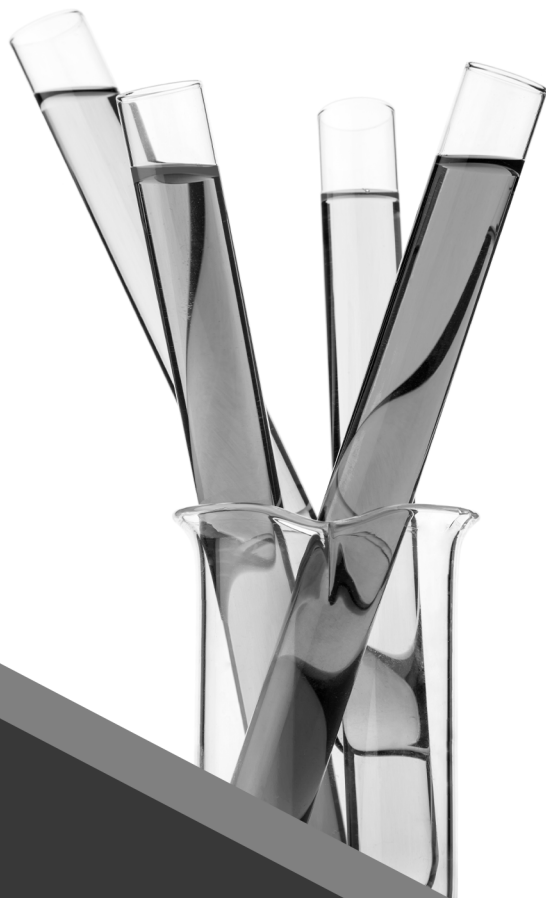




# O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo  
(Organizadora)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020



# O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

Érica de Melo Azevedo  
(Organizadora)

Atena  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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](http://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  $\alpha$ -Ag<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> 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**

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>180</b>
<b>AVALIAÇÃO SAZONAL DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INIBIÇÃO DE ACETILCOLINESTERASE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALOYSIA GRATISSIMA</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63120201116</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>192</b>
<b>OBTENÇÃO E ANÁLISE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES MEDICINAIS UTILIZADAS NA REGIÃO DE MARABÁ</b>	
Aristides Anderson Pereira Reis Sebastião da Cruz Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63120201117</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>198</b>
<b>INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS BRUTOS DE AÇÁI E PITANGA SOBRE A ATIVIDADE DE GLUTATIONA S-TRANSFERASE ESPECÍFICA CEREBRAL DE RATO</b>	
Tais da Silva Rosa Felipe Boz Santos Cristiane Martins Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63120201118</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>203</b>
<b>SELETIVIDADE E SENSIBILIDADE EM ELETRODOS COMPÓSITOS MODIFICADOS USANDO POLÍMEROS COM IMPRESSÃO MOLECULAR: O CASO DO DICLOFENACO</b>	
Priscila Cervini Abigail Vasconcelos Pereira Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63120201119</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>216</b>
<b>PRODUÇÃO DE COMPÓSITO TRICOMPONENTE A PARTIR DA CASCA DE AMENDOIM E RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS</b>	
Giovanna Coelho Bosso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.63120201120</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>231</b>
<b>CELULOSE NANOFRIBRILADA FUNCIONALIZADA COM GRUPOS DICIANOVINIL: REDUÇÃO ELETROQUÍMICA DE CO<sub>2</sub></b>	
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**

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 06/10/2020

### **Renata Nascimento Caetano**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/5221930421963850>

### **Felipe Staciaki da Luz**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/7654110890574124>

### **Adrielle Ferreira Bueno**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/1070648783153474>

### **Cintha Beatriz Fürstenberger**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Biologia  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/1950137747785419>

### **Everson do Prado Banczek**

Universidade Estadual do Centro-Oeste,  
Departamento de Química  
Guarapuava – PR  
<http://lattes.cnpq.br/7523573139592166>

**RESUMO:** Neste trabalho, o amido de batata-doce foi utilizado para a produção de etanol através do processo de fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* e a hidrólise deste amido foi realizada utilizando o malte de cevada como fonte de enzimas amilolíticas. O malte de cevada foi moído previamente e foram testadas as seguintes condições de hidrólise enzimática: inicialmente, foi fixada a concentração de amido de batata doce em 10% (m/V) e variadas as concentrações de malte pilsen em 5%, 10% e 15% (m/m) em relação ao amido. Em seguida, foi selecionada a melhor condição do malte pilsen, para variar a concentração do amido de batata-doce em 5% e 15% (m/V). Por fim, foi selecionada a melhor condição de amido e de malte pilsen, para realizar a hidrólise com o malte pale ale. As hidrólises tiveram o tempo de 2 horas a 60°C. Em seguida o mosto foi fermentado pela levedura na concentração de 1.g L<sup>-1</sup>. A variação na concentração de malte não foi um fator determinante no teor de etanol, sendo possível obter teor alcoólico sem diferença significativa para a menor concentração (5% m/m) e para a maior concentração de malte (15% m/m). A análise espectroscópica realizada na região do infravermelho confirmou a presença de etanol através das bandas de estiramento de O-H em 3351 cm<sup>-1</sup> e de alongamento C-O em 1048 cm<sup>-1</sup>.  
**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrólise enzimática, fermentação alcoólica, amilase, destilação, infravermelho.

## SWEET POTATO STARCH HYDROLYZED WITH BARLEY MALT ENZYMES FOR ETHANOL PRODUCTION

**ABSTRACT:** In this work, the sweet potato starch was used for ethanol production through the process of alcoholic fermentation by the *Saccharomyces cerevisiae* yeast and the hydrolysis of this starch was carried through using barley malt as amylaceous enzyme source. Barley malt was ground previously and had been tested the following enzymatic hydrolysis conditions: initially, the sweet potato starch concentration was fixed in 10% (m/V) and varied the concentrations of pilsen malt in 5%, 10% and 15% (m/m) in relation to the starch. After that, it was selected the best condition of pilsen malt, to vary the concentration of the sweet potato starch in 5% and 15% (m/V). Finally, the best condition of starch and pilsen malt was selected, to carry through hydrolysis with pale ale malt. The hydrolysis had the time of 2 hours at 60°C. After that the must was fermented by the yeast in the concentration of 1.g L<sup>-1</sup>. The variation in the concentration of malt was not a determinative factor in the ethanol content, being possible to get alcoholic text without significant difference for the lesser concentration (5% m/m) and for the biggest concentration of malte (15% m/m). The spectroscopic analysis in the region of the infra-red ray confirmed the presence of ethanol through the bands of stretching of O-H in 3351 cm<sup>-1</sup> and allonge C-O in 1048 cm<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** Enzymatic hydrolysis, alcoholic fermentation, amylase, distillation, infra-red.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis vêm sendo o foco de muitos estudos em todo o mundo, e o etanol é um dos que possui destaque, sendo usado em larga escala como combustível. A produção de etanol como um biocombustível enfrenta desafios, como a busca por matérias-primas que não disputam com a produção de alimentos e que apresentem baixo custo. Uma das alternativas do momento é a utilização do amido, obtido de fontes amiláceas como raízes e tubérculos (SILVA; 2012, RAMÍREZ; 2017).

No Brasil, devido a elevada variação territorial e diversificação climática, pode-se usufruir de diversas culturas com potencial para produção de etanol, entre elas a batata-doce (*Ipoema batatas*). A batata-doce conta com elevado teor de amido e também apresenta determinadas características agrônômicas, como resistência à seca, crescimento em solos pobres, ciclo curto de crescimento e baixa incidência de pragas e doença. Essas características tornam viável o uso de seu amido na utilização como biocombustível (PAVLAK *et al.*; 2011, SCHWEINBERGER; 2016)

O amido é um carboidrato encontrado na natureza como a reserva energética mais importante no reino vegetal. O amido é composto de dois polissacarídeos: amilose e amilopectina. Esses polissacarídeos que compõem o amido não são fermentescíveis, sendo necessária uma etapa de hidrólise para transformação em açúcares menores. A hidrólise enzimática apresenta vantagens sobre a hidrólise ácida devido a uma elevada seletividade, baixa demanda de energia, especificidade do substrato e não geração de produtos indesejáveis (SCHWEINBERGER; 2016, WANG *et al.*; 2017).

Previamente à hidrólise, o amido é submetido a um processo denominado gelatinização, onde é aquecido em água. Esse processo faz com que a ordem molecular do grânulo de amido colapse ao atingir determinada temperatura, fazendo com que os grânulos absorvam água e inchem, dessa forma “abrindo” o grânulo de amido, permitindo que as enzimas da hidrólise trabalhem com mais eficiência. As enzimas empregadas na hidrólise enzimática são basicamente as  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases, oriundas de fontes como cereais e micro-organismos. Na produção de etanol como biocombustível, usualmente utiliza-se de enzimas comerciais, tornando o processo de elevado custo. Dessa forma, uma fonte de baixo custo torna-se uma possibilidade interessante no processo. Nesse contexto, o malte de cevada produz uma grande quantidade de enzimas amilolíticas que hidrolisam o amido, como  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase,  $\alpha$ -glucosidase e dextrinase limite. Essas enzimas hidrolisam as ligações  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6 no amido em açúcares fermentáveis, como glicose e maltose (CURVELO-SANTANA; 2010, STACIAKI *et al.*; 2020, EVANS *et al.*; 2010).

Neste trabalho, o malte de cevada foi utilizado como fonte de biocatalisadores para a hidrólise do amido de batata-doce para proporcionar a fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Previamente a cada síntese, todas as vidrarias e aparatos foram esterilizados com etanol 70% e secos posteriormente, afim de evitar a contaminação por microrganismos que poderiam interferir na reação da hidrólise do amido e da fermentação.

### 2.1 Hidrólise enzimática e fermentação do mosto

A extração das enzimas foi realizada *in situ* simultaneamente à hidrólise do amido. Desta forma, o amido de batata doce foi exposto à uma gelatinização em água e em seguida o malte foi adicionado, iniciando-se à hidrólise. A hidrólise enzimática foi realizada a uma temperatura de 60°C pelo tempo de 2 horas, obtendo-se o mosto. Em todos os experimentos o pH foi ajustado para 5,0 com tampão fosfato, para a melhor atividade das enzimas. As concentrações de amido e malte foram variadas para a avaliação da influência no teor de etanol que seria obtido.

#### 2.1.1 Estudo da variação concentração de malte de cevada e de amido de batata-doce

Primeiramente, foi fixada a concentração de amido de batata-doce em 10% (m/V), variando as concentrações de malte pilsen em 5%, 10% e 15% (m/m) em relação ao amido. Em seguida, foi selecionada a melhor condição do malte pilsen, para variar a concentração do amido de batata doce em 5% e 15% (m/V). Por fim, foi selecionada a melhor condição de amido e de malte pilsen, para realizar a hidrólise com o malte pale ale.

### 2.1.2 Fermentação alcoólica

Os ensaios de fermentação alcoólica foram realizados com a levedura ale comercial *Saccharomyces cerevisiae* da marca Lallemand tipo Nottingham, adquirida do comércio local. Inicialmente as leveduras foram ativadas conforme instruções do fabricante, onde foram adicionadas a 20 mL de água e aquecidas na temperatura de 30 a 35°C pelo tempo de 20 min. O mosto preparado anteriormente foi transferido para um fermentador e a fermentação foi procedida na temperatura de 20°C, com o auxílio de um banho termostatizado, por 7 dias. A concentração da levedura foi de 1 g L<sup>-1</sup>. Todas as fermentações foram realizadas em duplicata. Ao final da fermentação, o teor de etanol e o °Brix foram medidos com auxílio de refratômetros específicos.

### 2.2 Determinação do grau de atenuação

O estudo do grau de atenuação foi realizado utilizando as condições que apresentaram maiores teores alcoólicos e maiores °brix. Foram feitas medidas do teor de etanol e de °brix a cada 12 horas no amido hidrolisado que estava em processo de fermentação por 7 dias, para construção do gráfico do grau de atenuação.

### 2.3 Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

Os produtos das fermentações com maiores teores de etanol foram analisados através de espectroscopia na região do infravermelho, para a análise de grupos funcionais e confirmação da presença de etanol.

As amostras foram submetidas à destilação simples e posteriormente destilação fracionada para purificação dos produtos obtidos. Durante a destilação fracionada, o teor de etanol foi medido a cada 1 mL de destilado obtido até a estabilização no teor de etanol. A coleta de amostra foi feita até a diminuição do teor de etanol e o restante foi descartado com a finalidade de promover uma maior separação entre água e etanol. Após a purificação, as amostras foram analisadas em um espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Estudo do efeito da variação da concentração do malte pilsen e do amido de batata-doce

Os primeiros experimentos foram procedidos fixando a concentração de 10% (m/V) de amido de batata doce, variando as concentrações de malte pilsen em 5%, 10% e 15% (m/m) em relação ao amido. A partir dos resultados desses experimentos, foi selecionada a condição contendo 5% (m/m) de malte pilsen em relação ao amido, pois obteve-se 12% na média do teor de etanol. Selecionada essa condição, foram realizados os experimentos variando as concentrações de amido de batata doce em 5% e 15% (m/V), fixando a

concentração de malte pilsen em 5% (m/m) em relação ao amido. Todos os experimentos foram feitos em duplicata. Na tabela 1, encontram-se os resultados obtidos do °brix antes e após a fermentação, assim como o teor de etanol.

Concentração de amido (% m/V)	Concentração de malte (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
10	5	7,5 ± 0,710	4,5 ± 0,707	12,0 ± 1,41
10	10	8,5 ± 0,000	4,4 ± 0,566	10,5 ± 0,707
10	15	9 ± 0,000	4,5 ± 0,000	10,8 ± 0,354
5	5	5,0 ± 0,000	3,5 ± 0,000	8,0 ± 0,000
15	5	11,0 ± 0,000	5,5 ± 0,707	13 ± 1,41

Tabela 1. Resultados obtidos no estudo da variação da concentração de malte pilsen e de amido de batata-doce

Os resultados demonstram que houve redução do °Brix após a fermentação, indicando o consumo do substrato durante o processo de fermentação alcoólica. Essa diminuição no teor de sólidos solúveis era esperada, pois no processo fermentativo os microrganismos da levedura alimentam-se dos açúcares disponíveis no mosto, para conversão em etanol e outros compostos orgânicos. A figura 1 demonstra o gráfico de colunas com barras de erros do teor de etanol e a concentração de malte.

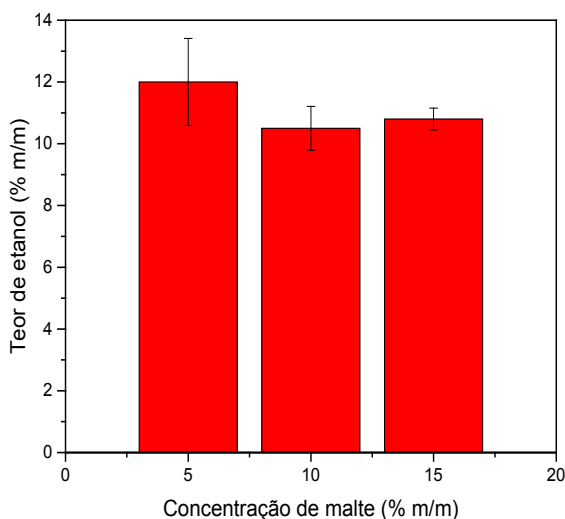


Figura 1 – Gráfico de colunas com barras de erros para o teor de etanol e a concentração de malte para os ensaios utilizando 10% (m/V) de amido.

A partir dos resultados da fixando a concentração de malte pilsen em 5% (m/m), observa-se que a melhor condição foi para o amido na concentração de 15% (m/V). Isso se deve ao fato de que a maior concentração de amido gera uma maior concentração de açúcares redutores após a hidrólise, e conseqüentemente, um teor de etanol mais elevado. A figura 2 demonstra o gráfico de colunas com barras de erros para o teor de etanol e a concentração de amido. Pode-se observar que para as concentrações de 10 e 15% (m/V) de amido, não há diferença significativa entre as concentrações.

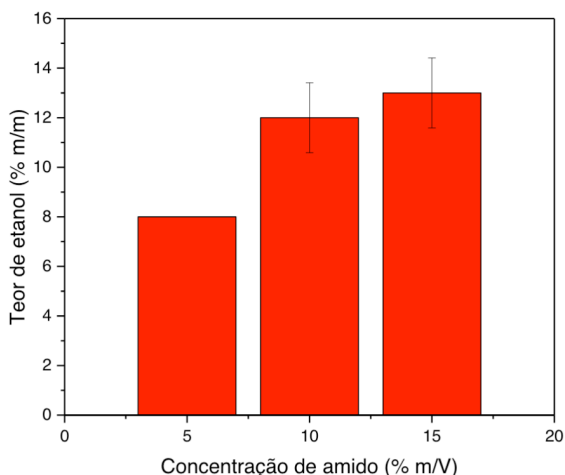


Figura 2 – Gráfico de colunas com barras de erros para o teor de etanol e a concentração de amido.

### 3.2 Experimentos utilizando o malte pale ale na hidrólise do amido de batata-doce

Após os experimentos utilizando malte pilsen serem desenvolvidos, foram selecionadas as condições de 10% (m/V) de amido e 5% (m/m) para aplicar ao experimento utilizando o malte pale ale. Na tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos nesses experimentos.

Concentração de amido (% m/V)	Concentração de malte (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
10	5	8,5 ± 0,000	4,0 ± 0,000	9,0 ± 0,000

Tabela 2. Resultados obtidos utilizando o malte pale ale na hidrólise.

Na tabela 3, encontra-se a comparação das mesmas condições experimentais para os maltes pilsen e pale ale. Observa-se que o malte pilsen apresentou um maior teor de etanol em relação ao malte pale ale. Segundo o fabricante, o malte pilsen tem poder diastático de 245°WK, enquanto o malte pale ale é de 200°WK. O poder diastático avalia principalmente a atividade da enzima  $\beta$ -amilase, logo, seu poder de ação na degradação do amido em glicose e maltose, etc. Isso pode estar relacionado a uma maior quantidade de açúcares fermentescíveis, que estavam disponíveis no processo fermentativo, gerando um maior teor de etanol (AGRARIA, 2018).

Malte	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
Pilsen	7,5 ± 0,710	4,5 ± 0,707	12,0 ± 1,41
Pale Ale	8,5 ± 0,000	4,0 ± 0,000	9,0 ± 0,000

Tabela 3. Comparação dos resultados usando os maltes pilsen e pale ale.

Na produção de etanol, existem diversos fatores que podem afetar a fermentação alcoólica, como a temperatura, pH, concentração do substrato, aeração/agitação, tempo, e esses fatores são a principal causa do rendimento da fermentação, isto é, porcentagem de açúcar que se transforma em álcool (DE SOUZA, MONTEIRO; 2011).

Os resultados demonstram que a concentração de malte não foi o fator determinante para maiores teores de etanol após a fermentação, mas sim a concentração de amido. O malte de cevada teve como principal função a sacarificação do amido em açúcares fermentescíveis, por meio da hidrólise enzimática, substituindo dessa forma a enzima comercial.

A hidrólise do amido, realizada pelas enzimas presentes no malte de cevada apresentaram condições ótimas de atividade nos experimentos, com pH em 5,0 e temperatura de 60°C. Dentre as enzimas que compõem o malte, a  $\beta$ -amilase é uma exoenzima na qual tem ação rigorosamente ordenada. Essa enzima ataca a amilose e a amilopectina a partir de extremidades não redutoras e na sequência hidrolisa toda a ligação  $\alpha$ -1,4 posterior, gerando maltose (um dissacarídeo fermentescível) e uma nova molécula de amido de peso molecular reduzido. A  $\beta$ -amilase é apta na conversão da amilose inteiramente à maltose. A outra enzima,  $\alpha$ -amilase, é uma endoenzima. Assim como a  $\beta$ -amilase, ataca somente as ligações  $\alpha$ -1,4, mas de maneira dispersa. Dessa forma, qualquer ligação  $\alpha$ -1,4 na molécula de amido (com exceção àquelas próximas a de uma ligação  $\alpha$ -1,6 em um ponto de ramificação) é capaz de sofrer hidrólise. Assim, a  $\alpha$ -amilase produz quantidades significativas de açúcares fermentescíveis como glicose, maltose e maltotriose, que tornam-se disponíveis para os microrganismos da levedura na fermentação alcoólica. A viscosidade do amido era reduzida com rapidez subsequentemente à adição do malte, devido sua



natureza randômica da hidrólise, diminuindo em pouco tempo a massa molecular média das cadeias de amilose e amilopectina (LIMA; 2019, ARAÚJO; 2012, SANTANA; 2007).

Os teores de etanol obtidos com os experimentos foram superiores aos obtidos em trabalhos que utilizam a enzima pura para a hidrólise do amido. SCHWEINBERGER (2016) desenvolveu ensaios utilizando amido granular vs batata-doce pré-aquecida, obtendo teores de etanol de 9,25% (v/v) com a batata-doce pré-aquecida e 6,13% (v/v) com a batata-doce crua. Foram obtidos resultados semelhantes aos de SANTANA (2007) utilizando diferentes tipos de maltes de grãos na hidrólise e fermentação do amido. Desse modo, o processo de hidrólise e fermentação do amido de batata-doce foi mais eficiente utilizando o malte de cevada como fonte enzimática, pois apresentou resultados com maiores níveis de etanol comparado a trabalhos que utilizam a enzima comercial.

### 3.3 Determinação do grau de atenuação

Nas figuras 3 e 4, encontram-se os resultados na determinação do grau de atenuação para as amostras contendo 10% e 15% (m/V) de amido e 5% (m/m) de malte pilsen. Observa-se que os teores de etanol atingiram seu máximo após 12 horas de fermentação, com moderado consumo do °Brix. Nessas 12 horas, os microrganismos adaptaram-se ao meio e iniciaram sua multiplicação, metabolizando os açúcares de forma anaeróbica. Após as 12 horas de fermentação, o °Brix passou a decrescer, indicando o consumo dos açúcares presentes no mosto. O teor de etanol também passou a diminuir após as 12 horas, e após 60 horas de fermentação, estabilizou-se. Pode-se considerar que a concentração de etanol é um fator estressante para a levedura, podendo se tornar tóxico para a célula, fazendo com que as enzimas da *Saccharomyces cerevisiae* sofram inativação ao serem submetidas a altas concentrações de etanol. O etanol inibe de forma não competitiva o transporte de maltose e glicose através da membrana plasmática da levedura. Portanto, o consumo de etanol pelos microrganismos podem interromper seu crescimento e reprodução, fazendo com que haja diminuição das leveduras ativas no meio fermentativo (STACIAKI *et al.*; 2020, DORTA; 2006).

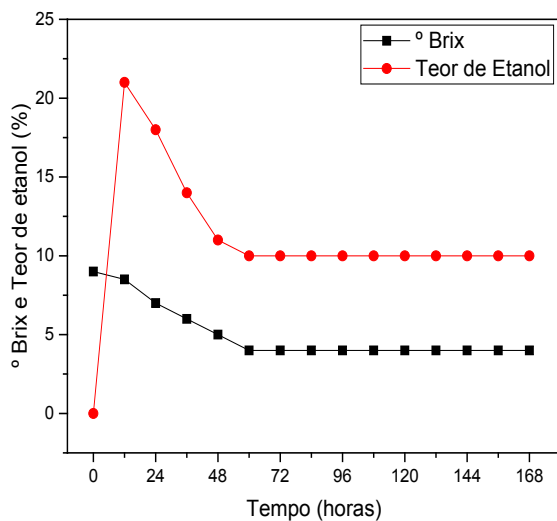


Figura 3 - Gráfico dos resultados do grau de atenuação para o experimento com 10% (m/V) de amido e 5% (m/m) de malte em relação ao amido.

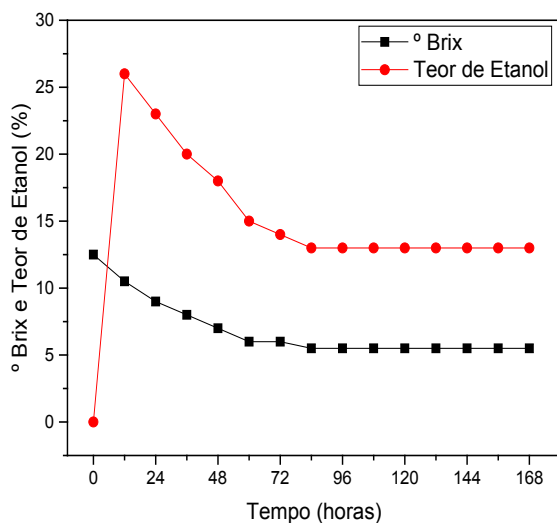


Figura 4 – Gráfico dos resultados do grau de atenuação para o experimento com 15% (m/V) de amido e 5% (m/m) de malte em relação ao amido.

### 3.4 Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A espectroscopia FTIR foi realizada nos produtos das fermentações dos ensaios com 10% (m/V) de amido, e 5% e 10% (m/m) de malte pilsen, assim como no ensaio com 15% (m/V) de amido e 5% (m/m) de malte pilsen. Na figura 5, ilustra-se bandas significativas que coincidem com as bandas de etanol 99%, comprovando a presença dos grupos funcionais de etanol que compõem as amostras. A banda em  $3351\text{ cm}^{-1}$  refere-se ao estiramento da ligação O-H, e a banda em  $1048\text{ cm}^{-1}$  refere-se ao estiramento angular da ligação C-O. Há também uma banda em  $1653\text{ cm}^{-1}$ , presente em todas as amostras das fermentações, correspondente ao estiramento C=O da carbonila, proveniente de outros compostos orgânicos que podem ter sido formados durante o processo fermentativo. As demais bandas que coincidem com o etanol 99% estão na tabela 4.

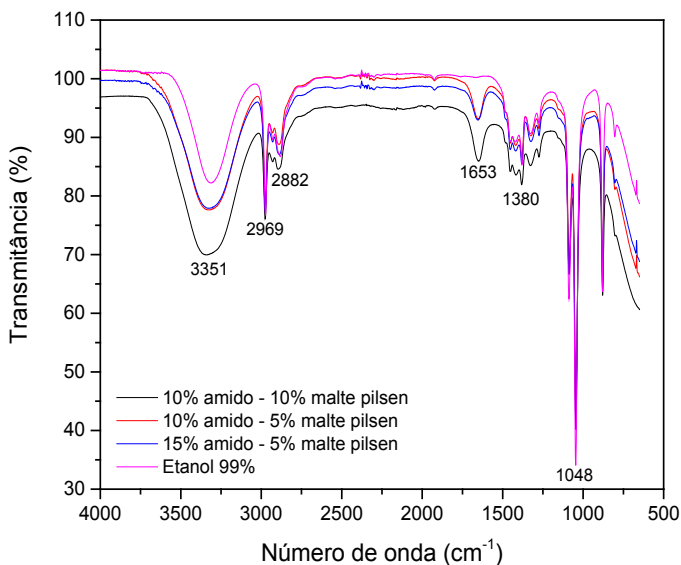


Figura 5. Espectros de infravermelho das amostras comparadas com etanol 99%.

Número de onda esperado	Número de onda observado (cm <sup>-1</sup> )	Banda
3400-3200	3351	Estiramento O-H
3000-2850	2969	Estiramento C-H
3000-2850	2882	Estiramento C-H
1850-1650	1653	Estiramento C=O
1450-1375	1380	Deformação angular C-H
1300-1000	1048	Estiramento C-O

Tabela 4. Bandas dos espectros e seus respectivos números de onda (Pavia *et al.*; 2010).

## 4 | CONCLUSÕES

A utilização do malte de cevada no processo de hidrólise enzimática do amido de batata-doce apresentou ótimo desempenho. As enzimas presentes no malte de cevada são capazes de extrair e promover a quebra do amido em açúcares menores, fermentescíveis, que tornando-se disponíveis para os microrganismos da levedura na fermentação alcoólica. Os experimentos das hidrólises, em temperaturas de 60°C e pH em 5,0 apresentaram as condições necessárias para a atividade das enzimas amilolíticas. Os estudos de grau de atenuação das amostras demonstraram que em apenas 12 horas do início o teor de etanol atingiu seu valor máximo com baixo consumo de açúcar pelas leveduras. Os experimentos com as melhores respostas foram utilizando 10% (m/V) e 15% (m/V) de amido, ambos com 5% (m/m) de malte em relação ao amido, obtendo teores de 12% (m/m) e 13% (m/m) de etanol, respectivamente. A utilização do malte pale ale não demonstrou ser uma alternativa viável, pois o experimento apresentou menor teor de etanol comparado ao malte pilsen. A espectroscopia na região do infravermelho confirmou através das bandas de ligação O-H e C-O que os produtos sintetizados e purificados eram etanol, comparados à curva do etanol 99%.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. L. **Produção de álcool a partir de amido utilizando-se amilases recombinantes**. 2012, p. 24. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia – Programa Multi-institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas. Manaus, AM.
- CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. **Otimização da produção de álcool de mandioca**. 2010. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 3, p. 613–617.
- DE SOUSA, J. L. U.; MONTEIRO, R. A. B. **Fatores interferentes na fermentação alcoólica para a produção de etanol**. 2011, p. 101. *FAZU em Revista*, n. 8, Uberaba – MG.
- DORTA, C. **Sinergismo entre sulfito, ácido láctico, pH, etanol na fermentação alcoólica de *Saccharomyces cerevisiae* PE-2 e M-26**. 2006, p. 12-13. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências do Campus do Rio Claro – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.

LIMA, R. C. F. **Produção da enzima  $\alpha$ -amilase por *Aspergillus niger* em fermentação no estado sólido utilizando bagaço de malte de cevada**. 2019, p. 22. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES.

OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Revista Química Nova**. 2010, p.1549, 1550, vol. 33, no. 7, São Paulo – SP.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S. **Introduction to Spectroscopy**. Cengage Learning, 4th ed. 2010.

PAVLAK, M. C. M.; LIMA, T. L. A.; CARREIRO, S. C.; PAULILLO, S. C. L. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce usando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Química Nova**. 2011, p. 82, vol. 34, no. Palmas – TO.

RAMÍREZ, M. X. D. **Seleção e identificação de leveduras para fermentação direta de amido de mandioca tipo industrial**. 2017, Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

ROVIERO, J. P. **Biomassa derivada de cana-de-açúcar e cana energia submetidas à hidrólise ácida e enzimática para produção de etanol**. 2017, p. 24, Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

SANTANA, N. B. **Eficiência da hidrólise de amido de mandioca por diferentes fontes de enzimas e rendimento da fermentação alcoólica para produção de etanol**. 2007, p. 22, 23, 76. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

SCHWEINBERGER, C. M. **Inovação e otimização no processo de produção de etanol a partir de batata-doce**. 2016, p.13, 14. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.

SILVA, E. Produção de etanol a partir de amido de milho hidrolisado com amilases do malte de cevada. *In*: STACIARI, F. L. *et al.* **Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020, cap. 14, p. 123-134.

SILVA, F. V. Panorama e perspectivas do etanol lignocelulósico. **Revista Liberato**. 2012, p. 2, v. 13, n. 20, Novo Hamburgo.

WANG, D.; MA, X.; YAN, L.; CHANTAPAKUL, T.; WANG, W.; DING, T.; YE, X.; LIU, D. **Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of starch catalyzed by glucoamylase: Investigation on starch properties and degradation kinetics**. *Carbohydr. Polym.* v. 175, p. 47-54, 2017.

ZHANG, G.; LI, C.; The properties and genetics of barley malt starch degrading enzymes. *In*: EVANS, D. E.; LI, C.; EGLINTON, J. K.; **Genetics and improvement of barley malt quality**. Berlim, Alemanha: Springer-Verlag, 2010, cap. 6, p.143-189.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acetilcolinesterase 180, 181, 182, 184, 190

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

Alcanosulfonatos 135

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

Alpinia 192, 193, 194, 195

Amilase 146, 148, 152, 157

Aniba canelilla 192, 193, 194, 196, 197

Aprendizagem Contextualizada 1

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

### C

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

Casca de Laranja 126, 129, 134

Compósito Tricomponente 216, 218, 220, 227

### D

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

Determinação Bioquímica 242

### E

Eletrodos Compósitos 203, 204, 205, 209, 210

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

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

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

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

Extrato de Açaí 198

Extrato de Pitanga 198

### F

Fármacos Residuais 105, 106

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

Ferramenta de Ensino 17, 18, 21, 32

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

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

## **G**

Glutathione S-Transferase 198

## **H**

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

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

## **J**

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

## **L**

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

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

Líquidos Iônicos 135, 136, 137, 144, 145

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

## **M**

Microextração Líquido-Líquido Dispersiva 282, 286, 287

Micropoluentes 106, 108, 113

Modelagem Matemática 257, 301, 302

## **N**

Nanofibrilas de Celulose 231

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

Níveis de Cobre 282

## **O**

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

## **P**

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

Polímeros com Impressão Molecular 203, 207

## **Q**

Química Ambiental 9, 10, 16

Química do Chocolate 1, 5, 6

Química do Plasma 306, 313

## **R**

Redução Eletroquímica de CO<sub>2</sub> 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](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2

  
Ano 2020

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

# O CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA QUÍMICA 2