\text{Pb}(\text{II})$ vários parâmetros foram otimizados, a fim de se obter condições ideais para o EFM, em termos de sensibilidade. Para isto, um parâmetro foi variado por vez, enquanto os demais foram fixados. Alguns fatores são considerados de maior importância na influência do sinal analítico. Com isso, os seguintes parâmetros foram escolhidos e otimizados: tempo de pré-concentração ($t_{\text{pré}}$), potencial de deposição (E_{dep}), velocidade de varredura (v), amplitude (Amp) e tempo de equilíbrio (s).

2.1.5 Validação dos Métodos Eletroanalíticos

A validação dos procedimentos analíticos propostos nesta pesquisa foi feita com base nos seguintes parâmetros estatísticos: linearidade, sensibilidade, precisão (coeficiente de variação com base no desvio padrão, repetitividade, precisão intermediária, reprodutibilidade), limite de detecção, limite de quantificação, exatidão (recuperação).

Os parâmetros utilizados para a validação são selecionados a partir dos objetivos do novo método proposto. Diversos critérios de validação de um método são discutidos na literatura, dentre os quais, destaca-se alguns, conforme apresentados a seguir (LEITE, 1996).

2.1.6 Análise Estatística

Para a análise estatística, será utilizado o cálculo das médias (\bar{x}), desvio padrão (SD) e coeficiente de variância (CV). Através do programa Origin 6.0 os dados coletados foram tratados estatisticamente e apresentados em forma de gráficos e tabelas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Otimização das Condições Experimentais para o Chumbo utilizando a técnica de Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial

Os parâmetros considerados mais importantes foram estudados e otimizados pela técnica de voltametria de redissolução anódica por pulso diferencial, com o objetivo de obter melhores condições para a determinação do íon metálico Pb (II).

3.1.1 Potencial de deposição

Para avaliar o melhor potencial de deposição foi necessário estudar a influência do potencial de deposição na faixa de -0,6 a -1,0 V, avaliando-se as correntes de pico anódica para o analito. Esse estudo foi realizado com uma solução padrão de Pb (II) de concentração igual a $4,83 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ em uma mistura contendo propan-1-ol e ácido nítrico. Os resultados da otimização do potencial de deposição, neste meio, são apresentados na Figura 1.

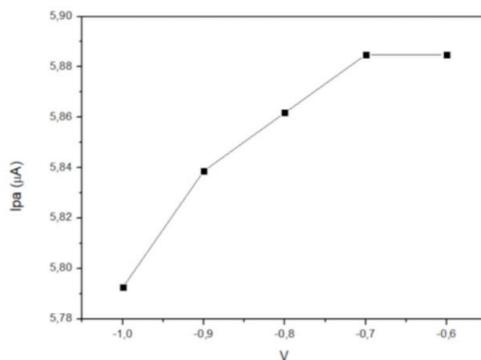


Figura 1: Efeito do potencial de deposição sobre a corrente de pico para a determinação de Pb (II). Dados obtidos a partir da resposta voltamétrica íon Pb (II) em 10mL da solução eletrolítica (3,6mL de HNO_3 1×10^{-2} mol L⁻¹; 6,4 mL de propano-1-ol) utilizando VRAPD. E_{dep} (V): -0,6 -0,7 -0,8 -0,9 e -1,0; $t_{\text{pré}}$: 8 min; t_{eq} (s): 15; Amp: 0,05 V; v : 0,03 Vs⁻¹.

Com base nestes resultados, observou-se que a corrente de pico exibe uma dependência do potencial de deposição, apresentando uma maior sensibilidade (maior intensidade de corrente) para Pb (II) em um potencial de deposição igual a -0,6 V quando aplicado ao sistema. Sendo assim, este potencial foi escolhido como melhor potencial de deposição para a determinação do metal.

3.1.2 Estudo do tempo de pré-concentração

A Figura 2 apresenta a influência do tempo de pré-concentração sobre a corrente de pico, para uma concentração de Pb (II) $4,83 \times 10^{-3}$ mol L⁻¹, usando o EFM.

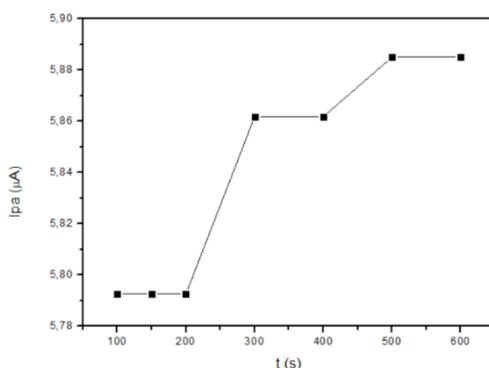


Figura 2: Estudo do tempo de pré-concentração para determinação de Pb (II). Dados obtidos a partir da resposta voltamétrica íon Pb (II) em 10mL da solução eletrolítica (3,6mL de HNO_3 1×10^{-2} mol L⁻¹; 6,4 mL de propano-1-ol) utilizando VRAPD. E_{dep} : -0,6 V; $t_{\text{pré}}$: 100, 150, 200, 300, 400 e 500s.; t_{eq} (s): 15; Amp: 0,05 V; v : 0,03V.s⁻¹.

De acordo com a Figura 2, observou-se que a partir do tempo de 400 segundos houve uma saturação do eletrodo. Com base nisso, um tempo de 300 segundos foi escolhido, porque oferece uma maior janela de concentração para a curva analítica, impedindo, assim, sua saturação.

3.1.3 Velocidade de varredura

A influência da velocidade de varredura na corrente de pico anódica do sistema foi estudada a partir de uma concentração de Pb (II) igual a $4,83 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ em uma mistura de propano-1-ol e ácido nítrico (nas mesmas proporções do preparo da microemulsão, não utilizando a amostra de gasolina).

Para a avaliação do estudo da velocidade de varredura foram analisados os seguintes valores: 0,01, 0,02, 0,03, 0,04 e 0,05 V.s^{-1} . Os resultados encontrados são apresentados na Figura 3.

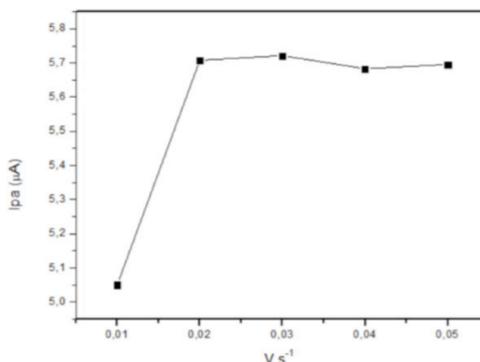


Figura 3: Estudo da velocidade de varredura para determinação de Pb(II). Dados obtidos a partir da resposta voltamétrica íon Pb (II) em 10mL da solução eletrolítica (3,6mL de HNO_3 $1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$; 6,4 mL de propano-1-ol) utilizando VRAPD. Edep: -0,6 V; tpré: 8 min; t_{eq} (s): 15; Amp.: 0,05 V; v: 0,01 0,02 0,03 0,04 e 0,05 V.s^{-1} .

De acordo com a Figura 3, pode-se destacar que a velocidade de varredura igual a 0,03 V.s^{-1} é a mais apropriada, pois apresenta melhor sensibilidade. A partir dos experimentos realizados observou-se que este valor de velocidade também proporciona boa resolução dos picos.

3.1.4 Amplitude de Pulso

Um dos parâmetros utilizados para se aumentar a sensibilidade do meio é a amplitude. Foram analisados os seguintes valores de amplitude de pulso: 0,025, 0,05, 0,1 e 0,15 V. A Figura 4 apresenta os resultados da influência da amplitude de pulso em relação à corrente de pico anódica.

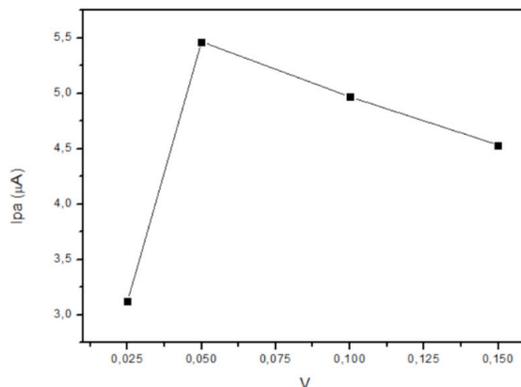


Figura 4: Estudo da amplitude de pulso para determinação de Pb (II). Dados obtidos a partir da resposta voltamétrica ion Pb (II) em 10mL da solução eletrolítica (3,6mL de HNO_3 1×10^{-2} mol L^{-1} ; 6,4 mL de propano-1-ol) utilizando VRAPD. Edep: -0,6 V; tpré:8 min; t_{eq} (s): 15; v: 0,03V.s $^{-1}$; Amp.: 0,025, 0,05, 0,1 e 0,15 V.

Com base nos resultados, observou-se uma melhor resolução dos picos utilizando um valor de amplitude de 0,05 V, desta forma, escolheu-se este valor como o mais apropriado.

Após o estudo de otimização dos principais parâmetros, obteve-se as melhores condições para a determinação do íon metálico Pb (II) em solução eletrolítica (branco) pela técnica VRA, de acordo com os dados mostrados na Tabela 1.

Parâmetros	Especificações
Tempo de Desaeração	5 min
Tempo de Pré-Concentração	300 s
Tempo de Equilíbrio	15 s
Potencial Inicial	-0,7 V
Potencial Final	-0,2 V
Potencial de Deposição	-0,6 V
Velocidade de Varredura	0,03 V.s $^{-1}$
Direção da Varredura	Anódica
Modo de Varredura	Pulso Diferencial
Amplitude de Pulso	0,05 V

Tabela 1: Parâmetros eletroquímicos para determinação de Pb (II) por voltametria de redissolução anódica por pulso diferencial.

3.2 Curva Analítica para Chumbo utilizando Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial

A obtenção da curva analítica depende da otimização dos parâmetros anteriormente estudados e discutidos. Após a otimização das condições voltamétricas, as mesmas foram aplicadas em solução eletrolítica (mistura de propan-1-ol, ácido nítrico e água ultra-pura).

Para se certificar que os picos encontrados na leitura voltamétrica do branco eram do metal chumbo, adicionou-se sucessivas alíquotas de 25 μL de solução padrão de Pb (II) na concentração de 1×10^{-5} mol L⁻¹, proporcionando um aumento linear da altura da corrente de pico na faixa de concentração de 2,5 a $9,9 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹. Observou-se que os resultados acima dessa concentração proporcionam o desvio da linearidade provocada pela diminuição da corrente de pico do metal em estudo, indicando assim, uma saturação do EFM.

A Figura 5 mostra os voltamogramas (A) característicos do metal Pb(II) no branco, onde observou-se que à medida que se adicionava alíquotas de Pb(II), o pico aumentava e a curva analítica (B) correspondente relacionada à média da triplicata da leitura de cada ponto.

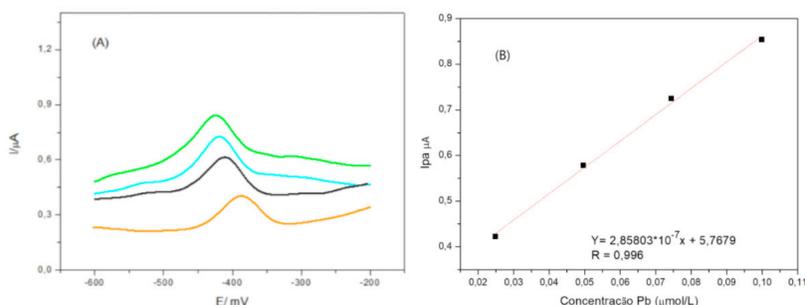


Figura 5: (A) Voltamograma característicos do branco, utilizando eletrodo de carbono vítreo com filme de mercúrio, referente à determinação de Pb (II). $E_i = -0,6$ V; $E_f = -0,2$ V; $v = 0,03$ V s⁻¹; $t_{pré} = 300$ s. Solução estoque de Pb (II): 1×10^{-5} mol L⁻¹; alíquotas de adição padrão: 25 μL ($2,49 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ de Pb). (B) Curva Analítica.

Com base nos resultados obtidos nas duas técnicas, observou-se que a técnica de voltametria de redissolução anódica apresentou melhores resultados.

A tabela 2 apresenta a comparação do LD e LQ obtido nas duas técnicas:

Técnica	Limite de Quantificação (LQ)	Limite de Detecção (LD)
Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial	$5,18 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$	$1,55 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$
Voltametria de Onda Quadrada	$6,22 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$	$2,81 \times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$

Tabela 2: Resultado do LQ e LD nas técnicas de Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial e Voltametria de Onda Quadrada.

3.3 Análises Voltamétricas de Pb (II) em Amostras de Gasolina Microemulsionada por Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial

Após a otimização das condições experimentais, análises voltamétricas foram realizadas utilizando os parâmetros otimizados em amostras de gasolina comercial microemulsionada.

Observou-se que o metal chumbo apresenta sinal numa faixa de mais ou menos -450 mV na microemulsão de gasolina, correspondendo à área do metal chumbo.

Para se certificar que os picos encontrados na leitura voltamétrica das microemulsões eram do metal chumbo, adicionou-se alíquotas de 25 μL de solução de Pb (II) na concentração de $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ (Concentração final na célula de $2,49 \times 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$).

A Figura 6 mostra os voltamogramas (A) característicos do metal Pb(II) na microemulsão de gasolina, onde observou-se que à medida que se adicionava alíquotas de Pb(II) o pico aumentava e a curva analítica (B) correspondente.

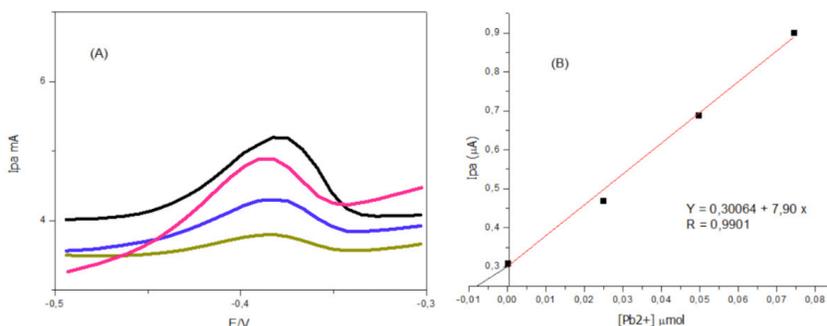


Figura 6: (A) Voltamogramas característicos da microemulsão de gasolina, utilizando eletrodo de carbono vítreo com filme de mercúrio, referente à determinação de Pb (II). Solução estoque de Pb (II): $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$; alíquotas de adição padrão: 25 μL ; (B) Curva Analítica.

Onde de acordo com a Figura 6, observou-se uma boa resposta linear da curva analítica, na faixa de concentração de 0,0249 mol L⁻¹ a 7,44 x 10⁻⁸ mol L⁻¹ de Pb (II), com a reta passando muito próximo da origem. A regressão linear da curva analítica, representada pela equação: $y = 0,30064 + 7,90 x$, mostrou um coeficiente de correlação de 0,9901, cuja concentração de Pb (II) é de 4,05 x 10⁻⁸ mol L⁻¹.

3.4 Validação dos Métodos Analíticos

A validação do método proposto foi realizada através dos cálculos estatísticos dos resultados obtidos nos testes de repetibilidade, precisão intermediária, limite de detecção, limite de quantificação e exatidão, conforme descrito anteriormente.

3.4.1 Precisão

A precisão das medidas foi avaliada pelo teste da repetitividade das leituras voltamétricas e reprodutibilidade (microemulsões de uma amostra de gasolina comercial preparadas em dias diferentes).

3.4.2 Repetibilidade

O teste da repetibilidade das leituras voltamétricas foi realizado com base em uma varredura voltamétrica de uma microemulsão com sucessivas adições do Pb (II). A Tabela 3 apresenta todos os resultados obtidos no teste de repetibilidade.

Medidas	Microemulsão com adição padrão Pb(II) 4,83x10 ⁻³ mol/L (100 µL)
Ip ₁ (A)	3,25x10 ⁻⁶
Ip ₂ (A)	3,56x10 ⁻⁶
Ip ₃ (A)	3,76x10 ⁻⁶
Ip ₄ (A)	4,47x10 ⁻⁶
Ip ₅ (A)	4,65x10 ⁻⁶
\bar{X}	3,94x10 ⁻⁶
S	0,168655
CV	4,86%

Tabela 3: Medidas de Corrente no Estudo da Repetibilidade da Microemulsão de Gasolina para o Metal Pb (II)

3.4.3 Reprodutibilidade

Para os testes de reprodutibilidade foram realizados novos experimentos, onde a cada dia era preparada uma nova microemulsão, preparado um novo filme de mercúrio e em seguida, realizadas as leituras voltamétricas.

Com base nos experimentos foram realizados os cálculos estatísticos para a reprodutibilidade das análises das medidas voltamétricas realizadas em

microemulsões preparadas em dias diferentes e analisadas com filmes de mercúrio preparados também em dias diferentes.

A Tabela 4 apresenta todos os resultados obtidos no teste de reprodutibilidade.

Medidas	Microemulsão com adição padrão Pb(II) $4,83 \times 10^{-3}$ mol/L (100 μ L)
$Ip_1(A)$	$3,76 \times 10^{-6}$
$Ip_2(A)$	$4,47 \times 10^{-6}$
$Ip_3(A)$	$3,25 \times 10^{-6}$
$Ip_4(A)$	$4,65 \times 10^{-6}$
$Ip_5(A)$	$3,56 \times 10^{-6}$
$Ip_6(A)$	$4,47 \times 10^{-6}$
$Ip_7(A)$	$3,76 \times 10^{-6}$
$Ip_8(A)$	$3,25 \times 10^{-6}$
$Ip_9(A)$	$3,56 \times 10^{-6}$
$Ip_{10}(A)$	$4,65 \times 10^{-6}$
\bar{X}	$3,94 \times 10^{-6}$
S	0,178885
CV	4,89%

Tabela 4: Medidas de Corrente no Estudo da Reprodutibilidade da Microemulsão de Gasolina para o Metal Pb (II).

Os dados apresentaram uma boa precisão, baseada na repetibilidade e reprodutibilidade das leituras voltamétricas, cujo valor de CV foi de 4,86% e 4,89% respectivamente, sendo satisfatório do ponto de vista analítico, pois, estes valores são menores que 5% que é um erro considerado aceitável tratando-se de análise de traços (MENDHAM et al., 2000).

3.4.4 Limite de Detecção e Quantificação

Após a realização dos procedimentos necessários para o estudo de precisão, foram realizados em seguida, o estudo para determinação do limite de detecção e limite de quantificação, conforme descritos anteriormente.

Dessa forma, obteve-se para Pb (II), um limite de detecção de $1,55 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ e um limite de quantificação de $5,18 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹.

A Tabela 5 apresenta os parâmetros avaliados, estatisticamente, com base nos experimentos realizados para determinação de Pb (II) em microemulsão de gasolina utilizando voltametria de redissolução anódica.

PARÂMETROS AVALIADOS	
Faixa Linear de Concentração	0,0249 $\mu\text{mol L}^{-1}$ a 0,0744 $\mu\text{mol L}^{-1}$
LD	1,55x10 ⁻⁸
LQ	5,18x10 ⁻⁸
R	0,9901
Teor de Pb (II) em microemulsão de gasolina	4,05 x 10 ⁻⁸ mol ou 1,95x10 ⁻¹⁰ g L ⁻¹

Tabela 5: Resultados Obtidos na Determinação Voltamétrica de Pb (II) em Microemulsão de Gasolina.

3.4.5 Exatidão

Neste estudo, quantidades de Pb (II) foram adicionados em uma amostra de microemulsão de gasolina, cuja concentração de Pb (II) original, foi previamente determinada. Os resultados foram apresentados na Tabela 6.

Valor de Pb (II) Adicionado ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Valor de Pb (II) Recuperado (mol L^{-1})	Porcentagem Recuperada (%)	Média Porcentagem Recuperada (%)
0,024	0,021	87,5%	96,5%
0,049	0,049	100%	
0,0744	0,0759	102%	

Tabela 6: Testes de Recuperação para a Determinação de Pb (II) em Amostra de Microemulsão de Gasolina.

A porcentagem de recuperação encontrada variou de 87,5% a 102% sendo satisfatório do ponto de vista estatístico, pois, estes valores estão dentro da faixa considerada aceitável de 70 a 110%.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos confirmam que o Eletrodo de Filme de Mercúrio apresenta grande potencialidade para a determinação do íon metálico Pb (II) em microemulsões de gasolina;

Mesmo com a baixa estabilidade observada do filme de mercúrio na superfície do eletrodo de carbono vítreo (uma vez que a distribuição de mercúrio na superfície do eletrodo de carbono vítreo não pode ser precisamente controlada), este apresentou boa resposta analítica para a determinação de Pb (II), nas condições avaliadas, na faixa de concentração estudada ($2,49 \times 10^{-8}$ a $9,90 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹), usando uma mistura

de propan-1-ol + solução de ácido nítrico ($1,0 \times 10^{-2}$ mol L⁻¹) como eletrólito suporte;

Os limites de detecção obtidos para Pb (II) através da técnica de Voltametria de Redissolução Anódica por Pulso Diferencial foi de $1,55 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ e o limite de quantificação foi de $5,18 \times 10^{-8}$ mol L⁻¹ e o teor de Pb (II) encontrado foi de $4,05 \times 10^{-8}$ mol ou $1,95 \times 10^{-10}$ g L⁻¹ na técnica escolhida;

Os resultados estatísticos mostraram precisão aceitável apresentando CV de 4,86% para repetibilidade e 4,89% para reprodutibilidade, e uma percentagem de recuperação variando de 87,5 a 102% sendo considerado satisfatório, levando-se em consideração que cada análise é realizada com um novo depósito. Formulação de Combustíveis Alternativos em Sistemas Microemulsionados Empregando Óleos Vegetais e Derivados de filme de mercúrio na superfície do eletrodo de carbono vítreo e que essa deposição do filme nunca ocorre de forma uniforme e idêntica.

REFERÊNCIAS

AUCÉLIO, R. Q., DOYLE, A., PIZZORNO, B. S., TRISTÃO, M. L. B., CAMPOS, R. C. **Electrothermal atomic absorption spectrometric method for the determination of vanadium in diesel and asphaltene prepared as detergentless microemulsions.** *Microchemical Journal*, 78, 21-26, 2004.

FERNANDES, M. R.; **Formulação de novos combustíveis base diesel: avaliação de desempenho e emissões.** Tese de Doutorado - UFRN, Natal 2011.

FERREIRA, M. S. Dissertação de Mestrado - UFMA, São Luis, 2006.

LEITE, F. **Validação em análise química.** Campinas: Átomo, 1996.

MARQUES, A. L. B.; MARQUES, E. P.; LACERDA, C. A.; CAVALCANTE, G.H. R.; TRINDADE, J. M.; MARTINIANO, L. C.; ABRANTES, V. R.; **controle de qualidade e métodos analíticos para derivados de petróleo e biocombustíveis,** *Plural, ISSN 2238-4413; vol. junho, No 4, pgs. 138-150, 2012.*

MARTINIANO, L. C.; ALMEIDA, M.S.; CAVALCANTE, G. H.R.; MARQUES, E. P.; FONSECA, T. C.O.; PAIM, L. L.; SOUZA, GOUVEIA, A.; STRADIOTTO, N. R.; AUCELIO, R.Q.; MARQUES, A.L.B. **Simple, Direct and Simultaneous Stripping Voltammetric Determination of Lead and Copper in Gasoline Using an In Situ Mercury Film Electrode.** *Current Analytical Chemistry*, v. 9, p. 1-3, 2013.

MARTINIANO, L. C.; **Validação De Um Método Para Determinação de Metais Em Microemulsões De Combustíveis Por Voltametria De Redissolução.** Tese de Doutorado - UFPB, João Pessoa, 2009.

MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D.; THOMAS, M. **Análise Química Quantitativa.** VOGEL. 6ª ed. LTC, Londres, 2000.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C.; PIVETTA, F. COUTADA. L. **Influência da geometria da plataforma na determinação de chumbo,** 25, 379-383, 2002.

SAINT, P.; DIAS, T.D.; POZEBON, D.; AUCÉLIO, R.Q.; CURTIUS, A.J.; WELZ, B.
Determination of Cu, Mn, Ni and Sn in gasoline by electrothermal vaporization inductively coupled plasma mass spectrometry and emulsion sample introduction. *Spectrochimica Acta Pat B*, 57, 1991- 2001, 2002.

SOUSA, J. K. C.; DANTAS, A. N. S.; MARQUES, A. L. B.; LOPES, G. S. **Experimental design applied to the development of a copper direct determination method in gasoline samples by graphite furnace atomic absorption spectrometry,** *Fuel*, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Agentes nucleantes 35, 39
- Alface 124, 126, 127, 131
- Alginato de sódio 145, 147, 152
- Amido de manga 1, 8, 10
- Análise de combustíveis 12, 13
- Armazenamento de energia térmica solar 197
- Aromaterapia 48, 50, 51, 56, 57
- Atividade antioxidante 28, 113, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 146
- Atividade biológica 28, 162

B

- Bagaço de malte de cervejaria 76, 78
- Biofuel 174, 175

C

- Capim limão 162, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171
- Caracterização fitoquímica 113
- Chalcona 27, 29, 30, 32, 33
- Conversão 78, 89, 90, 156, 192
- Corante 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 91, 155, 156, 157, 158, 160, 161
- Corantes têxteis 58, 60, 71

D

- Descoloração fúngica 58
- Dispersão água-óleo 41, 46

E

- Enzimas antioxidantes 123, 125, 126, 127, 130, 132
- Estabilidade oxidativa 96, 102
- Etanol de segunda geração 78, 191, 192, 193

G

- Gelificação iônica 145, 146, 147, 152

Goma de linhaça 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111

H

Hidrólise ácida 76, 78, 80, 81, 82, 86, 134, 136, 138, 139, 140, 142

L

Laurato de vinila 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10

M

Mathematical model 174, 183, 184, 185, 186, 188

Metais pesados 13, 14, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132

Métodos eletroanalíticos 12

Métodos Eletroanalíticos 12, 16

Microencapsulação 145, 152, 153

Modelagem cinética 155, 156, 160

Modificador reológico 1, 3, 5, 9, 10

Montmorilonita 35, 36

N

Nanocelulose 134, 135, 136, 137, 138, 142, 143, 144

O

Óleo de maracujá 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Óleo de pequi 145, 147, 152

Óleo essencial 50, 51, 52, 53, 54, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

Óleo ylang-ylang 48, 56

P

Pau-mocó 113, 114

Pet micronizado 35

Poli(ácido láctico) 35

Pré-hidrólise 134, 136, 138, 139, 140, 142

Pré-tratamento ácido 191, 192, 193, 195

Propriedades pro-oxidantes 155, 156, 160

R

Raio hidrodinâmico 104, 107, 109, 110, 111

Rama de mandioca 191

Reator CSTR 90

Reologia 104, 154

S

Separação gravitacional 41, 42, 43

Sistemas moleculares 197

T

Tempo de residência 89, 90, 91, 93, 94

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br