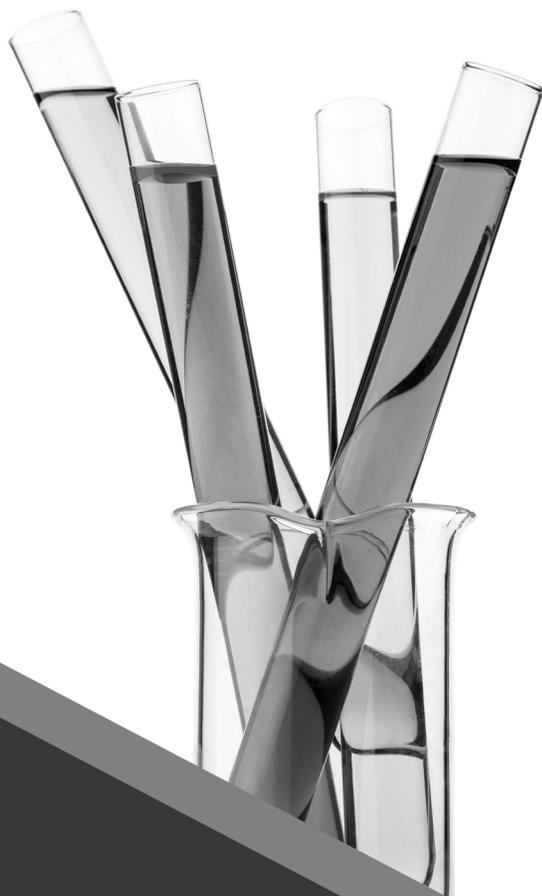




O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)


Ano 2020



O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)


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

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

CAPÍTULO 8

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data da submissão: 04/09/2020

Igor Andrade Rodrigues

(PIBIC-CNPq)

Universidade do Estado da Bahia/UNEB-
Salvador/BA.

<http://lattes.cnpq.br/2263022988748577>

Adilson de Santana Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/
UESB- Jequié/BA.

<http://lattes.cnpq.br/2275301440644981>

Vanessa da Silva Reis

(PIBIC-CNPq)

Universidade do Estado da Bahia/UNEB-
Salvador/BA.

<http://lattes.cnpq.br/4109273280739252>

Márcio Souza Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/
UESB- Itapetinga/BA.

<http://lattes.cnpq.br/0715692648363651>

Alexilda Oliveira de Souza

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/
UESB- Itapetinga/BA.

<http://lattes.cnpq.br/1082687379842847>

Marluce Oliveira da Guarda Souza

Universidade do Estado da Bahia/UNEB-
Salvador/BA.

<http://lattes.cnpq.br/8446729745863575>

RESUMO: No momento atual, com a escassez de recursos hídricos em várias regiões do mundo, as atenções estão voltadas para o desenvolvimento de metodologias rápidas, sensíveis e eficazes para a remoção destes contaminantes em meio aquoso, evitando desta forma, maior impacto na natureza. Com isso, várias pesquisas tem demonstrado a eficiência na remoção de contaminantes (corantes, elementos-traço, compostos fenólicos, dentre outros) com a utilização de materiais alternativos produzidos utilizando resíduos da agroindústria. Nesse contexto, a proposta do presente trabalho foi produzir materiais de baixo custo, utilizando caroço do cajá e sementes de goiaba para produção de catalisadores e o caroço de cajá na obtenção de um adsorvente. Os catalisadores foram aplicados na degradação do azul de metileno por um mecanismo fotocatalítico e o adsorvente na remoção de cromo hexavalente. De acordo com os resultados verificou-se que os materiais exibiram bons desempenhos e podem vir a se constituir em alternativas viáveis e eficientes para o tratamento de recursos hídricos contaminados.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos, materiais alternativos, fotocatalise, adsorção.

REUSE OF AGRIBUSINESS WASTES TO PRODUCE NEW MATERIALS: CHEMICAL KNOWLEDGE AT THE SERVICE OF SUSTAINABLE, SCIENTIFIC, AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

ABSTRACT: At the present time, with a scarcity of water resources in various regions of the world, attention are focused on the development of fast, sensitive and effective technologies for the removal of these contaminants in an aqueous medium, thus avoiding a greater impact on nature. With this, several researches have demonstrated the efficiency in the removal of contaminants (dyes, trace elements, phenolic compounds, others) with the use of alternative materials produced with wastes from the agribusiness. In this context, the purpose of the present work was to produce low-cost materials, using yellow mombin stones and guava seeds for the production of catalysts and the yellow mombin stones in obtaining an adsorbent. The catalysts were tested in the degradation of methylene blue by a photocatalytic mechanism and the adsorbent in the removal of hexavalent chromium. According to the results obtained, it was found that the materials exhibited good performances and can become viable and efficient alternatives for the treatment of contaminated water resources.

KEYWORDS: Water resources, alternative materials, photocatalysis, adsorption.

1 | INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas e agroindustriais produzem elevadas quantidades de resíduos que, ao serem descartados de forma inadequada no meio ambiente, podem causar poluição ambiental bem como provocar efeitos nocivos à saúde humana. Os resíduos gerados no âmbito das atividades destacadas, normalmente não passam por nenhum tratamento e sim, são incinerados ou dispostos em aterros de forma não planejada (SADH, 2018). O descarte indiscriminado em aterros tem como consequência problemas ambientais indesejáveis, como por exemplo a emissão de gases de efeito estufa, 45-75% de metano (CH_4) e 20-45% de dióxido de carbono (CO_2), esses gases são gerados durante a decomposição dos resíduos orgânicos (SOUZA, 2019).

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas no mundo e gera aproximadamente 250 milhões de toneladas/ano de resíduos agroindustriais. Tais resíduos são produzidos na agroindústria tanto de origem vegetal (frutas, oleaginosas, fibrosas, madeiras, etc.) quanto de origem animal (laticínios, avicultura de corte, aquicultura, etc.) e apresentam em suas composições diferentes constituintes, que possibilitam muitas oportunidades de agregação de valor, através do potencial de valorização destes resíduos (TAMANINI, 2004).

A Figura 1 ilustra dois tipos diferentes de resíduos provenientes do agronegócio: resíduos da produção agrícola e resíduos industrializados. Os resíduos agrícolas podem ser divididos em resíduos proveniente do campo e resíduos de atividades de processamento. Os resíduos de campo são aqueles que ocorrem após o processo de colheita e são formados por folhas, caules, sementes, frutos, etc. Já os resíduos do processamento são gerados como subprodutos depois que a colheita é processada. Esses resíduos consistem em melaço, cascas, bagaço, sementes, folhas, caule, palha, caule, casca, polpa, restolho,

casca, raízes, dentre outros (SADH, 2018). Os resíduos de origem vegetal são constituídos principalmente de lignina, celulose, hemicelulose, lipídeos, proteínas, açúcares, água e substrato lignocelulósico (FAROOQ, 2010; LIU, 2013; WANG, 2008).

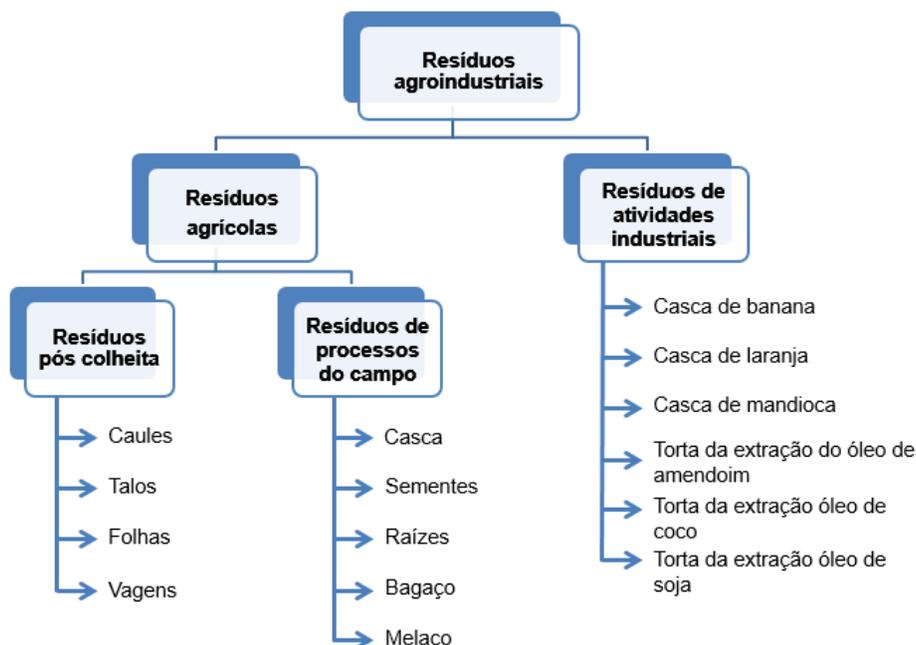


Figura 1. Tipos de resíduos agroindustrial

Fonte: (SADH, 2018), adaptado.

A reutilização de resíduos oriundos do processamento de diferentes vegetais e frutas é economicamente interessante, pois esses compostos emergem como matéria prima de baixo custo para produção de novos produtos com valor agregado, além de ser importante para o controle da poluição ambiental (PANESAR, 2015). Tais compostos apresentam características que sinalizam para diversas aplicações, como porosidade, elevada área superficial e presença de diferentes grupos químicos, especialmente grupos amino, hidroxila, carboxila, tiol e fosfato. A presença desses grupos favorecem diferentes mecanismos, como adsorção, troca iônica, complexação-quelação ou complexação (GIRELLI, 2020). A Tabela 1 destaca importantes aplicações reportadas na literatura utilizando resíduos da agroindústria vegetal.

O desenvolvimento de materiais alternativos utilizando resíduos agroindustriais, com vistas às diversas aplicações, tem sido tema de várias pesquisas devido à necessidade de substituir os produtos sintéticos, aumento da consciência ambiental, social e econômica, bem como os conceitos de sustentabilidade (NAVAS, 2015). Nesse contexto, serão

apresentados no presente capítulo, estudos abordando a utilização de resíduos oriundos do processamento de frutas para produção de materiais de baixo custo e aplicação como catalisadores, suporte catalítico ou adsorventes. Tais estudos são: Produção de materiais baseados em óxido de ferro e sementes de goiaba e cajá para emprego na fotocatalise heterogênea e Produção de um adsorvente natural utilizando caroço do cajá e aplicação na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso.

Resíduo	Aplicação	Referência
Resíduos de vinícola (cascas de uva, sementes e caule)	Produção de metano	Pellera and Gidarakos, 2018
Carvão ativado produzido com casca de cacau e sementes de siriguela	Adsorção de proteínas	Pereira et al, 2014
Biossorvente a partir das folhas e serragem da árvore nim (<i>Azadirachta indica</i>)	Adsorção de cromo em meio aquoso	Aggarwal e Arora, 2020
Cascas e caroços de azeitona	Produção de Matriz polimérica	Navas et al, 2015
Cascas de pinhão e cascas de noz pecan	Obtenção de biocompósito	Engel et al, 2020
Cascas de batata e bagaço de cana	Produção de biosurfactante	Das e Kumar, 2018
Resíduo da agroindústria da beterraba	Desenvolvimento de Catalisador para produção de biodiesel	Abdelhady et al, 2020
Bagaço da cana de açúcar com sais de ferro	Adsorção de corantes	Silva et al, 2019
Semente de manga com óxido ou sais de ferro	Obtenção de compósito	Souza et al, 2019

Tabela 1. Aplicações utilizando resíduos agroindustriais vegetais

1.1 Produção de materiais baseados em óxido de ferro e sementes de goiaba e cajá para emprego na fotocatalise heterogênea

O aproveitamento de resíduos da agroindústria na produção de materiais para emprego na catálise pode ser ilustrado com a fotocatalise heterogênea que está incluída entre os Processos Oxidativos Avançados (POA). Um material fotocatalítico é um semicondutor que ao ser submetido à radiação eletromagnética, em valor igual ou superior ao *band gap*,

produz o par elétron/lacuna (e-/h+) pela promoção do elétron da banda de valência (BV) para a banda de condução (BC). Os elétrons e lacunas gerados interagem com moléculas de água e oxigênio adsorvidos gerando radicais que são responsáveis pela degradação dos poluentes (NOGUEIRA; JARDIM, 1998). Diferentes semicondutores são utilizados na fotocatalise sendo o dióxido de titânio o mais comum devido a propriedades como: baixa toxicidade, fotoestabilidade e estabilidade química. Entretanto possui algumas limitações, tais como: dificuldade de separação do meio, absorção de radiação predominante na região do ultravioleta, além do elevado valor de *band gap*. Entre os sistemas alternativos, têm-se proposto óxido de ferro (OLIVEIRA et al, 2013.; ROCHA et al, 2014).

Dentre as características que possibilitam o emprego do óxido de ferro como fotocatalisador alternativo destaca-se o baixo valor de *band gap*, quando comparado ao dióxido de titânio, podendo absorver energia em comprimentos de onda menores para formar pares e-/h+, possibilitando o emprego de luz solar no processo fotocatalítico. Porém o referido óxido também apresenta desvantagens como uma alta velocidade de recombinação do par elétron/lacuna. Nesse sentido o óxido de ferro pode ser dopado, ou combinado com outros materiais, a exemplo de carbonáceos, para minimizar as limitações, promovendo um aprimoramento do fotocatalisador (ROCHA et al, 2014; OLIVEIRA et al, 2013).

Nesse contexto propõe-se a produção de fotocatalisadores baseados em óxido de ferro e semente de goiaba, ou cajá, para emprego na fotocatalise heterogênea.

1.2 Produção de um adsorvente natural utilizando caroço do cajá e aplicação na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso

No que se refere à utilização da biomassa na produção de materiais para emprego na adsorção, a maioria dos distintos tipos, como algas, microalgas marinhas, fungos, bactérias, plantas; além de cascas, sementes e caroços de frutas tem a capacidade de adsorver metais, podendo ser adsorventes potenciais devido às suas características físico-químicas e baixo custo. Esses materiais geralmente possuem vários compostos orgânicos (lignina, celulose e hemicelulose) com grupos polifenólicos que podem ser úteis para a adsorção por diferentes mecanismos (RAFATULLAH, 2010).

A produção de adsorventes alternativos para a remoção de contaminantes é bem documentada na literatura (ALALWAN, 2020; GUPTA, 2015) e constitui-se numa técnica promissora para redução da contaminação ambiental, pois os resíduos podem ser facilmente encontrados e não requer a utilização de reagentes e equipamentos caros.

Nessa perspectiva se propôs a produção de um adsorvente natural utilizando caroço do cajá e aplicação do material obtido na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Produção de materiais baseados em óxido de ferro e sementes de goiaba e cajá para emprego na fotocatalise heterogênea

2.1.1 Síntese dos materiais baseados em óxido de ferro e semente de goiaba por combustão

Foram preparados materiais baseados nos óxidos de ferro, usando como sal precursor o nitrato de ferro (III) nonahidratado e como combustível ureia, com excesso de 300%. Foi produzido também um compósito acrescentando resíduo da goiaba. Os cálculos das massas de reagentes utilizadas foram realizados de acordo com a química dos propelentes (IANOS et al, 2012). As amostras foram sintetizadas em sistema aberto na temperatura de 300°C, com um balão de fundo redondo, e usou-se como fonte de aquecimento uma manta (Figura 2).

Durante a síntese tanto no sistema nitrato de ferro-ureia, quanto no sistema nitrato de ferro-ureia-semente de goiaba (NFU e NFUgb1, respectivamente), no momento da combustão, foi perceptível uma chama brilhante (Figura 2) que, em frações de tempo, extinguiu-se.

No sistema em que houve a inserção da biomassa, NFUgb1, percebeu-se formação de bolhas e o aumento significativo no volume.



Figura 2. Ilustração do sistema de síntese e do momento da combustão

2.1.2 Síntese do óxido de ferro suportado em carvão ativado oriundo da semente de goiaba ou cajá

A Figura 3 ilustra o procedimento experimental para síntese do óxido de ferro suportado em carvão ativado produzido com sementes de cajá e de goiaba.



Figura 3. Síntese de óxidos de ferro suportados em carvão ativado. No sentido horário: resíduo, resíduo e agente ativante, carbonização, carvão produzido, impregnação do carvão com nitrato de ferro e óxido de ferro suportado em carvão ativado.

2.1.3 Caracterização e avaliação fotocatalítica dos materiais obtidos em 2.1.1 e 2.1.2

Foi avaliado o perfil de absorção de radiação UV-Vis e o *Band Gap* das amostras por análise do espectro de reflectância difusa utilizando o aparelho UV-Vis 2450 da Shimadzu, varredura de 200 a 800 nm e material de referência sulfato de bário anidro.

Nos experimentos de fotocatalise, uma solução de azul de metileno (70 mg L^{-1}) foi adicionada a um reator fabricado artesanalmente, com 0,2 g (ou 0,02 g) do fotocatalisador. O sistema foi mantido a 30°C com o auxílio de um banho termostático. A solução ficou 30 minutos no escuro em agitação para equilíbrio adsorção. Posteriormente a solução foi irradiada por uma lâmpada de vapor de mercúrio (125W). Foram retiradas alíquotas de 4 mL em intervalos de 5 a 90 minutos e analisadas por UV-Vis em comprimento de onda de 664 nm. Na fotólise o procedimento foi o mesmo, porém sem a adição do fotocatalisador.

2.2 Produção de um adsorvente natural utilizando caroço do cajá e aplicação na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso

2.2.1 Obtenção do adsorvente

O procedimento desenvolvido para a obtenção do adsorvente está descrito no fluxograma ilustrado na Figura 4 (SANTOS, 2015).

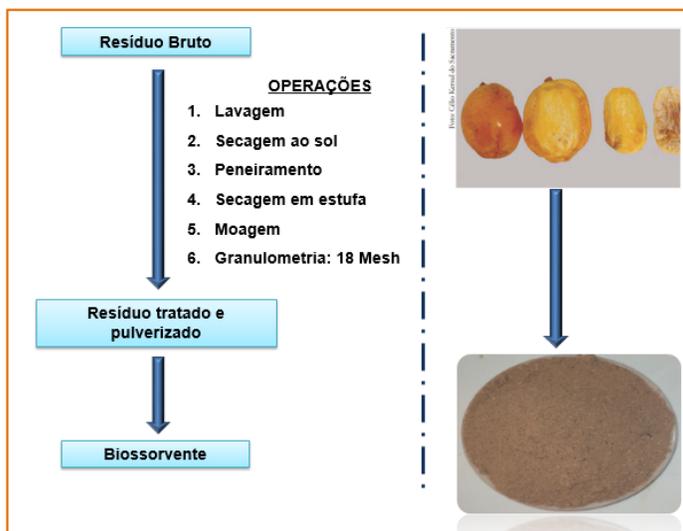


Figura 4. Obtenção do biossorvente a partir do caroço do cajá.

2.2.2 Caracterização e testes de adsorção

O adsorvente foi caracterizado por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e aplicado na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso. Nos experimentos de adsorção, massas apropriadas do adsorvente foram acondicionadas em tubos falcon de 50 mL e, em seguida, 25 mL da solução de Cr(VI) com concentração de 50 mg L⁻¹ e pH ajustado previamente foi adicionado aos respectivos tubos. Os tubos permaneceram sob agitação em um agitador de frascos (shaker) à temperatura ambiente. A capacidade de adsorção foi determinada a partir da Equação 1. Onde C₀ e C_e (mg L⁻¹) são a concentração inicial e final da solução de Cr(VI) respectivamente.

$$\text{Remoção \%} = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times 100 \quad (1)$$

3 | RESULTADOS

3.1 Materiais baseados em óxido de ferro e sementes de goiaba e cajá para emprego na fotocatalise heterogênea

3.1.1 Espectroscopia UV-Vis com Reflectância Difusa e desempenho fotocatalítico

Para verificar se foram obtidos materiais semicondutores foi empregada a técnica Espectroscopia UV-Vis com Reflectância Difusa. Ao analisar os espectros de absorção no UV-Vis das amostras NFU e NFUgb1 têm-se duas regiões de absorção, em 380 nm e outra entre 450-550 nm o que pode ser associado à mistura de fases de óxido de ferro (BHAVANI et al., 2017). Na curva da amostra NFU, além das regiões já citadas, têm-se região em torno de 640 nm, associada às transições de campo ligante do cátion Fe^{3+} em ambiente octaédrico (SAYED, POLSHETTIWAR, 2015). Os valores de absorvância máxima obtidos nos espectros das amostras FCAG e FCAC foram respectivamente, $\lambda=479,52$ nm e $\lambda=477,92$ nm, ambos estão na região do visível no espectro eletromagnético.

A partir das curvas calculou-se também o valor do *band-gap* (E_g) empregando a função de Kubelka-Munk, (Equação 2) que relaciona o coeficiente de absorção (α ou k) e o coeficiente de espalhamento (s).

$$F(R) = \frac{(1-R)^2}{2R} = \frac{k}{s} \quad (2)$$

O valor de *band gap* é calculado extrapolando-se o segmento linear da reta gerada a partir do gráfico, (BHAVANI et al., 2017). Para a amostra NFU foram encontrados os valores 2,12 e 2,4 eV, enquanto para a amostra NFUgb1 foram encontrados os valores 2,4 e 2,5 eV. Verificou-se que as amostras FCAC e FCAG exibiram *band gap* de 1,64 eV e de 1,70 eV respectivamente.

Após confirmar as características de semicondutor dos materiais obtidos foram realizados ensaios fotocatalíticos.

Nos ensaios de fotocatalise do corante azul de metileno (70 mg L^{-1} , 0,2g) empregando as amostras NFU e NFUgb1 (Figura 5) nota-se que os dois materiais empregados conduziram a uma maior descoloração da solução do corante, quando comparado ao teste realizado na ausência de fotocatalisador (fotólise). No sistema no qual foi utilizada a amostra NFU a porcentagem de descoloração foi 73% enquanto com a fotólise a descoloração foi 53%. O compósito obtido com inserção da biomassa no meio reacional (amostra NFUgb1) apresentou melhor desempenho evidenciado pela porcentagem de descoloração mais elevada, 82%.

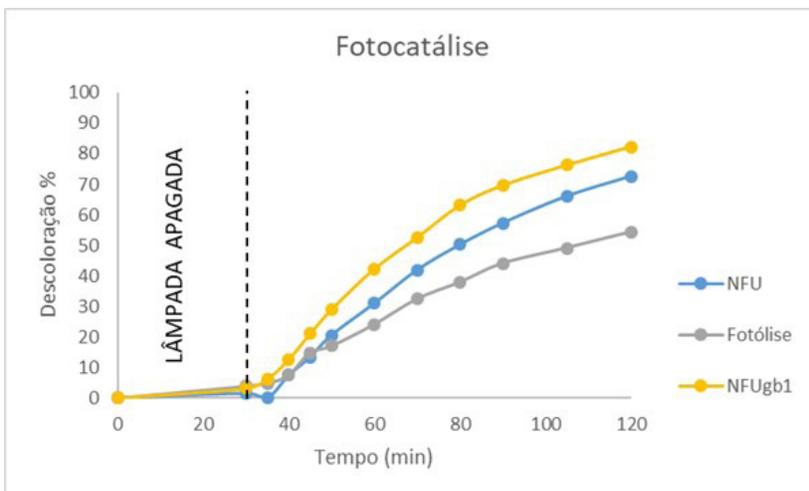


Figura 5 Curvas de Fotocatálise do azul de metileno - amostras NFU e NFUgb1

A figura 6 mostra o desempenho dos materiais com a concentração do corante 70 mg L⁻¹, obtendo descoloração de cerca de 85% para a amostra FCAG e 82% para FCAC, valores consideravelmente superiores ao da fotólise, que foi de 53%.

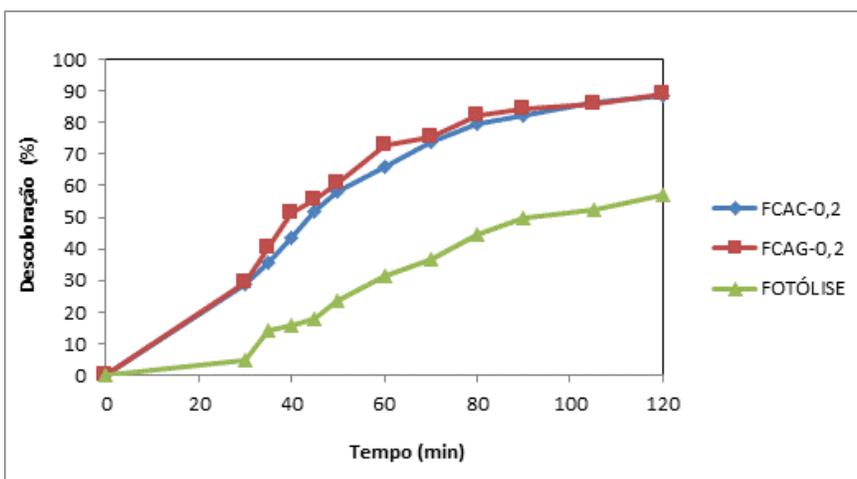


Figura 6 Curvas de Fotocatálise do azul de metileno amostras FCAC e FCAG, massa 0,2 g

Uma vez que não foi possível observar diferença significativa no desempenho das amostras foram realizados testes em distintas concentrações e massas. Com a massa 0,02 g foi possível observar a diferença no desempenho das duas amostras: a amostra FCAC promoveu uma descoloração crescente ao longo do tempo alcançando 75%, após

90 minutos de reação sendo significativamente superior à fotólise. Já com o emprego da amostra FCAG a descoloração para a mesma massa foi 64%, valor mais próximo ao observado na fotólise.

3.2 Adsorvente natural produzido utilizando caroço do cajá e aplicação na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso

3.2.1 Caracterização e ensaios de adsorção

A Tabela 2 descreve os principais modos vibracionais observados no material antes e após o processo de adsorção.

A Figura 7 ilustra o comportamento do processo de adsorção do cromo hexavalente em função da variação do pH, mostrando ainda a variação quando o ajuste do pH é feito com a solução de HCl e NaOH ou com uma solução tampão de KCl/HCl. Para entender melhor tal comportamento é importante lembrar que a química do Cr^{VI} é muito dependente do pH e o íon HCrO_4^- é a principal espécie de cromo hexavalente presente em baixo pH (SUN et al., 2013).

Número de onda (cm^{-1})		Grupos funcionais
Biomassa antes da adsorção	Biomassa após adsorção de $\text{Cr}(\text{VI})$	
3344	3339	Estiramento de ligação $-\text{OH}$ e $-\text{NH}$ (fenol, álcool ou ácido carboxílico) ou estiramentos de ligação $-\text{OH}$ em celulose.
2915	2915	Estiramento de ligação $-\text{CH}$ em CH_2 .
1617	1634	Estiramento $\text{C}=\text{O}$ ou vibrações de estiramento $\text{C}=\text{C}$ em aromáticos.
1420/1370	1420/1370	Deformação angular no plano de $-\text{OH}$.
1370	1370	Ligações $-\text{CH}$ em celulose e hemicelulose.
1260/1230	1260/1230	Estiramento $-\text{C}-\text{O}$ de fenol.
1030	1030	Estiramento $-\text{C}-\text{O}$ de grupos alcoólicos ou ligações $-\text{C}-\text{O}$ em compostos lignocelulósicos.

Tabela 2. Principais grupos funcionais observados no material e respectivos comprimentos de onda de absorção.

Diante dos resultados destacados notou-se que o processo de adsorção no sistema em estudo foi favorecido em pH baixo, especificamente entre 1,5 e 2,0, em que o percentual de remoção foi de quase 90%. Acima do pH 2 observou-se um declínio da eficiência de remoção, ficando o percentual de remoção abaixo de 50%. Os grupos OH^- , COO^- e NH_2^- presentes na estrutura do bioadsorvente, como observado no espectro FTIR, são considerados como sítios ativos e podem ser responsáveis pela atração eletrostática de espécies positivas em solução. Por outro lado, em pH baixo, ocorre uma grande disponibilidade de íons H^+ em solução que protona estes grupos carregados negativamente e, desta forma, favorece a atração pelo oxianion da espécie Cr^{VI} .

À medida que o pH aumenta, a protonação dos grupos carregados negativamente presentes na superfície da biomassa é cada vez menos intensa, o que explica o decréscimo observado na capacidade de adsorção. Assim, a adsorção não é favorecida em pH alcalino em função da repulsão entre a espécie do metal e os grupos funcionais ativos do bioadsorvente (a exemplo HCrO_4^-).

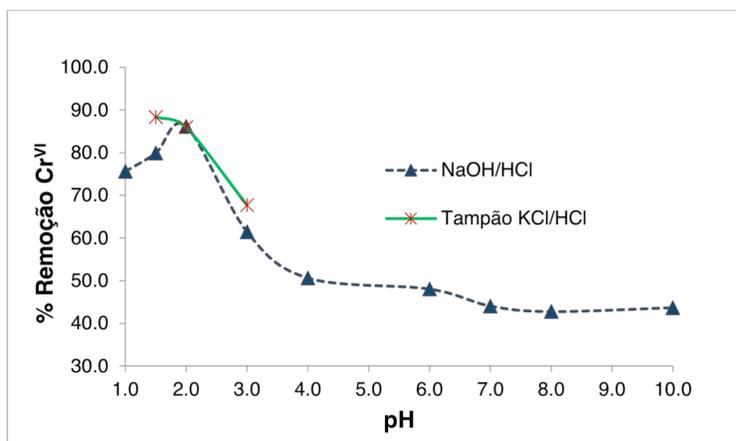


Figura 6. Efeito do pH na adsorção de Cr^{VI} .

4 | CONCLUSÃO

Foram produzidos materiais alternativos, de baixo custo, a partir do reaproveitamento de resíduos provenientes do processamento do cajá e da goiaba, com propriedades catalíticas e de adsorção. Os materiais foram eficientes na remoção de um azul corante (azul de metileno) e de cromo hexavalente, ambos presentes em meio aquoso. O trabalho apresentou um forte apelo ambiental, por um lado com o reaproveitamento de resíduos que seriam descartados no meio ambiente e, por outro lado, aplicando os materiais em dois processos (fotocatálise e adsorção) com vistas à remediação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABDELHADY, H. H. *et al.* **Efficient catalytic production of biodiesel using nano-sized sugar beet agro-industrial waste.** *Fuel*. Vol. 261, p. 1-12, 2020.

AGGARWAL, R., ARORA, G. **Assessment of biosorbents for chromium removal from aqueous media.** *Materials Today: Proceedings*. Vol. 28, p. 1540–1545, 2020.

ALALWAN, H.A., KADHOM, M.A., ALMINSHID, A.H. **Removal of heavy metals from waste water using agricultural by products.** *J Water Supply*. Vol. 692, p.99–112, 2020.

BHAVANI, P. *et al.* **Synthesis of high saturation magnetic iron oxide nanomaterials via low temperature hydrothermal method.** *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol.. 426, 459–466 , 2017

DAS, A.J., KUMAR, R. **Utilization of agro-industrial waste for biosurfactant production under submerged fermentation and its application in oil recovery from sand matrix.** *Bioresource Technology*. Vol. 260, p. 233–240, 2018.

ENGEL, J.B. *et al.* **Reuse of different agroindustrial wastes: pinhão and pecan nutshells incorporated into biocomposites using thermocompression.** *J Polym Environ*. Vol. 28, p.1431–1440, 2020.

FAROOQ, U. *et al.* **Biosorption of heavy metal ions using wheat based biosorbents – A review of the recent literature.** *Bioresource Technology*. Vol. 101, p. 5043-5053, 2010.

GIRELLI, A.M., ASTOLFI, M.L., SCUTO, F.R. **Agro-industrial wastes as potential carriers for enzyme immobilization: A review.** *Chemosphere*. Vol. 244, p. 1-12, 2020.

GUPTA, V. K.; NAYAK, A.; AGARWAL, S. **Bioadsorbents for remediation of heavy metals: Current status and their future prospects.** *Environ. Eng. Res*. Vol. 20, p.1-18, 2015.

IANOS, R. *et al*, R. *et al.* **Solution Combustion Synthesis and Characterization of Magnetite, Fe₃O₄, Nanopowders.** *Journal of the American Ceramic Society* Vol.. 95, n. 7, p. 2236–2240, 2012.

LIU, Z. *et al.* **Biosorption of clofibric acid and carbamazepine in aqueous solution by agricultural waste rice straw.** *Journal of Environmental Sciences*. Vol. 25, n° 12, p. 2384-2395, 2013.

NOGUEIRA, R. F. P.; JARDIM, W. F. **A fotocatalise heterogênea e sua aplicação ambiental.** *Quim. Nova*, Vol.. 21, 1998

NAVAS, C.S. *et al.* **Comparative Study of Agroindustrial Wastes for their use in Polymer Matrix Composites.** *Procedia Materials Science*. Vol.8, p. 778 – 785, 2015.

OLIVEIRA, L. C. A.; FABRIS, J. D.; PEREIRA, M. C.. **Óxidos de Ferro e suas Aplicações em Processos Catalíticos: Uma revisão.** *Química Nova*. Vol. 36, n. 1, p. 123-130, 2013.

PANESAR, R., KAUR, S., PANESAR, P. S. **Production of microbial pigments utilizing agro-industrial waste: a review.** *Current Opinion in Food Science*. Vol. 1, p. 70-76, 2015.

- PELLERA, F.-M., GIDARAKOS, E., **Chemical pretreatment of lignocellulosic agroindustrial waste for methane production**. Waste Management. Vol. 71, p. 689–703, 2018.
- PEREIRA, R.G., VELOSO, C.M., SILVA, N.M., SOUSA, L.F., BONOMO, R.C.F., SOUZA, A.O., SOUZA, M.O.G., FONTAN, R.C.I. **Preparation of activated carbons from cocoa shells and siriguela seeds using H_3PO_4 and $ZnCl_2$ as activating agents for BSA and α -lactalbumin adsorption**. Fuel Process. Technol., Vol. 126, p. 476-486, 2014.
- RAFATULLAH, M. et al. **Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review**. Journal of Hazardous Materials. Vol. 177, p. 70-80, 2010.
- ROCHA, V. M. S. et al. **Effect of copper on the photocatalytic activity of semiconductor-based titanium dioxide (anatase) and hematite (α - Fe_2O_3)**. Materials Science and Engineering B, v. 185, p. 1320, 2014
- SADH, P.K., DUHAN S., DUHAN, J.S., **Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review**. Bioresources Bioprocess 5:1. <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>, 2018.
- SANTOS, A. S. **Produção de biossorvente a partir do caroço de cajá (*Spondias spp.*) e aplicação na remoção de cromo hexavalente em meio aquoso**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Jequié-BA, 2015.
- SAYED, Farheen N; POLSHETTIWAR, Vivek. **Facile and Sustainable Synthesis of Shaped Iron Oxide Nanoparticles: Effect of Iron Precursor Salts on the Shapes of Iron Oxides**. Scientific Reports. 2015
- SILVA, C. P; SOUZA, M.O.G; SANTOS W. N. L. et al. **Optimization of the Production Parameters of Composites from Sugarcane Bagasse and Iron Salts for Use in Dye Adsorption**. The Scientific World Journal, p. 1-12, 2019.
- de águas. Química, p. 31 – 34, 2010.
- SOUZA, M.O.; SANTOS, M.V.R.; CASTRO, L.M.F.; SILVA, C.P. **Production and in situ transformation of hematite into magnetite from the thermal decomposition of iron nitrate or goethite mixed with biomass**. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol. 139, pages1731–1739, 2020.
- SUD, D; MAHAJAN G; KAUR, M. P. **Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions – A review**. Bioresource Technology. Vol. 99, p. 6017-6027, 2008.
- SUN, Y. et al. **Adsorption of hexavalent chromium on *Arundo donax Linn* activated carbon amine-crosslinked copolymer**. Chemical Engineering Journal. Vol. 217, p. 240-247, 2013.
- TAMANINI, C; HAULY, M. C. O. **Resíduos agroindustriais para produção biotecnológica de xilitol**. Semina: Ciências Agrárias. Londrina, Vol. 25, nº. 4, p. 315-330, 2004.
- WANG, X. S; LI, Z. Z; SUN, C. **Removal of Cr(VI) from aqueous solutions by low-cost biosorbents: Marine macroalgae and agricultural by-products**. Journal of Hazardous Materials. Vol. 153, p. 1176-1184, 2008.

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 Açai 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