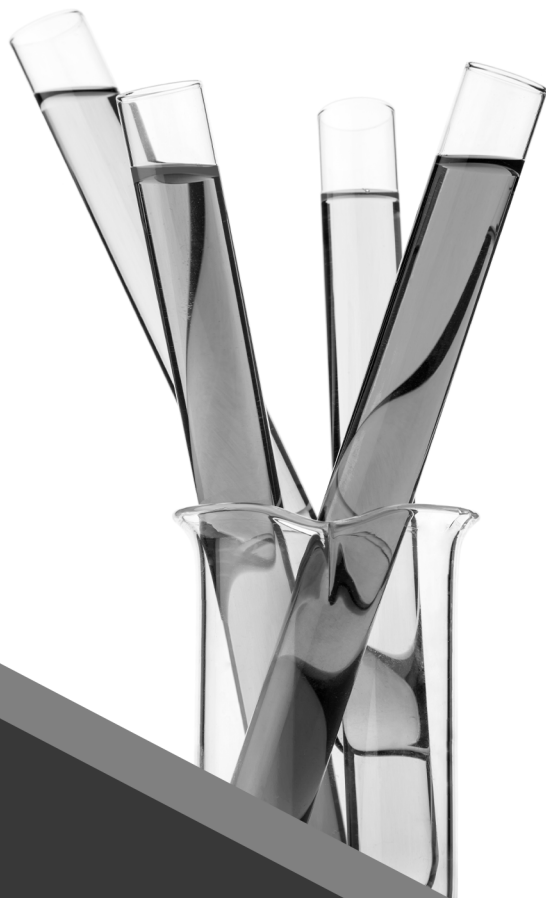




O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

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

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
Cinthya 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
Livia 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

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE LIPASE DE GRÃOS DE SOJA

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 29/09/2020

Isabela Cristina Damasceno

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo
São José dos Campos - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7628317703417493>

Marcela Guariento Vasconcelos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro
São Gonçalo - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7442776367825877>

Lívia Piccolo Ramos Rossi

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Baiano
Catu - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4289800455441549>

RESUMO: Lipases (EC 3.1.1.33 - triacilglicerol hidrolases) são enzimas da família das hidrolases, que apresentam uma gama de aplicações industriais. Sua função biológica consiste em realizar a catálise da reação de hidrólise de triglicerídeos, provenientes de distintas fontes de gordura, em diglicerídeos, monoglicerídeos e ácidos graxos. Além de catalisar a reação de hidrólise, a lipase também é muito utilizada em reações de esterificação. Sua alta especificidade, estabilidade em solventes orgânicos entre outras características, tornam a lipase uma enzima muito visada e estudada. Elas podem ser obtidas de fontes microbianas, fontes

animais e vegetais, em que, dentre as fontes vegetais, a soja possui um destaque potencial no Brasil, já que é o maior produtor mundial, devido às características climáticas e território favorável para o cultivo deste grão. No presente trabalho, objetivou-se realizar a extração e quantificação de lipases de grão de soja, visando a seleção do método mais eficiente utilizando o ultrassom neste processo.

PALAVRAS-CHAVE: Lipase, soja, extração, biocatálise.

EXTRACTION AND QUANTIFICATION OF LIPASE FROM SOYBEANS

ABSTRACT: Lipases (EC 3.1.1.33 - Triacylglycerol hydrolases) are enzymes of the family of hydrolases, which have a range of industrial applications acting. Its biological function is catalyze the hydrolysis reaction of triglycerides, from different sources of fat, in diglycerides, monoglycerides and fatty acids. In addition to catalyzing the hydrolysis reaction, lipase is also widely used in esterification reactions. Its high specificity, stability in organic solvents among other characteristics, make lipase a very targeted enzyme and studies. They can be obtained from microbial sources, animal and vegetable sources, where, among the vegetable sources, soy has a potential highlight in Brazil due to the largest world producer. Brazil has a great climatic characteristics and favorable territory for cultivation of these grains. In the present work, the objective was to perform the extraction and quantification of soybean lipase, aiming to select the most efficient method using the ultrason.

KEYWORDS: Lipase, soybean, extraction, biocatalysis.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Lipase

Lipases (EC 3.1.1.33 - triacilglicerol hidrolases) são enzimas da família das hidrolases muito utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica, têxtil, no tratamento de efluentes e reutilização de resíduos agrícolas (VAZ; CHOUPINA, 2012). Sua principal aplicação está em realizar a catálise da reação de hidrólise de triglicerídeos, provenientes de distintas fontes de gordura, em diglicerídeos, monoglicerídeos e ácidos graxos (BONFIM; PRADO; VASCONCELOS, 2017).

Em adição a sua singular função de hidrolisar ligações ésteres, as lipases também são muito utilizadas em reações de esterificação, amidação ou transesterificação, tanto em meio aquoso, como na presença de solventes orgânicos (Figura 1). Sua alta especificidade, estabilidade em solventes orgânicos entre outras características, tornam a lipase uma enzima muito visada e estudada (STERGIOU *et. al*, 2013).

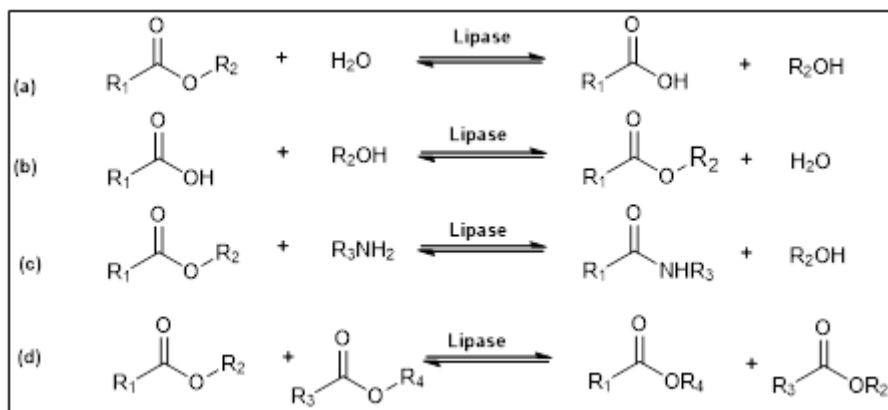


Figura 1: Reações catalisadas por lipases: a) hidrólise de éteres; b) esterificação; c) amidação; d) transesterificação.

Fonte: Autor

1.1.1 Aspectos gerais

1.1.1.1 Fontes de obtenção

As lipases são distribuídas entre os animais superiores, micro-organismos e vegetais, desempenhando um papel chave na reserva biológica de lipídeos. Elas são utilizadas como

enzimas digestivas para facilitar não só a transmissão, a partir de um organismo para outro, mas também a deposição e mobilização de gordura, que é usada como um reservatório de energia dentro do organismo. As lipases também estão envolvidas no metabolismo dos lipídeos intracelulares e, por conseguinte, são importantes para o funcionamento das membranas biológicas. Dentre os animais superiores, destacam-se as lipases lácteas e pancreáticas - extraídas de suínos, cabras, ovelhas e bezerros (SHARMA; CHISTI; BANERJEE, 2001). No reino vegetal, as principais lipases são extraídas principalmente da soja, centeio e algodão. Por sua vez, as lipases obtidas pela extração de micro-organismos são as mais utilizadas em virtude da grande variedade de fontes, fácil manipulação genética, ausência de flutuação sazonal, rápido cultivo dos micro-organismos, utilização de meios de baixo custo e, principalmente, pela sua maior estabilidade frente às obtidas de plantas e animais (BONFIM; PRADO; VASCONCELOS, 2017),(COSTA, 2009).

De acordo com Kapoor; Gupta, 2012, lipases são amplamente encontradas em plantas, animais e micro-organismos e são obtidas tanto por extração a partir de tecido animal ou vegetal, quanto pelo cultivo de micro-organismos, sendo que 45% das lipases isoladas provém de bactérias, 21% de fungos, 18% de animais, 11% de plantas e 3% de algas (SETH et al., 2014).

Em virtude da diversidade de tipos de lipases, obtidas pela extração de sementes, estas podem apresentar propriedades muito distintas entre si. Essas características enzimáticas podem ser afetadas por uma série de fatores, tais como: temperatura, pH, umidade, estabilidade frente a condições adversas como a presença de solventes orgânicos, sensibilidade a íons, dentre outros. Dessa forma, o conhecimento prévio das propriedades catalíticas das enzimas é de extrema importância, já que estas informações facilitam não só a compreensão do mecanismo, como a estabilidade durante a reação enzimática (LUZ, 2014).

1.1.1.2 Efeito do pH e da temperatura

Devido à natureza protéica, as enzimas são altamente sensíveis a variações de pH e temperatura. O efeito do pH sobre a enzima deve-se às variações no estado de ionização dos componentes do sistema a medida que o pH varia. De forma geral, as lipases são ativas na faixa de pH de 4-11, entretanto, apresentam pH ótimo entre 5-9 (LUZ, 2014), porém, algumas exceções podem ser encontradas. A lipase de *Pseudomonas fluorescens* SIK W1, por exemplo, apresenta um pH ótimo em torno de 4- 8 (CAINELLI et al., 2000).

Em relação à temperatura, a maioria das lipases apresenta atividade ótima na faixa de 30 a 40°C. Embora a estabilidade varie consideravelmente em função da origem e isoformas produzidas pela mesma cepa, a termoestabilidade é uma das características requeridas para as enzimas com potencial para aplicação industrial. Altas temperaturas podem provocar a desnaturação, ocasionando mudanças nas estruturas terciárias e

quaternárias da proteína, fazendo com que a enzima passe de uma conformação ativa, a uma conformação desprovida de atividade catalítica (KUHN, 2010).

1.1.1.3 Estabilidade em solventes orgânicos

Por muitos anos a utilização de enzimas em meio aquoso foi extensivamente empregada em processos catalíticos, contudo seu uso tornou-se limitado pelo fato da baixa solubilidade dos substratos em água (LIU et al.,2006). O uso de solventes orgânicos em reações enzimáticas superou os problemas de solubilidade, além de conferir vantagens como: facilitar a recuperação do produto e suprimir reações indesejáveis que ocorrem em meios aquosos (CAINELLI et al.,2000).

Ao selecionar um biocatalisador para determinada reação enzimática, o tipo de solvente, a quantidade de água e a solubilidade dos substratos e produtos devem ser avaliados e otimizados. A quantidade de água pode ser o componente mais importante quando o biocatalisador é utilizado em meio orgânico (KLIBANOV, 1989). Uma quantidade mínima de água, que é dependente do tipo de solvente e das características do suporte utilizado, é absolutamente necessária para a solvatação da enzima ou dos substratos e produtos. Entretanto, o excesso de água pode favorecer a reação de hidrólise e não de esterificação. Cabe ressaltar que as enzimas necessitam de uma pequena quantidade de água para reter a sua integridade estrutural através da conformação tridimensional ativa, mesmo quando estão ligadas covalentemente a um suporte (CAINELLI et al.,2000).

As lipases também são muito utilizadas como catalisadores de reações estereosseletivas. O efeito do solvente sobre a enantiosseletividade das lipases vêm sendo objeto de estudo de vários grupos de pesquisa. O solvente pode alterar a especificidade, quimiosseletividade, regioseletividade, seletividade pró-quiral e enantiosseletividade das lipases e outras hidrolases. O fato de que muitas enzimas mantêm atividade catalítica em solventes orgânicos não possui explicação simples. A hipótese correntemente aceita é de que, quando a enzima é colocada em um solvente orgânico anidro, esta é cineticamente congelada no estado nativo. Isto ocorre em parte devido à baixa constante dielétrica do meio, que produz uma maior efetividade nas forças eletrostáticas responsáveis pela manutenção da estrutura enzimática (CAINELLI et al.,2000).

De um modo geral, o parâmetro mais comum utilizado na correlação entre solvente e atividade da lipase é a hidrofobicidade do solvente, que pode ser definido pelo coeficiente de partição (relação das concentrações da substância no sistema octanol/água). No entanto, uma correlação mais específica pode ser descartada, já que o efeito do solvente é diferente para cada enzima.

1.2 Modelo cinético

Os estudos de raio-X mostraram que a estrutura tridimensional das lipases apresenta um padrão conformacional comum, caracterizado como conformação a/b hidrolase, composto de uma seqüência de (α)-hélices e folhas b-pregueadas.

O sítio catalítico das lipases é composto por uma tríade catalítica (G-X1-S-X2-G), onde G= glicina; S= Serina; X1= histidina e X2= ácido glutâmico ou aspártico. O mecanismo catalítico de reações de hidrólise ou síntese de ésteres é composto por quatro etapas (Figura 2), sumarizadas a seguir:

Etapa 1: O grupo hidroxila da serina é ativado pela formação de uma ligação de hidrogênio com a histidina vizinha. Esta faz um ataque nucleofílico ao átomo de carbono da carbonila do primeiro substrato, um éster, quebrando a ligação π do grupo C=O e formando o complexo do primeiro intermediário tetraédrico (I.T.).

Etapa 2: O intermediário tetraédrico é desfeito, pela regeneração da ligação π (C=O) e conseqüente quebra da ligação éster. Ocorre, então, a liberação do primeiro produto, porção álcool, cujo oxigênio recebe um próton proveniente da histidina, que age como um ácido, formando assim o intermediário enzima “acilada”.

Etapa 3: Formação do intermediário covalente enzima “acilada”, onde o componente ácido do substrato encontra-se esterificado com o resíduo serina da enzima. O segundo substrato, molécula de água ou álcool, que se aproxima é ativado pelo resíduo histidina vizinho e o íon hidroxila resultante promove o ataque nucleofílico ao átomo de carbono da carbonila, formando o complexo do segundo intermediário tetraédrico.

Etapa 4: Regeneração da ligação π (C=O), desfazendo o complexo do segundo intermediário tetraédrico (I.T.). Ocorre a liberação do segundo produto, ácido carboxílico ou éster, e da enzima livre.

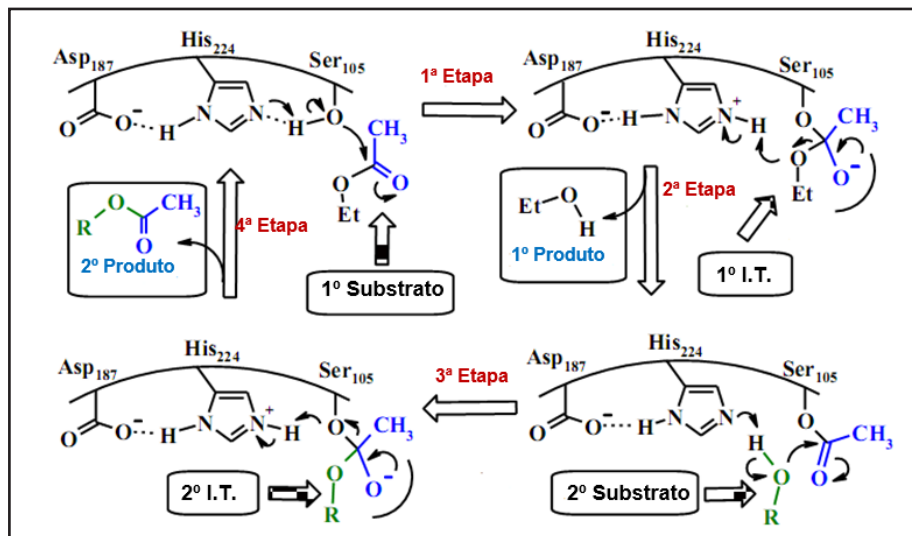


Figura 2: Mecanismo da reação de hidrólise de ligações éster catalisada por lipases.

Fonte: SIMAS, 2011.

O interesse na pesquisa de lipases tem aumentado nas últimas décadas, principalmente devido à sua capacidade de reconhecer uma ampla variedade de substratos, relativa estabilidade para condições extremas de temperatura e pH, uso de solventes orgânicos e quimio-/régio-/enantiosseletividades. Estas propriedades permitem, quase sempre, a catálise de reações com reduzida formação de subprodutos, redução dos custos de tratamento de resíduos e emprego de condições reacionais amenas de temperatura e pressão. (PEREIRA, ZANIN, CASTRO, 2003).

2 | JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O Brasil é um grande produtor agrícola e dentre as fontes vegetais a soja é uma alternativa em potencial para uso de relevância biotecnológica.

Com suas características climáticas e território favorável, além do emprego de tecnologia de ponta, o Brasil se destaca como maior produtor mundial de soja (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020).

Em virtude do alto potencial do Brasil na produção de grãos, é de grande valor científico avaliar e estudar o que nossos recursos naturais podem nos proporcionar em relação ao conhecimento e saber.

3 | OBJETIVO

Este projeto teve como objetivo realizar o estudo de extração de lipases de grãos de soja utilizando o ultrassom e quantificar as atividades hidrolíticas das lipases extraídas.

4 | DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de selecionar as melhores condições de extração e atividades enzimáticas, algumas variáveis foram estudadas como solvente, tempo de extração e relação mássica de grão de soja/solvente.

Inicialmente os solventes testados neste trabalho foram o hexano e acetona. As razões de grão de soja/solvente foram 40g de grãos de soja triturados para 60mL, 90mL e 120mL de solvente. As extrações foram realizadas utilizando o ultrassom nos tempos 15, 30, 45 e 60 minutos.

4.1 Procedimentos experimentais

4.1.1 *Preparação dos grãos de soja*

Os grãos de soja utilizados no presente trabalho foram adquiridos comercialmente, da marca Viva Salute na forma *in natura* e à vácuo. Estes foram triturados por aproximadamente 10 minutos com o auxílio do mixer e triturador de alimentos Britânia 200W.

4.1.2 *Processo de extração da enzima*

Em um Erlenmeyer, pesou-se a quantidade de grão de soja triturado, adicionou-se o volume do solvente desejado (acetona ou hexano) e submeteu-se a Ultrassom Ultracleaner 1600, Unique 135W a temperatura de 30°C. Passado o tempo, a mistura foi filtrada através de uma filtração simples, utilizando-se um funil de vidro e papel de filtro e o filtrado foi recolhido.

O processo de remoção do solvente residual foi realizado por meio de evaporação utilizando um evaporador rotatório a vácuo. Após a evaporação total do solvente o extrato bruto de lipase foi pesado e sua massa registrada.

4.1.3 *Determinação da atividade hidrolítica*

4.1.3.1 *A reação*

Em um erlenmeyer, adicionou-se 5g de azeite de oliva comercial, 2,5 mL de goma arábica a 7% (p/v), 3mL de solução tampão pH 7 e, por último, 1g de extrato bruto de lipase. A referente reação foi realizada na condição de 10% de extrato enzimático, na relação m/m, meio reacional/extrato enzimático.

A reação foi mantida a uma temperatura de 35°C por 30 minutos, com agitação magnética de 800 rpm. Após o término da reação, adicionou-se 20mL de uma mistura acetona:etanol, na proporção 1:1, objetivando-se a paralisação da reação.

Para a reação do branco, realizou-se o mesmo protocolo experimental, porém, sem a adição do extrato enzimático. Tais procedimentos foram realizados, de forma semelhante, por COSTA, 2009- adaptado, na reação de hidrólise catalisada por lipases extraídas de grãos de trigo.

4.1.3.2 Titulação e cálculo da atividade hidrolítica

Realizou-se, tanto para o branco quanto para a reação, uma titulação com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹, padronizada com biftalato de potássio. O processo de titulação ocorreu até o titulado atingir pH 11.

Através da Fórmula 1, calculou-se o valor da atividade hidrolítica da reação analisada, na qual, cada unidade de atividade hidrolítica corresponde a um μmol de ácido liberado, por minuto (COSTA, 2009- adaptado).

$$\Delta H = \frac{(V_a - V_{br}) * C_{base} * 1000}{t * m}$$

Fórmula 1: Cálculo da atividade hidrolítica

Em que:

V_a : Volume de base gasto na titulação do meio reacional (mL)

V_{br} : Volume de base gasto na titulação do branco (mL)

C_{base} : concentração real da base (mol/L)

t: Tempo (min)

m: massa de extrato enzimático (g)

ΔH : atividade hidrolítica (U/g)

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a extração e evaporação dos solventes utilizados (acetona e hexano) o extrato bruto de lipases foi quantificado e os resultados encontram-se nas tabelas 1 e 2 e nos gráficos 1 e 2.

HEXANO	Massa em gramas de extrato bruto			
Volume/Tempo	15 minutos	30 minutos	45 minutos	60 minutos
60mL	3,50	3,60	4,16	3,31
90mL	4,78	5,97	4,16	4,02
120mL	3,52	4,28	5,83	3,37

Tabela 1 - Massa (g) de extrato bruto de Lipase extraídos em hexano.

ACETONA	Massa em gramas de extrato bruto			
Volume/Tempo	15 minutos	30 minutos	45 minutos	60 minutos
60mL	3,60	4,00	4,31	4,23
90mL	2,83	4,78	5,97	6,49
120mL	3,72	5,05	7,81	5,15

Tabela 2 - Massa (g) de extrato bruto de Lipase extraídos em acetona.

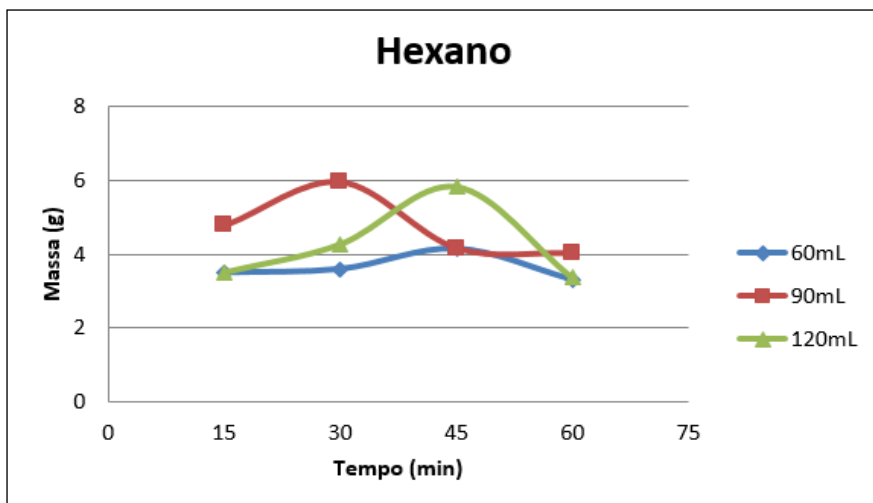


Gráfico 1 - Massa, em gramas, de lipase bruta extraída em hexano, sob ação de ultrassom, em diferentes tempos de extração e volume de solvente.

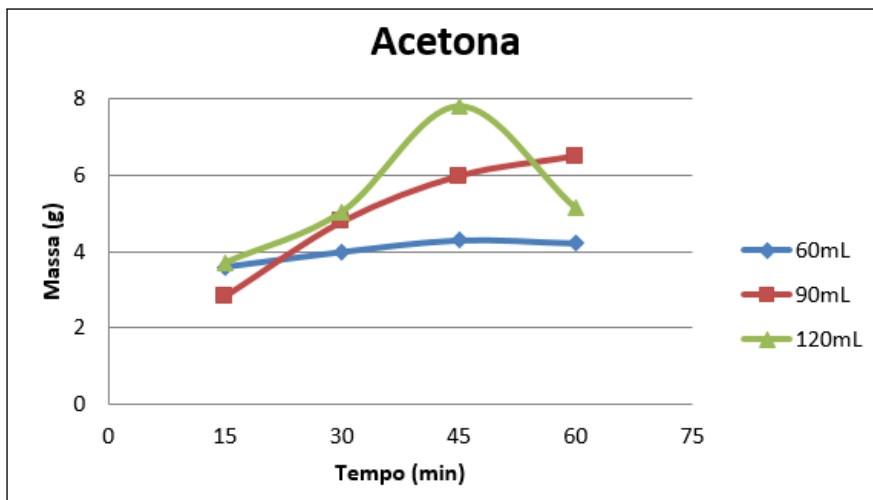


Gráfico 2 - Massa, em gramas, de lipase bruta extraída em acetona, sob ação de ultrassom, em diferentes tempos de extração e volume de solvente.

De acordo com os gráficos 1 e 2 pode-se observar que, de modo geral, a quantidade de extrato bruto obtido é diretamente proporcional ao volume de solvente utilizado. Quanto maior o volume de solvente utilizado, maior é a massa do extrato bruto obtido. Observa-se também que a massa do extrato bruto diminui ao longo do tempo, sugerindo uma degradação do mesmo com o passar do tempo da extração. Na extração realizada com a acetona (tabela 2) foi obtida uma maior massa de extrato bruto (7,81g) quando comparado com a extração utilizando hexano como solvente (5,97g). Os dados obtidos estão de acordo com COSTA, 2009, no qual mostra que a eficiência do solvente orgânico está relacionada a polaridade do solvente, sendo que, quanto maior a polaridade melhor é a capacidade de extrair a enzima.

O hexano, segundo PRADO, 2014, tem uma excelente eficiência quando se trata da extração do óleo da soja, devido suas características físico-químicas, sua apolaridade e imiscibilidade em água. Tais fatos justificam a massa de extrato bruto se assemelhar a massa obtida por acetona, contudo, pelo fato de ele extrair o óleo sem grandes impactos em outros componentes do grão, suas atividades enzimáticas são baixas, por se tratar de um extrato bruto composto em grande parte por óleo de soja.

Levando em consideração a extração com o solvente hexano o melhor custo benefício em relação a quantidade de extrato bruto obtido, foi utilizando a razão de 40g de soja triturada para 90mL de hexano. Em contrapartida, quando avaliamos o melhor custo benefício no processo de extração com a acetona, chegamos a conclusão que a razão de 40g de soja triturada para 120mL deste solvente foi o melhor.

Após escolha dos melhores resultados obtidos em relação a massa de extrato bruto e massa de grão de soja triturada/solvente os extratos foram analisados quanto às suas atividades hidrolíticas (AH) - tabela 3; gráficos 3 e 4.

Solvente	Volume	Tempo	15 minutos	30 minutos	45 minutos	60 minutos
Hexano	90mL	AH (U/g)	45	66	55	40
		Masa(g)	4,78	5,97	4,16	4,02
Acetona	120mL	AH (U/g)	46	40	112	14
		Masa(g)	3,72	5,05	7,81	5,15

Tabela 3 - Dados das atividades hidrolíticas dos extratos brutos nas condições selecionadas.

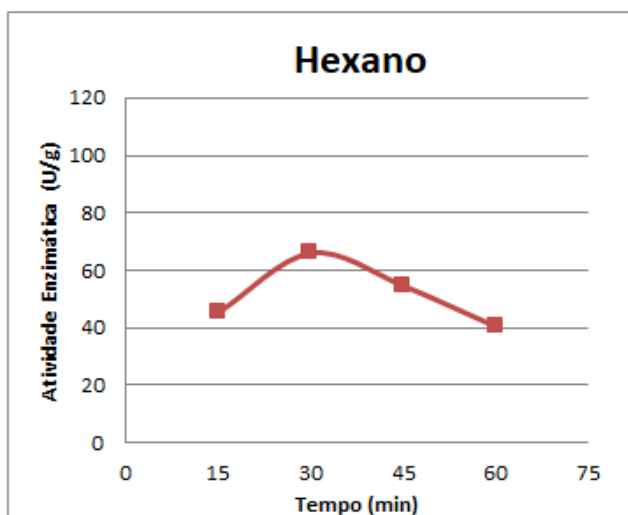


Gráfico 3 - Atividade hidrolítica da extração utilizando 40g de soja triturada para 90mL de hexano.

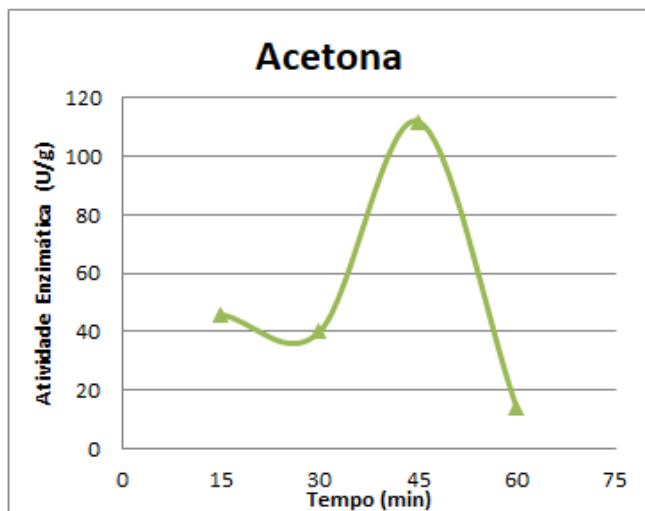


Gráfico 4 - Atividade hidrolítica da extração utilizando 40g de soja triturada para 120mL de acetona.

De acordo com os gráficos 3 e 4 pode-se observar que o extrato bruto obtido da extração com acetona apresentou uma atividade hidrolítica bem maior quando comparada com a extração realizada com hexano. A maior atividade hidrolítica do hexano foi de 66U/g no tempo de 30 minutos. Já na extração com acetona a maior atividade hidrolítica foi de 112U/g em 45 minutos.

Assim, de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, estabeleceu-se o uso da acetona como melhor solvente para extração das lipases de grãos de soja na proporção massa de soja triturada/volume de solvente de 40g/120 mL, em um tempo de extração no ultrassom de 45 min, pois como mostram, os Gráficos 2 e 4, essa condição apresentou melhores resultados tanto em rendimento mássico quanto em atividade hidrolítica.

6 | CONCLUSÃO

O processo realizado neste presente trabalho mostra-se uma alternativa em potencial de extração de lipases a partir de grãos de soja, visto que o Brasil é o maior produtor mundial e com prospecção de aplicações em diversos processos biotecnológicos desde a produção de biodiesel até na obtenção de moléculas orgânicas quirais. Além disso, o procedimento utilizado também se enquadra dentro dos parâmetros da química verde, qualificando-o como uma via orgânica mais limpa o qual contribuirá para a sustentabilidade do setor.

REFERÊNCIAS

BONFIM, L.B.; PRADO, E. S.C.; VASCONCELOS, M.G. **Extração e imobilização de lipases de grão de soja**. Anais de Evento. XI Jornada Interna de iniciação científica e tecnológica, Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, IFSP-São Gonçalo, 2017.

CAINELLI, G.; MATTEIS, V.; GALLETI, P.; GIACOMINI, D.; ORIOLI, P. **Temperature and solvent effects on enzyme stereoselectivity: inversion temperature in kinetic resolutions with lipases**. Chem. Commun., 2351–2352, 2000.

COSTA, R. J. **Avaliação do processo de extração de lipases de semente de trigo**. Dissertação de mestrado, Erechim, Rio Grande do Sul:URI, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Estimativa de agosto prevê safra recorde de 251,7 milhões de toneladas em 2020**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28839-estimativa-de-agosto-preve-safra-recorde-de-251-7-milhoes-de-toneladas-em-2020>> Acesso em 22/09/2020.

KAPOOR, M.; GUPTA, M. N. **Lipase promiscuity and its biochemical applications**. Process Biochemistry, v. 47, n. 4, p. 555–569, 2012.

KLIBANOV, A. **Enzymatic catalysis in anhydrous organic solvents**. Trends Biochem. Sci., 14, 141-144, 1989.

KUHN, G.O. **Comportamento da atividade de esterificação de lipases não comerciais em propano pressurizado**. Dissertação de mestrado, Erechim, Rio Grande do Sul:URI, 2010.

LIU, Y.; LOTERO, E.; GOODWIN, J.G.J. **Effect of water on sulfuric acid catalyzed esterification**. J. Mol. Catal. A: Chem., 245, 132-140, 2006.

LUZ, B.D.S. **Produção de lipases visando-se aplicações industriais empregando-se micro-organismos selecionados na bioprospecção realizada no parque estadual serra do ouro branco/mg**. Dissertação de mestrado, Ouro Branco, Minas Gerais: UFSJ, 2014.

PEREIRA, E. B. ZANIN, G. M. CASTRO, H. F. **Imobilização e propriedades catalíticas da lipase em quitosana para reações de hidrólise e esterificação**. Revista Brasileira de Engenharia Química, vol.20 no.4 São Paulo out./ dez. 2003.

PRADO, R. **Avaliação comparativa entre a extração do óleo de soja com hexano e com álcool anidro e as diferenças físico-químicas no farelo**. Trabalho de Conclusão de Curso, Ponta Grossa, Paraná: UTFP, 2014.

RICHETTI, A. **Esterificação enzimática de palmitato de 2-etilexila em sistema livre de solvente**. Dissertação de mestrado, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro:UFRJ, 2009.

SETH, S.; CHAKRAVORTY, D.; PATRA, S. **An insight into plant lipase research – challenges encountered**. Protein Expression & Purification, v. 95, p. 13-21, 2014.

SIMAS, A.B.C., SILVA, A.A.T., CUNHA, A.G., ASSUMPÇÃO, R.S., HOELZ, L.V.B., NEVES, B.C., GALVÃO, T.C., ALMEIDA, R.V., ALBUQUERQUE, M.G., FREIRE, D.M.G., ALENCASTRO, R.B. **Kinetic resolution of 1,2-O-isopropylidene-3,6-di-O-benzyl-myo-inositol by lipases: An experimental and theoretical study on the reaction of a key precursor of chiral inositols** J. Mol. Catal. B: Enzym. 70, p. 32–40, 2011

SHARMA, R.; CHISTI, Y.; BANERJEE, U.C. **Production, purification, characterization, and applications of lipases.** Biotechnology Advances, v.19 (8), p. 627-662, 2001

STERGIOU, P. T. FOUKIS, A. FILIPPOU, M. KOUKOURITAKI, M. PARAPOULI, M. THEODOROU, L. G. HATZILOUKAS, E. AFENDRA, A. PANDEY, A. PAPAMICHAEL, E. M. **Advances in lipase-catalyzed esterification reactions.** Biotechnology Advances, vol. 31, ed. 8, 1846–1859, (2013)

VAZ, M.; CHOUPINA, A. **Lipases: Biocatalizadores da Hidrólise de Triacilglicerois.** Revista eletrônica de biologia, v. 5, n. 3, p. 42 – 58, 2012.

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