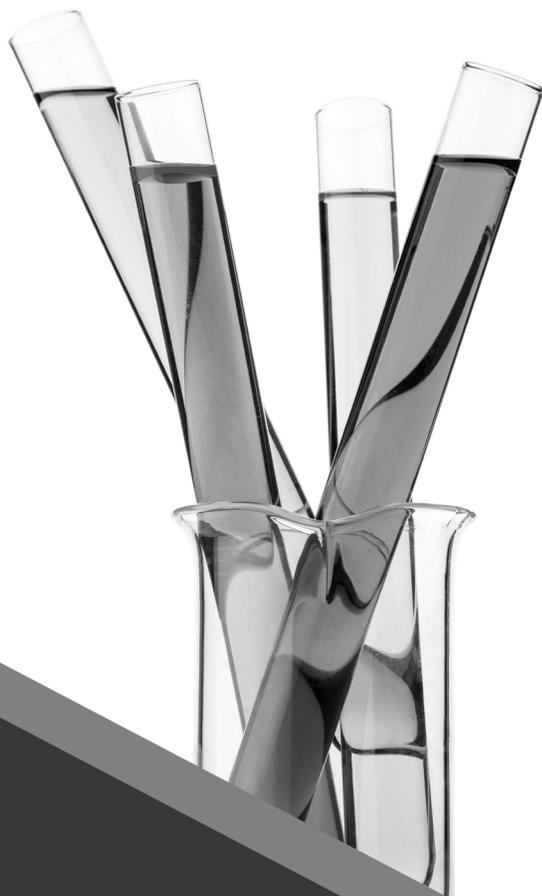




O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)


Ano 2020



O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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. 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. 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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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 Cagliari – 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. 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. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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 Alborno – 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

O conhecimento científico na química 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 O conhecimento científico na química 2 / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-563-1

DOI 10.22533/at.ed.631202011

1. Química. 2. Conhecimento científico. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

O livro “O conhecimento científico na Química 2” apresenta artigos na área de ensino de química, tecnologia química, química verde, química ambiental e processos químicos.

O e-book contém 29 capítulos, que abordam temas sobre desenvolvimento e aplicação de jogos didáticos, aprendizagem significativa; análise de livros didáticos; história da química; reaproveitamento de resíduos agroindustriais; desenvolvimento de novos materiais de interesse ambiental; adsorventes sustentáveis; fotocatalise, tratamento de água e efluentes; síntese de líquidos iônicos; hidrólise enzimática e quantificação de enzimas; estudos de toxicidade; análise química de óleos essenciais; aplicação de extratos de frutos da região amazônica na atividade enzimática; desenvolvimento de eletrodo; desenvolvimento de compósitos a partir de resíduos; produção de fertilizantes de liberação controlada; tecnologias e técnicas para aplicação de plasma em química; síntese e aplicação de nanotubos de carbono.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos do conhecimento científico no Brasil e suas relações esta ciência. Nos tempos atuais é perceptível a importância da pesquisa acadêmica no Brasil para o desenvolvimento de novas tecnologias, fármacos e vacinas que auxiliem no combate às doenças e na qualidade de vida. Dessa forma, mais uma vez a Atena Editora reúne o conhecimento científico em forma de ebook, destacando os principais campos de atuação da química no país.

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 química, tecnologia química, química ambiental e ensino de química.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “O conhecimento científico na Química 2”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A VIAGEM DA TEOBROMINA DO CACAU AO CHOCOLATE: UMA ABORDAGEM QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO

Jorge Hamilton Sena Dias

DOI 10.22533/at.ed.6312020111

CAPÍTULO 2..... 9

QUÍMICA AMBIENTAL, USO DE IMAGENS E DIALÓGICA DE PAULO FREIRE NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Priscila Ketlen Negreiros Sousa

Dorian Lesca de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6312020112

CAPÍTULO 3..... 17

ANÁLISE E ESTUDO DA APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO DE QUÍMICA INTITULADO “ UNO ELEMENTAR PERIÓDICO ” PARA O ENSINO MÉDIO DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS PARANAÍ

Maiara dos S. Faria

Glaucio Testa

DOI 10.22533/at.ed.6312020113

CAPÍTULO 4..... 35

O CONCEITO DE LIGAÇÃO QUÍMICA NO LIVRO DIDÁTICO

Olívia Maria Bastos Costa

Gislene Santos Silva

Marcelo Alves Lima Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020114

CAPÍTULO 5..... 49

A HISTÓRIA DA QUÍMICA COMO ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA PARA O APRENDIZADO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Ana Deuza da Silva Soares

Cliciane Magalhaes da Silva

Jamilla de Nazaré de Oliveira Almeida

Daniela Duarte de Sousa

Raimme Paola do Nascimento Pinto

Carlos Arthur Araújo Assunção

DOI 10.22533/at.ed.6312020115

CAPÍTULO 6..... 60

APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

Herbert Gonzaga Sousa

Patrícia e Silva Alves

Aline Aparecida Carvalho França

Maciel Lima Barbosa

Gilmânia Francisca Sousa Carvalho
Renata da Silva Carneiro
Dihêgo Henrique Lima Damacena
Beneilde Cabral Moraes
Valdiléia Teixeira Uchôa
Katiane Cruz Magalhães Xavier
Rita de Cássia Pereira Santos Carvalho
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020116

CAPÍTULO 7..... 72

**O SÉCULO XX E UMA NOVA DIMENSÃO DAS ATIVIDADES CIENTÍFICAS NO BRASIL
POUCO INSERIDAS NOS CONTEXTO DIDÁTICO DOS LIVROS**

Alcione de Nazaré Dias Silva
Débora da Cruz Arruda

DOI 10.22533/at.ed.6312020117

CAPÍTULO 8..... 80

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA PARA PRODUÇÃO DE
NOVOS MATERIAIS: O CONHECIMENTO QUÍMICO À SERVIÇO DO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL, CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO**

Igor Andrade Rodrigues
Adilson de Santana Santos
Vanessa da Silva Reis
Márcio Souza Santos
Alexilda Oliveira de Souza
Marluce Oliveira da Guarda Souza

DOI 10.22533/at.ed.6312020118

CAPÍTULO 9..... 94

**ESTUDO COMPARATIVO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO E ATIVIDADE
FOTOCATALÍTICA DE α -Ag₂WO₄ PARA O CORANTE RODAMINA B**

Francisco das Chagas Marques da Silva
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.6312020119

CAPÍTULO 10..... 105

**DEGRADAÇÃO DA TETRACICLINA EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO PROCESSOS
OXIDATIVOS AVANÇADOS E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE INIBIÇÃO SOBRE *Escherichia
coli***

Ismael Laurindo Costa Junior
Marcia Antônia Bartolomeu Agustini
Felipe Augusto Barbieri
Letícia Maria Effting
Cesar Augusto Kappes
Kevin Augusto Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.63120201110

CAPÍTULO 11..... 126

PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE LARANJA ATIVADO COM CLORETO DE CÁLCIO E SUA APLICAÇÃO EM TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM NITRATO

Lucas Fernandes Domingues

Greice Queli Nardes Cruz

Idel Perpetua de Castro

Isadora Aparecida Archioli

Lorena Cristina Lopes

DOI 10.22533/at.ed.63120201111

CAPÍTULO 12..... 135

PREPARAÇÃO DE NOVOS LÍQUIDOS IÔNICOS ALCANOSULFONATOS DE INTERESSE AMBIENTAL

Michelle Budke Costa

Giselle Back

Melissa Budke Rodrigues

Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

Fernando Reinoldo Scremin

DOI 10.22533/at.ed.63120201112

CAPÍTULO 13..... 146

AMIDO DE BATATA DOCE HIDROLISADO COM ENZIMAS DO MALTE DE CEVADA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Renata Nascimento Caetano

Felipe Staciaki da Luz

Adrielle Ferreira Bueno

Cinthy Beatriz Fürstenberger

Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.63120201113

CAPÍTULO 14..... 158

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE LIPASE DE GRÃOS DE SOJA

Isabela Cristina Damasceno

Marcela Guariento Vasconcelos

Lívia Piccolo Ramos Rossi

DOI 10.22533/at.ed.63120201114

CAPÍTULO 15..... 172

DETERMINAÇÃO DA CITOTOXIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Origanum vulgare*

Daiane Einhardt Blank

Gabriela Hörnke Alves

Rogério Antonio Freitag

Silvia de Oliveira Hübner

Marlete Brum Cleff

DOI 10.22533/at.ed.63120201115

CAPÍTULO 16.....	180
AVALIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INIBIÇÃO DE ACETILCOLINESTERASE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALOYSIA GRATISSIMA	
Adílio Macedo Santos Adonias de Oliveira Teixeira Vilisaimon da Silva de Jesus Luan Souza Santos Moacy Selis Santos Clayton Queiroz Alves Djalma Menezes de Oliveira Rosane Moura Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.63120201116	
CAPÍTULO 17.....	192
OBTENÇÃO E ANÁLISE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES MEDICINAIS UTILIZADAS NA REGIÃO DE MARABÁ	
Aristides Anderson Pereira Reis Sebastião da Cruz Silva	
DOI 10.22533/at.ed.63120201117	
CAPÍTULO 18.....	198
INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS BRUTOS DE AÇÁI E PITANGA SOBRE A ATIVIDADE DE GLUTATIONA S-TRANSFERASE ESPECÍFICA CEREBRAL DE RATO	
Tais da Silva Rosa Felipe Boz Santos Cristiane Martins Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.63120201118	
CAPÍTULO 19.....	203
SELETIVIDADE E SENSIBILIDADE EM ELETRODOS COMPÓSITOS MODIFICADOS USANDO POLÍMEROS COM IMPRESSÃO MOLECULAR: O CASO DO DICLOFENACO	
Priscila Cervini Abigail Vasconcelos Pereira Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.63120201119	
CAPÍTULO 20.....	216
PRODUÇÃO DE COMPÓSITO TRICOMPONENTE A PARTIR DA CASCA DE AMENDOIM E RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Giovanna Coelho Bosso	
DOI 10.22533/at.ed.63120201120	
CAPÍTULO 21.....	231
CELULOSE NANOFRIBRILADA FUNCIONALIZADA COM GRUPOS DICIANOVINIL: REDUÇÃO ELETROQUÍMICA DE CO₂	
Robson Valentim Pereira Thais Eugênio Gallina Aparecido Junior de Menezes	

Kênia da Silva Freitas

DOI 10.22533/at.ed.63120201121

CAPÍTULO 22.....242

DETERMINAÇÃO BIOQUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E MINERAL DE POLPA E CASCA DO FRUTO DE *Endopleura uchi*

Charline Soares dos Santos Rolim

Leonardo do Nascimento Rolim

Régis Tribuzy de Oliveira

Eyde Cristianne Saraiva-Bonato

Maria das Graças Gomes Saraiva

Roseane Pinto Martins de Oliveira

Cláudia Cândida Silva

Carlos Victor Lamarão

DOI 10.22533/at.ed.63120201122

CAPÍTULO 23.....253

DESENVOLVIMENTO DE FERTILIZANTE ALTERNATIVO CONSTITUÍDO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS CARREADORAS DE NPK

Júnior Olair Chagas

Gilmare Antônia da Silva

Fabiana Aparecida Lobo

DOI 10.22533/at.ed.63120201123

CAPÍTULO 24.....265

SÍNTESE DE COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO CONTENDO COBRE(II) COM LIGANTES DICARBOXILATOS: ESTUDO DE SUAS PROPRIEDADES VAPOCRÔMICAS

Eduardo Dias Albino

Bruno Ribeiro Santos

Alessandra Stevanato

DOI 10.22533/at.ed.63120201124

CAPÍTULO 25.....282

NÍVEIS DE COBRE EM AMOSTRAS AMBIENTAIS DA REGIÃO CACAUEIRA NO SUL DA BAHIA POR USO DA MICROEXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO DISPERSIVA

Mayara Costa dos Santos

Ívero Pita de Sá

Marina Santos de Jesus

Julia Carneiro Romero

Fábio Alan Carqueija Amorim

DOI 10.22533/at.ed.63120201125

CAPÍTULO 26.....292

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES A PARTIR DE ESCÓRIA DE ACIARIA

Josielle Vieira Fontes

Liliane Nogueira Silva

José Augusto Martins Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.63120201126

CAPÍTULO 27.....301

LINEARIZAÇÃO DA CURVA DE ESFRIAMENTO DA GLICERINA

Vinicius Canal de Carvalho

Roberto Vargas de Oliveira

Abiney Lemos Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.63120201127

CAPÍTULO 28.....306

O PLASMA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Leila Cottet

Luís Otávio de Brito Benetoli

Nito Angelo Debacher

DOI 10.22533/at.ed.63120201128

CAPÍTULO 29.....319

NANOTUBOS DE CARBONO – UMA VISÃO GERAL

Leila Cottet

Luís Otávio de Brito Benetoli

Nito Angelo Debacher

DOI 10.22533/at.ed.63120201129

SOBRE A ORGANIZADORA.....333

ÍNDICE REMISSIVO.....334

NÍVEIS DE COBRE EM AMOSTRAS AMBIENTAIS DA REGIÃO CACAUEIRA NO SUL DA BAHIA POR USO DA MICROEXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO DISPERSIVA

Data de aceite: 01/11/2020

Mayara Costa dos Santos

Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz.

Ívero Pita de Sá

Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz.

Marina Santos de Jesus

Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz.

Julia Carneiro Romero

Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz.

Fábio Alan Carqueija Amorim

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas e do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz.

RESUMO: Um novo método para extração e pré-concentração de íons Cu^{2+} em meio aquoso, usando microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME) seguido de quantificação por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) foi desenvolvido. A extração foi efetuada utilizando 5,0 mL de solução-amostra, 2 - (2-tiazoliazó) - 5 - dimetilaminofenol (TAM) como agente complexante e uma mistura de tricloroetileno (solvente de extração) e metanol (solvente dispersor). As condições otimizadas

para os demais parâmetros foram: pH (7,5); concentração do TAM ($0,0036 \text{ mol L}^{-1}$); volume do solvente dispersor (1,30 mL); volume do solvente extrator ($50,0 \mu\text{L}$). O método demonstrou ser simples, rápido, com baixo consumo de reagentes, e foi aplicado para determinação de cobre em amostras de águas (estuarina, mineral, subterrânea, de rio, e de abastecimento público) com concentrações variando de 1,77 a $8,14 \mu\text{g L}^{-1}$, e também aplicado em amostras de folhas de plantas frutíferas da mata Atlântica: cacau (*Theobromacococa*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), jambo (*Syzygium jambos*) e banana (*Musa sp*), com concentrações de $4,92 \text{ mg kg}^{-1}$, $3,86 \text{ mg kg}^{-1}$, $2,85 \text{ mg kg}^{-1}$, $4,02 \text{ mg kg}^{-1}$ e $6,79 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Cobre, Mata Atlântica, Região Cacaueira, Água, Folhas.

COPPER LEVELS IN ENVIRONMENTAL SAMPLES FROM THE COCOA REGION IN SOUTHERN BAHIA BY USING DISPERSIVE LIQUID-LIQUID MICROEXTRACTION

ABSTRACT: A new method for extraction and pre-concentration of ions Cu^{2+} in aqueous medium using dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) followed by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) quantification. The extraction was performed using 5.0 mL of sample solution, 2- (2-tiazoliazó) -5-dimethylamino phenol (TAM) as a complexing agent and a mixture of trichloroethylene (extractor solvent) and methanol (disperser solvent). The optimized conditions for the following parameters were:

pH (7.5), concentration TAM ($0.0036 \text{ mol L}^{-1}$) disperser solvent volume (1.30 mL) and the extractor solvent ($50.0 \mu\text{L}$). The proposed method allows the determination of copper with a detection limit of $0.77 \mu\text{g L}^{-1}$ and quantitation limit of $2.57 \mu\text{g L}^{-1}$. The precision, calculated as relative standard deviation ($n = 11$), was of 7.1% and 6.9% for concentrations of $5.0 \mu\text{g L}^{-1}$ and $50.0 \mu\text{g L}^{-1}$, respectively. The enrichment factor and the consumption rate were 0.030 and 166.6 mL, respectively. The accuracy was verified through the analysis of the certified reference materials 1515 NIST-apple leaves and NIST 1573a-tomato leaves, and by addition/recovery of analyte in real water samples. The method is simple, fast, with low reagent consumption, and was applied for determination of copper in water samples (estuarine, mineral, groundwater, drinking, and tap water) with concentrations in the range from 1.77 to $8.14 \mu\text{g L}^{-1}$, and also applied in samples of leaves of fruitful plants from tropical forest: cocoa (*Theobroma cocoa*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), jackfruit (*Artocarpus beterophyllus* Lam), iamb (*Syzygium jambos*) and banana (*Musa* sp), with concentrations of $4.92 \mu\text{g g}^{-1}$, $3.86 \mu\text{g g}^{-1}$, $2.85 \mu\text{g g}^{-1}$, $4.02 \mu\text{g g}^{-1}$ e $6.79 \mu\text{g g}^{-1}$, respectively.

KEYWORDS: Copper, Atlantic Forest, Cocoa Region, Water, Leaves.

1 | INTRODUÇÃO

Alguns elementos químicos são essenciais para a manutenção da vida, mas, dependendo da concentração destes podem tornar-se tóxicos para humanos, animais e plantas, tornando-se a determinação da quantidade cada vez mais importante. O cobre é um desses elementos que pode se tornar tóxico e é amplamente distribuída na natureza, tais como no solo, água e plantas [1]. Dependendo do tipo de planta e tratamento estabelecido para a água de consumo humano, alguns controles de vigilância estabelecem os limites toleráveis de cobre, em água e plantas entre $5\text{-}13 \mu\text{g L}^{-1}$ e $5\text{-}40 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente [2]. No entanto, o seu montante tem crescido rapidamente devido a ações antrópicas, muitas vezes causadas pelas indústrias, mineração, lixo doméstico e na agricultura com a aplicação de fungicida a base de cobre, resultando em contaminação do meio ambiente. As doenças provindas do cobre devem-se ao fato da falta e do excesso no organismo conhecido como hipocupremia e hipercupremia, respectivamente. A falta de cobre no corpo humano pode provocar anemia, diarreia, defeitos na formação dos tecidos conectivos, problemas cardíacos e de circulação, além de anomalias ósseas.

Quando consumido em excesso pode ocasionar diversas reações em seres vivos, algumas das reações são problemas neurológicos, hepáticos, nos rins, psiquiátricos, hematológicos, infertilidade, musculoesqueléticos, perda da integridade celular devido a produção excessiva de oxirradicais [3], outra bastante conhecida é a doença de Wilson, caracterizada pela falta de coordenação. Desta forma deve ser ingerido de 2,0 a 5,0 mg de cobre em uma dieta normal de uma pessoa, sendo que só faz necessário 0,9 mg e a parte que excede deve ser eliminado [4].

Em águas naturais, a maior fração do cobre é encontrada na forma complexada e em menor como íon livre. As concentrações em águas doces variam de 1,0 a $20,0 \mu\text{g}$

L⁻¹, em mar aberto encontra-se de 0,02-0,20 µg L⁻¹ e próximo a praias podem atingir 1,0 µg L⁻¹. Segundo o CONAMA a água é classificada a partir do tratamento que é aplicada para o consumo humano, podendo verificar os níveis máximos permitidos para água doce: classe I - após tratamento simplificado e classe - II após tratamento convencional é de 9,0 µg L⁻¹; classe III - após tratamento convencional ou avançado é de 13,0 µg L⁻¹; classe IV não destinada ao consumo humano. Já as águas salobras e salinas, é permitido um nível máximo de 5,0 µg L⁻¹ para a classe I, e de 7,8 µg L⁻¹ para a classe II, e já não são mais destinadas ao consumo humano [5]. Na Tabela 1 são informados limites toleráveis de cobre em alguns alimentos e bebidas segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Alimento	Limite máximo (mg kg⁻¹)
Bebidas alcoólicas	5,0
Compotas ou doce de frutas com caldas	10,0
Doces em massa ou em pasta	10,0
Doce de leite	10,0
Culturas agrícolas em que agrotóxico a base de cobre tenham sido autorizado, exceto cacau e café	10,0
Cacau e café	30,0
Sal	2,0
Óleos e gorduras virgens	0,4

Tabela 1: Limites máximos tolerável de cobre em alimentos e bebidas [6].

O cobre por sua vez ocorre naturalmente em plantas, porém os seus níveis vêm aumentando muito devido a ações antrópicas muitas vezes causados pela aplicação excessiva de fungicidas cúpricos. Também faz necessário para um ótimo crescimento e desenvolvimento de plantas, no entanto em altas concentrações se torna tóxico as plantas e podem se estender ao homem que venha consumir os frutos. A falta de cobre afeta o crescimento reprodutivo (formação de grão, sementes e frutos) muito mais que o vegetativo. O cobre em concentrações elevadas torna-se tóxico causando danos ao tecido e ao alongamento das raízes, alteração na permeabilidade da membrana e inibição do transporte de elétrons fotossintéticos [7]. Na Tabela 2 são apresentados os teores considerados adequados de cobre em folhas de vegetais, segundo a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) [8].

Folhas	Limite máximo (mg kg ⁻¹)
Cacau	8 – 15
Banana	6 – 30
Goiaba	20 – 40
Maçã	6 – 50
Tomate	5 – 15
Acerola	5 – 15
Melão	10 – 15
Morango	5 – 20
Uva	18 – 22
Manga	10 – 50

Tabela 2: Limites recomendados de cobre em folhas.

Durante o período dos anos de 1970 a 1980, a região do Sul da Bahia possuía como base agrícola a cultura do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), que produz o fruto do cacau, utilizado na fabricação de chocolates. Porém, devido a infestação do fungo patogênico (*Moniliophthora perniciosa*), fungicidas à base de cobre foram usados no controle dessa praga. Esses fungicidas são aplicados em folhas e frutos de diversas plantações, onde o cobre forma uma película protetora no fruto impedindo a ação do fungo. Com o uso excessivo, o cobre pode ser lixiviado para o solo e se acumular nas camadas superficiais onde as plantas podem absorver de forma excessiva esse elemento e pode haver lixiviação para os sistemas aquáticos subterrâneos e superficiais, favorecendo a um desequilíbrio ambiental. Não são encontrados trabalhos publicados nos últimos cinco anos sobre concentrações de cobre em água, solo ou vegetais na região Sul da Bahia, também conhecida como Região Cacauzeira. Dessa forma, é oportuno o desenvolvimento de método analítico para determinação de cobre nas referidas amostras dessa região [9-10].

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Instrumentação, reagentes e soluções

Um espectrômetro de absorção atômica com chama VARIAN, com lâmpadas de cátodo oco operando no comprimento de onda 324,75 nm, foi utilizado para quantificação do cobre nas amostras.

Todas as soluções foram preparadas com água proveniente de um purificador de água, e as vidrarias foram previamente descontaminadas com solução de ácido nítrico a 10,0% v/v durante 12 horas. As soluções e os reagentes foram de grau analítico.

2.2 Amostragem e preparação de amostras

Os materiais de referência certificado (CRM) folhas de maçã (NIST 1515) e folhas de tomate (NIST 1573a), obtido a partir do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (Gaithersburg, MD) foi analisada para estudos de exatidão. Para a decomposição de material esta foi tratada com 0,1 g de cerca de 3,0 mL de solução de ácido nítrico concentrado (HNO_3), 2,0 mL de 30 % de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e manteve sistema de digestão. O aquecimento foi realizado em bloco digestor a 110 °C durante 3h. Após arrefecimento até à temperatura ambiente, o pH da solução foi ajustado para próximo a seis com 10 % (m/v) de solução tampão de uma solução de hidróxido de sódio adequado. Após este passo, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 20,0 mL e o volume foi completado com água ultrapura.

As amostras de folhas de plantas frutíferas (jaca, cupuaçu, jambo, banana) foram coletadas em uma área de mata Atlântica no Campus da Universidade Estadual de Santa Cruz, cidade de Ilhéus, Bahia, Brasil. As folhas foram lavadas com água corrente e deionizada, secas em estufa a 60°C, trituradas, pesada 0,2 g e realizou-se o mesmo procedimento que os CRM quanto a digestão. As águas foram coletadas: mineral, água de abastecimento público e do bebedouro foram amostrada na Universidade Estadual de Santa Cruz, rio cachoeira e águas do estuário foram amostradas na região de Ilhéus, BA, Brasil. As amostras foram filtradas e adicionado 5,0 mL de tampão com pH 2,0 a fim de evitar a adsorção dos íons de cobre nas paredes dos frascos. Pelo menos uma solução em branco foi executada para cada amostra, a fim de avaliar a contaminação por cobre os reagentes utilizados.

2.3 Procedimento da microextração líquido-líquido dispersiva

Utilizou-se 5,0 mL de solução ou amostra com pH ajustado para 7,5 com solução tampão previamente preparada de acetato de amônia, sendo adicionado de 1,0 mL de solução de cloreto de sódio 3,0 % (m/v), e em seguida o reagente complexante TAM 0,0035 mol L⁻¹. Posteriormente, injetado com ajuda de uma seringa de vidro, a mistura de 1,30 mL de metanol (solvente dispersivo) e 50 µL de tricloroetileno (solvente extrator). Com a adição dos solventes ocorre a turvação da solução, neste momento os complexos Cu²⁺-TAM são extraídos em pequenas gotículas de tricloroetileno. Então, a solução foi centrifugada a 3000 rpm por 5,0 minutos e as gotículas dispersas de tricloroetileno ficaram depositadas no fundo do tubo. Cerca de 30 µL da fase rica foi utilizada para determinar a concentração do analito por espectrometria de absorção atômica com chama, todo o procedimento simplificado pode ser visualizado na Figura 9.

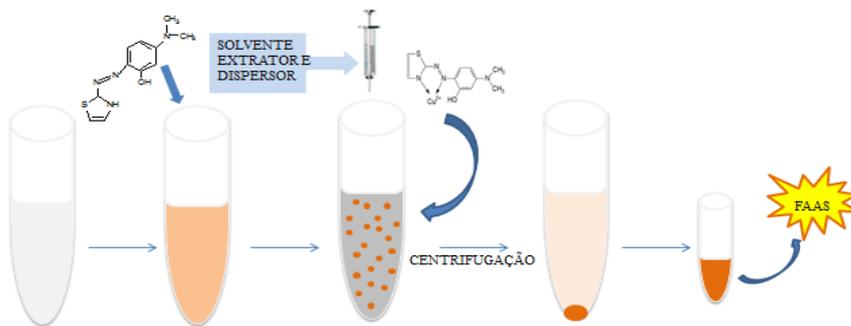


Figura 9: Diagrama simplificado do método de microextração líquido-líquido dispersiva.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Otimização do tipo de solvente extrator e dispersor

Neste trabalho, etanol, metanol e acetonitrila foram estudados como solventes dispersivos. Tricloroetileno e 1,2- dicloroetano foram estudados como solventes extratores. As condições das demais variáveis foram de 5,0 mL de uma solução amostra com concentração de $20,0 \mu\text{g L}^{-1}$ de cobre, pH 7,5, concentração do reagente $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, volume de solvente extrator e dispersivos de 1,30 e 50,0 μL , respectivamente. Analisando os resultados, pode-se verificar que o uso de metanol e tricloroetileno como solvente dispersor e extrator, respectivamente, obtiveram os maiores sinais analíticos. Desta forma, estes solventes foram adotados no preparo da mistura ternária.

3.2 Matriz Doehlert para otimização multivariada

Uma segunda etapa de otimização foi realizada aplicando a metodologia de superfície de respostas, utilizando a matriz de Doehlert para quatro variáveis independentes (pH, concentração do complexante, volume solvente extrator e volume solvente dispersor), sendo estudadas em níveis diferentes. Essa metodologia foi empregada, pois permite que o planejamento seja realizado utilizando níveis diferenciados e uma quantidade menor de experimentos. Assim, utilizou-se o volume de solvente dispersor de 1,30 mL e não de 0,83 mL, pois em volumes pequenos a formação de gotículas não é efetiva e estável, o que resulta na diminuição da partição do solvente extrator e por consequência diminui a eficiência de extração.

3.3 Estudo da adição de eletrólitos

Nesse estudo foi adicionado uma solução de cloreto de sódio (NaCl) nas amostras, por favorecer o aumento da eficiência na transferência do analito para fase orgânica, processo esse conhecido como “*salting out*”. Por conta da diminuição da solubilidade do solvente extrator, conseqüentemente ocorre o aumento do volume da fase rica. Pode-se

observar um aumento do sinal analítico até uma concentração de 2,5 % (m/v) de NaCl, seguida de uma estabilização de ganho do sinal analítico. Assim, selecionou-se a adição de NaCl em concentração de 3,0 % (m/v) em todas as amostras e padrões.

3.4 Efeito de outros íons

Para verificar o efeito de outros cátions de metais de transição frente a seletividade da metodologia empregada, foi realizado o teste através de uma amostra sintética de 5,0 mL contendo $20,0 \mu\text{g L}^{-1}$ de cobre e adicionado os íons Ag^+ , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Al^{3+} e Mo^{2+} , com concentração de $200 \mu\text{g L}^{-1}$ para cada um, e em seguida foi submetido ao procedimento proposto otimizado, em quadruplicata. Os resultados obtidos mostraram que os íons não afetam significativamente na determinação de cobre pelo método proposto, visto que a influência sobre a alteração do sinal analítico com e sem os outros íons variou entre 94-109 %.

3.5 Características analíticas

Aplicando o método de DLLME, foi construída curva de calibração variando a concentração de cobre de 5 a $100 \mu\text{g L}^{-1}$. A equação da reta obtida foi a seguinte: $Y = 0,0091X - 0,0088$, onde Y é o sinal analítico de absorvância, e X é a concentração de cobre em $\mu\text{g L}^{-1}$. O coeficiente de correlação desta curva foi de 0,9993 e a concentração característica de $1,45 \mu\text{g L}^{-1}$.

O limite de detecção (LD) é a concentração mínima que um analito pode ser detectado por um método, é calculado com base em três vezes o desvio padrão do sinal obtido por 10 medições repetidas do branco, dividido pela inclinação da curva de calibração. O LD calculado para a medida utilizando o método proposto é de $0,77 \mu\text{g L}^{-1}$.

O limite de quantificação (LQ) é o nível acima do qual os resultados podem ser obtidos com um grau específico de confiança, é calculado através de 10 vezes o desvio padrão do sinal do branco ($n=10$) dividido pela inclinação da curva de calibração e define o limite inferior do intervalo. O LQ calculado para a medida utilizando o método proposto é de $2,57 \mu\text{g L}^{-1}$.

Considerando as condições experimentais da amostra digerida, sendo 0,200 g de amostra e o volume final aferido para 20,0 mL, pode-se estimar um LD de $0,077 \mu\text{g g}^{-1}$ e um LQ de $0,257 \mu\text{g g}^{-1}$.

Para avaliar o desempenho do método de pré-concentração é feito o estudo do fator de pré-concentração. Ele pode ser calculado através da razão entre o volume da amostra e o volume da fase rica (extrato), ou através da razão entre os coeficientes angulares entre as curvas de calibração com e sem pré-concentração onde esses resultados são baseados no aumento da resposta e não no aumento verdadeiro da concentração. Assim, o fator de pré-concentração encontrado considerando a razão entre os volumes foi de 167.

Para o método proposto, a precisão foi expressa como repetibilidade dos resultados obtidos de dez determinações (RSD%, n=10) distintas, realizadas com concentrações de cobre em 5,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ e 50,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, obtendo-se 7,1 % e 6,9 %, respectivamente.

A exatidão de um método pode ser definida como a diferença entre o valor do analito determinado experimentalmente pelo o método e o valor de referência. Para a avaliação da exatidão foram utilizados materiais de referência certificados NIST 1515-Folha de maçã e NIST 1573a-Folha de tomate. Os resultados obtidos pelo método proposto e os valores certificados dos CRM's são apresentados na Tabela 3, juntamente com os resultados de outras amostras de folhas de árvores da região. A comparação estatística utilizando o teste *t Student* não mostrou diferença significativa entre os valores obtidos utilizando o procedimento desenvolvido e os valores certificados a um nível de 95% de confiança ($t_{\text{tabelado}} = 4,30$; $t_{\text{calculado}} = 1,94$ para as folhas de maçã, e $t_{\text{calculado}} = 2,21$ em folhas de tomate).

Para avaliar a exatidão do método proposto aplicado em amostras de águas, foi aplicado o teste de adição e recuperação de analito em amostras reais. Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que o procedimento não foi afetado pela composição da matriz e pode ser aplicado satisfatoriamente para a determinação de cobre em amostras de água com diferentes características.

Amostras de folhas	Valor encontrado ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Valor certificado ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Maçã, NIST 1515	6,72 \pm 0,96	5,64 \pm 0,24
Tomate, NIST 1573 ^a	4,30 \pm 0,32	4,70 \pm 0,14
Cacau	4,92 \pm 0,40	-----
Jaca	2,85 \pm 0,14	-----
Cupuaçu	3,86 \pm 0,78	-----
Jambo	4,02 \pm 0,67	-----
Banana	6,79 \pm 0,81	-----

Tabela 3: Aplicação do método proposto na determinação de cobre em amostras de folhas vegetais (n=3).

As concentrações de cobre encontradas nas amostras de folhas estão próximas da faixa de concentração recomendada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Já para as amostras de águas, todas as concentrações encontram-se abaixo dos valores máximos permitidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Amostra de água	Adicionado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Encontrado ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Recuperação (%)
Mineral engarrafada	0	3,82 \pm 0,19	-
	10	13,40 \pm 0,29	95,6
Abastecimento/torneira	0	8,14 \pm 0,44	-
	10	18,50 \pm 1,59	103,4
Estuarina 1 (Praia do Cristo)	0	1,77 \pm 0,35	-
	10	11,22 \pm 0,27	94,5
Estuarina 2 (Sapetinga)	0	1,81 \pm 0,12	-
	10	10,91 \pm 0,05	91,0
Estuarina 3 (Banco da Vitória)	0	3,63 \pm 0,4	-
Rio Cachoeira	0	2,59 \pm 0,06	-
Bebedouro (UESC)	0	2,93 \pm 0,19	-
Fonte natural (Banco da Vitória)	0	3,36 \pm 0,56	-

Tabela 4: Resultados obtidos na determinação de cobre em amostra de água (n=3).

4 | CONCLUSÃO

O método proposto de DLLME combinado com FAAS foi aplicado com sucesso para a determinação de cobre em amostras de água e de folhas de plantas frutíferas, apresentando vantagens como simplicidade, baixo custo, pouca geração de resíduos, elevado fator de enriquecimento, baixos níveis de limites de quantificação, boa precisão, exatidão satisfatória, obteve-se um bom índice de consumo de 30,0 μL e um fator de enriquecimento de 166,6.

Este método pode também ser aplicado para a determinação de cobre na análise de rotina e pode ser adaptado para a extração de outros elementos de pré-concentração em amostras de águas, folhas, frutos, bebidas alcoólicas, solo, dentre outros tipos de amostras.

Mesmo com o uso de fungicidas a base de cobre por muitos anos na região a concentração de cobre nas diversas amostras analisadas não foi significativamente diferente de valores encontrados na literatura e, para águas, foram menores que os estabelecidos pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

- SALABRE, B. **Analysis of trace elements and their physico-chemical forms in natural waters.** *Mikrochimica Acta*, v.11, p.29-37, 1991.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-Brasil, 2009.

3. SIMPSON, J. A.; CHEESEMAN, K. H.; SMITH, S. E.; DEAN, R. D. **Free-radical generation by copper ions and hydrogen peroxide stimulation by hepes buffer.** *Biochemica Journal.* v.254, p.519-523, 1988.
4. VAITSMAM, D. S.; AFONSO, J. C.; DUTRA, P. B. **Para que serve os elementos químicos.** Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Portaria nº357, 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 07 de maio de 2020.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº55, de 18 de novembro de 2011. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 de maio de 2020.
7. CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, E. F.; ARAUJO, D. L.; et al. **Crescimento, distribuição e acúmulo de cobre e zinco em plantas de pinhão-manso.** *Revista Ciência Agronômica,* v.41, p. 167-176, 2010.
8. SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2ª ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2009.
9. ROCHA, L. B. **A região cacaueteira da Bahia – dos coronéis à vassoura-de-bruxa: saga, percepção.** Editora da UESC, Ilhéus, 2008.
10. SILVA, E. G. P. **Determinação de cobre, manganês e zinco em amostras de chocolate em pó utilizando amostragem de suspensão e detecção por espectrometria de absorção atômica com chama multielementar sequencial.** Universidade Federal da Bahia. Dissertação de mestrado, Salvador-Ba, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 180, 181, 182, 184, 190

Adsorção 80, 82, 83, 84, 86, 87, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 128, 206, 238, 286

Alcanosulfonatos 135

Aloysia gratissima 180, 181, 182, 184, 185, 189, 190, 191

Alpinia 192, 193, 194, 195

Amilase 146, 148, 152, 157

Aniba canelilla 192, 193, 194, 196, 197

Aprendizagem Contextualizada 1

Aprendizagem Significativa 3, 6, 7, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 48

C

Carvão Ativado 83, 86, 126, 128, 129, 132, 133, 134

Casca de Laranja 126, 129, 134

Compósito Tricomponente 216, 218, 220, 227

D

Degradação 80, 84, 94, 95, 100, 101, 105, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 152, 167, 235, 255, 257, 260, 306, 307, 308, 309, 311, 312, 315, 324, 325, 327, 329

Determinação Bioquímica 242

E

Eletrodos Compósitos 203, 204, 205, 209, 210

Endopleura uchi 242, 243, 244, 249, 250, 251, 252

Ensino de Química 1, 4, 6, 7, 33, 42, 47, 49, 51, 55, 56, 59, 62, 69, 70

Escória de Aciaria 292, 293, 294, 296, 297, 299

Extração 136, 148, 158, 160, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 174, 175, 180, 182, 184, 185, 193, 194, 206, 207, 208, 209, 214, 232, 282, 287, 290

Extrato de Açaí 198

Extrato de Pitanga 198

F

Fármacos Residuais 105, 106

Fermentação Alcoólica 146, 148, 149, 150, 152, 156, 157

Ferramenta de Ensino 17, 18, 21, 32

Fertilizantes 253, 254, 255, 263, 290, 291

Fotocatálise 80, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 120

G

Glutathione S-Transferase 198

H

Hidrólise Enzimática 146, 147, 148, 152, 156, 157

Hidróxidos Duplos Lamelares 292, 293, 294, 299, 300

J

Jogo Didático 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 32, 60, 61, 63, 64, 68, 69, 70, 71

L

Ligação Química 26, 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

Lipase 158, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 170, 171

Líquidos Iônicos 135, 136, 137, 144, 145

Livro Didático 6, 8, 35, 36, 38, 42, 43, 45, 46, 48, 54, 58, 77, 78

M

Microextração Líquido-Líquido Dispersiva 282, 286, 287

Micropoluentes 106, 108, 113

Modelagem Matemática 257, 301, 302

N

Nanofibrilas de Celulose 231

Nanotubos de Carbono 204, 319, 320, 323, 327, 329

Níveis de Cobre 282

O

Óleo Essencial 134, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 188, 189, 190, 192, 193

P

Plasma 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 322, 324, 325, 327, 328, 329, 330, 331

Polímeros com Impressão Molecular 203, 207

Q

Química Ambiental 9, 10, 16

Química do Chocolate 1, 5, 6

Química do Plasma 306, 313

R

Redução Eletroquímica de CO₂ 231, 233

Resíduos da Agroindústria 80, 83

Rodamina B 94, 100

S

Sensores Vapocrômicos 265

Sistema de Liberação Controlada 253, 255

Sustentabilidade 82, 169, 216, 220, 231, 254

T

Teobromina 1, 2, 3, 4, 5, 6

Tratamento de Água 126, 128, 129, 133, 134, 315

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

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2


Ano 2020

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

O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2