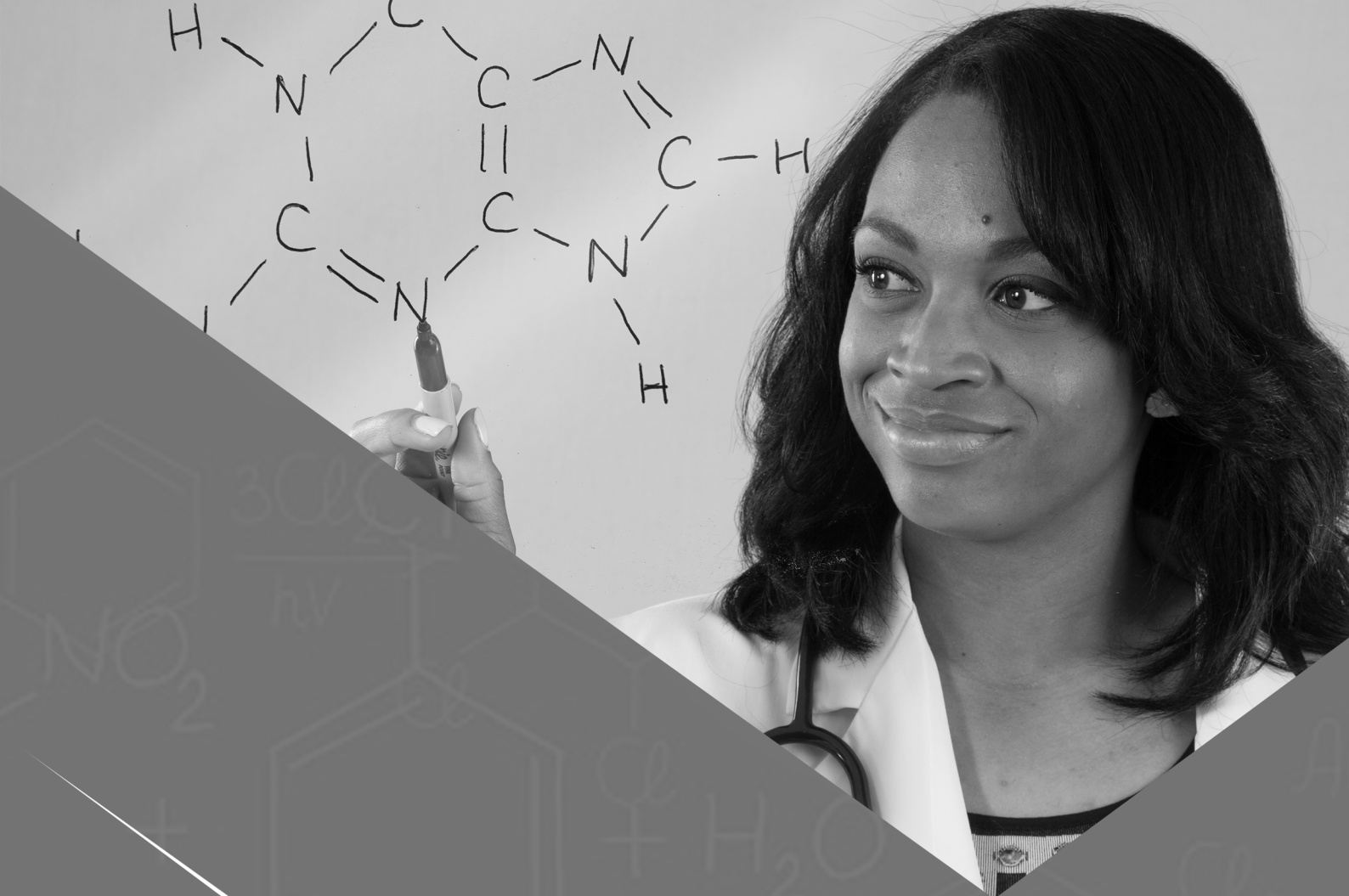


Atena
Editora
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2



Atena
Editora
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A872 Atividades de ensino e de pesquisa em química 2 [recurso eletrônico]
/ Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa, PR: Atena
Editora, 2019. – (Atividades de Ensino e de Pesquisa em
Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-929-5

DOI 10.22533/at.ed.295201701

1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.
CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O ensino é o processo de construção do saber com a apropriação do conhecimento historicamente produzido pela humanidade. A Química representa uma parte importante de todas as ciências naturais, básicas e aplicadas. O Ensino de Química contribui para formação de cidadãos conscientes, ou seja, ensinar Química com um intuito primordial de desenvolver a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade. A abordagem aplicada em sala de aula deve conter informações químicas fundamentais que forneçam uma base para participação nas decisões da sociedade, cômnicos dos efeitos de suas decisões.

Assim, este e-book possui vários trabalhos selecionados que abordam o Ensino de Química, utilizando metodologias e ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem. Além destes trabalhos, são apresentados neste volume Pesquisas em Química.

A pesquisa é o processo de materialização do saber a partir da produção de novos conhecimentos baseando-se em problemas emergentes da prática social. As pesquisas em Química abrangem diversas outras áreas do conhecimento, podendo estar relacionadas ao avanço tecnológico, otimização de técnicas e processos, melhoria de produtos, entre outros.

Este e-book traz para você leitor uma oportunidade de aperfeiçoar seus conhecimentos em relação ao Ensino de Química e às Pesquisas em Química, fortalecendo ações de ensino-aprendizagem para aplicação em sala de aula, assim como abrindo novos horizontes sobre sínteses, processos e propriedades de produtos para aplicação em benefício da sociedade e meio ambiente.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BARALHO DA TABELA PERIÓDICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS DA TABELA PERIÓDICA	
João M. L. Rocha Francisco C. S Neto Thaylon R. Silva Ruan R. C Nascimento Elismar A. Brito Roosman Q. Barreira Endyorry B. Oliveira Tatiani da Luz Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2952017011	
CAPÍTULO 2	14
JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Amanda Resende Torres Maria Rosa Galvão Pires Neta Rosana Mendes de Matos Privado	
DOI 10.22533/at.ed.2952017012	
CAPÍTULO 3	27
FLUORESCÊNCIA: EM BUSCA DE UM APRENDIZADO MAIS DINÂMICO E COMPREENSÍVEL	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Ziran Cardoso Balieiro Adriana Lucena de Sales Emmanuele Maria Barbosa Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.2952017013	
CAPÍTULO 4	35
QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS: ESTUDO DAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS E ASSOCIAÇÃO COM O BEM ESTAR COMO PROPOSTA DE ENSINO	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Manoela dos Santos Assunção Adriana Lucena de Sales	
DOI 10.22533/at.ed.2952017014	
CAPÍTULO 5	44
UTILIZAÇÃO DO GÊNERO PALAVRAS CRUZADAS NO ENSINO DE QUÍMICA GERAL	
Natália Eduarda da Silva, Natali Eduarda da Silva Felipe Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2952017015	

CAPÍTULO 6	48
PRODUÇÃO DE PAPEL INDICADOR ÁCIDO-BASE A PARTIR DO EXTRATO DE REPOLHO ROXO	
Diego Rodrigues de Carvalho Caroline França Agostinho Yasmin Paiva da Silva Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.2952017016	
CAPÍTULO 7	60
MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS: DIAGNOSTICANDO CONHECIMENTOS	
Juracir Francisco de Brito Angélica de Brito Sousa Laisse Cristine de Sousa Darlisson Slag Neri Silva Hudson de Carvalho Silva Jardel Meneses Rocha José Milton Elias de Matos	
DOI 10.22533/at.ed.2952017017	
CAPÍTULO 8	72
PERFIL DE LEITORES NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (UFMA) – CAMPUS GRAJAÚ	
Maria Rosa Galvão Pires Neta Amanda Resende Torres Camila Jorge Pires Rosana Mendes de Matos Privado	
DOI 10.22533/at.ed.2952017018	
CAPÍTULO 9	81
SÍNTESE E FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE POLÍMEROS TERMOVISCOSIFICANTES	
Nívia do Nascimento Marques Rosângela de Carvalho Balaban	
DOI 10.22533/at.ed.2952017019	
CAPÍTULO 10	100
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS CHALCONAS-DIPIRIMIDINONAS VIA REAÇÃO DE HUISGEN	
Eduardo Bustos Mass Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.29520170110	
CAPÍTULO 11	113
ESTUDO DA PRODUÇÃO DE CELULASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO CASCA DE CACAU E BAGAÇO DE CANA COMO SUBSTRATO	
Isabela NascimentoTavares Ferreira Viviane Marques de Oliveira Iara Rebouças Pinheiro	
DOI 10.22533/at.ed.29520170111	

CAPÍTULO 12 123

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESFERAS DE QUITOSANA: UM ESTUDO PARA LIBERAÇÃO DE FÁRMACOS ANTI-INFLAMATÓRIOS

Maria Helena de Sousa Barroso
Michelle Lemes Pereira
Karla da Silva Malaquias

DOI 10.22533/at.ed.29520170112

CAPÍTULO 13 140

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE BIOCAMPÓSITOS À BASE DE QUITOSANA E HIDROXIAPATITA PARA APLICAÇÕES NA ENGENHARIA TECIDUAL ÓSSEA

Adonias Almeida Carvalho
Ricardo Barbosa de Sousa
Jean Claudio Santos Costa
Mariana Helena Chaves
Edson Cavalcanti da Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.29520170113

CAPÍTULO 14 151

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSAMENTO DE COMPONENTES AERONÁUTICOS FABRICADOS EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS VIA ESTUDOS REO-CINÉTICOS

Michelle Leali Costa
Mirabel Cerqueira Rezende
Edson Cochieri Botelho

DOI 10.22533/at.ed.29520170114

CAPÍTULO 15 166

DECOMPOSIÇÃO DE FOSFONATOS: USO COMO INICIADORES CATALÍTICOS DE POLIMERIZAÇÃO

Rafael O. Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.29520170115

CAPÍTULO 16 172

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DOS ÁCIDOS HÚMICOS E SEUS EFEITOS EM PLANTAS

Tadeu Augusto van Tol de Castro
Débora Fernandes da Graça Mello
Orlando Carlos Huertas Tavares
Thainá Louzada dos Santos
Danielle França de Oliveira
Octavio Vioratti Telles de Moura
Hellen Fernanda Oliveira da Silva
Anne Caroline Barbosa de Paula Lima
Tamiris Conceição de Aguiar
Lucas de Souza da Silva
Raphaella Esterque Cantarino
Andrés Calderín García

DOI 10.22533/at.ed.29520170116

CAPÍTULO 17	189
ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE <i>Eugenia astringens</i> CAMBESS. ANÁLISE QUANTITATIVA (CG-EM) E POTENCIAL BIOLÓGICO	
Alaide de Sá Barreto Glaucio Diré Feliciano Patrícia Reis Pinto Taiane Borges Machado Silva Marcelo Raul Romero Tappin Rafaella Cruz de Azevedo Silva Adélia Maria Belem Lima Marcelo da Costa Souza.	
DOI 10.22533/at.ed.29520170117	
CAPÍTULO 18	201
PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS ANISOTRÓPICAS POROSAS DE POLICARBONATO/SEPIOLITA	
Nayara Conti Costa Caio Marcio Paranhos	
DOI 10.22533/at.ed.29520170118	
CAPÍTULO 19	209
SECAGEM DE POLPA DE PITANGA - ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SECADOR POR ATOMIZAÇÃO COMPARATIVAMENTE AO SECADOR DE LEITO DE JORRO	
Amanda Beatriz Monteiro Lima Emanuelle Maria de Oliveira Paiva Yuri Souza Araújo Maria de Fátima Dantas de Medeiros	
DOI 10.22533/at.ed.29520170119	
CAPÍTULO 20	219
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE ÁCIDO CÍTRICO	
Renata Paula Herrera Brandelero Alexandre da Trindade Alfaro Evandro Martin Brandelero	
DOI 10.22533/at.ed.29520170120	
CAPÍTULO 21	227
PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS DE FILMES À BASE DE ACETATO DE CELULOSE INCORPORADOS COM DIFERENTES ARGILAS	
Pedro Augusto Vieira de Freitas Taíla Veloso de Oliveira Nelson Soares Júnior Nilda de Fátima Ferreira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.29520170121	
CAPÍTULO 22	238
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA APLICADO ÀS CARACTERÍSTICAS DO RIO CACHOEIRA NO TRECHO ILHÉUS – ITABUNA NO ESTADO DA BAHIA: UMA DISCUSSÃO SOBRE MONITORAMENTO AMBIENTAL	
Arthur Lima Machado de Santana	

Alice Guerra Macieira Macêdo
Andreza Bispo dos Santos
Mauro de Paula Moreira

DOI 10.22533/at.ed.29520170122

CAPÍTULO 23 249

DETERMINAÇÃO DE CÁDMIO EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM DO PARÁ

Sara Emily Teixeira de Souza
Charles Miller de Souza Borges
Rafael Gonçalves Pontes
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.29520170123

CAPÍTULO 24 256

ANÁLISES DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DE POLPAS IN NATURA DE “BACURI, CUPUAÇU E GRAVIOLA” COMERCIALIZADAS NOS MERCADOS MUNICIPAIS DE SÃO LUÍS - MA

Sayna Kelleny Peixoto Viana
Ítalo Prazeres da Silva
Isabel Azevedo Carvalho
Viviane Correa Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.29520170124

CAPÍTULO 25 267

DETERMINAÇÕES SENSORIAIS, FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUAS DE BEBEDOUROS DO CAMPUS PAULO VI DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA

Fabrcia Fortes dos Santos
Ítalo Prazeres da Silva
Vívian Freire Barbosa Penha Freire
Viviane Correa Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.29520170125

CAPÍTULO 26 278

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CACHAÇAS ARTESANAIS E TIQUIRA COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS-MA

Maria Laryssa Costa de Jesus
Ítalo Prazeres da Silva
Danilo Cutrim Bezerra
Nancyleni Pinto Chaves Bezerra
Viviane Correa Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.29520170126

SOBRE A ORGANIZADORA..... 289

ÍNDICE REMISSIVO 290

DETERMINAÇÃO DE CÁDMIO EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM DO PARÁ

Data de aceite: 05/12/2019

Sara Emily Teixeira de Souza

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Química
Belém - Pará

Charles Miller de Souza Borges

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Química
Belém – Pará

Rafael Gonçalves Pontes

Universidade Federal do Pará
Belém - Pará

Kelly das Graças Fernandes Dantas

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Química
Belém - Pará

RESUMO: Neste estudo, o teor total de Cd foi determinado em amostras de alface (*Lactuca Sativa* L.), cariru (*Talinum Paniculatum*), chicória (*Cichorium endívia* L.), coentro (*Coriandrum Sativum* L.), cebolinha (*Allium Fistulosum* L.), couve (*Brassica Oleracea*) e jambu (*Acmella Oleracea* L.) por espectrometria de emissão óptica com plasma induzido por micro-ondas (MIP OES). As hortaliças estudadas foram oriundas da comunidade de João Novo em Santa Isabel, localizada na região metropolitana de Belém-PA. As amostras foram digeridas

com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio em forno de micro-ondas com cavidade. Cádmio apresentou abaixo do limite de detecção (0,15 mg/kg) em todas as amostras. As amostras estudadas estão abaixo do valor máximo permitido para cádmio (0,20 mg/kg) pela ANVISA. O procedimento proposto para determinação de Cd se mostrou simples, prático e eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Hortaliças, Cádmio, MIP OES.

DETERMINATION OF CADMIUM IN COMMERCIALIZED VEGETABLES IN THE BELÉM DO PARÁ METROPOLITAN REGION

ABSTRACT: In this study, the total Cd content was determined in lettuce (*Lactuca Sativa* L.), cariru (*Talinum Paniculatum*), chicory (*Cichorium endive* L.), coriander (*Coriandrum Sativum* L.), chives (*Allium Fistulosum* L.), kale (*Brassica Oleracea*) and jambu (*Acmella Oleracea* L.) samples by microwave induced plasma optical emission spectrometry (MIP OES). The vegetables studied came from the Community of João Novo in Santa Isabel, located in the metropolitan region of Belém do Pará. The samples were digested with nitric acid and hydrogen peroxide in a cavity microwave oven. Cadmium showed below detection limit (0.15 mg/kg) in all samples. The samples

studied are below the maximum allowed value for cádmium (0.20 mg/kg) by ANVISA. The proposed procedure for Cd determinaiion was simple, practical and eficiente.

KEYWORDS: Vegetables, Cadmium, MIP OES.

1 | INTRODUÇÃO

As hortaliças são classificadas de acordo com a ANVISA (1978) como plantas herbáceas que possuem partes que podem ser utilizadas na alimentação. A grande variedade de espécies vegetais que estão inseridas nesse grupo, possuem significativa importância por serem fontes de ferro (Fe), cálcio (Ca) e zinco (Zn). Estes elementos são encontrados na forma de sais e vitaminas essenciais para a manutenção da vida dos seres humanos, visto que a atividade bioquímica desempenhada por eles, favorece o bom funcionamento do organismo (Mauseth, 2009; Costa, 2014).

Nos últimos anos, o uso excessivo de pesticidas e fertilizantes em plantações, com vistas a atender a demanda industrial crescente, tem levantado questionamentos acerca da exposição à contaminantes de natureza inorgânica sobre essas culturas. Estes produtos possuem em sua formulação metais pesados, que em baixa, média ou elevada concentração podem prejudicar o desenvolvimento adequado do vegetal, uma vez que essas substâncias acabam sendo absorvidas pela planta e se acumulando em seguimentos como raízes, caule e folhas (Markert, 1998 apud Virga et. al., 2007, Guimarães et al., 2008; Bizarro et. al., 2008).

A contaminação por cádmio, por exemplo, pode resultar em problemas como o encarquilhamento e o enrolamento das folhas. Além disso, pode causar a clorose foliar, que é uma condição em que a planta deixa de produzir quantidade suficiente de clorofila e suas folhas passam a adquirir uma coloração atípica da normal, variando entre verde pálido e amarelado. Alguns autores relacionam a contração de doenças à ingestão de alimentos contaminados por metais pesados, buscando destacar os efeitos da bioacumulação destes metais em tecidos de origem animal (Tavares & Carvalho, 1992; Who, 1992; Fernandes, 2014).

Apesar desse estudo ainda ser recente no Brasil, os resultados se mostram promissores, e geram expectativas para melhor entendimento sobre os efeitos reais da exposição humana a esses tipos de agentes toxicológicos, visando-se dessa forma aprimorar e desenvolver novos tratamentos para esse tipo de contaminação. Técnicas analíticas vem sendo usadas na determinação de amostras em diferentes matrizes. Desse modo, mediante a necessidade de mais estudos que determinem os teores totais de elementos tóxicos absorvidos em hortaliças utilizadas na alimentação, o presente estudo teve como objetivo determinar o teor total de cádmio em amostras de alface (*Lactuca Sativa L.*), cariru (*Talinum Paniculatum*), chicória (*Cichorium endívia L.*), coentro (*Coriandrum Sativum L.*), cebolinha (*Allium Fistulosum L.*), couve

(*Brassica Oleracea*) e jambu (*Acmella Oleracea L.*) por MIP OES.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

As amostras de alface (*Lactuca Sativa L.*), cariru (*Talinum Paniculatum*), chicória (*Cichorium endívia L.*), coentro (*Coriandrum Sativum L.*), cebolinha (*Allium Fistulosum L.*), couve (*Brassica Oleracea*) e jambu (*Spilanthus Oleracea L.*) foram obtidas em uma feira popular na região de Belém. Estas amostras foram cultivadas por produtores rurais da comunidade de João Novo, localizada no município de Santa Izabel, região metropolitana de Belem-PA. No laboratório, as amostras foram separadas, lavadas em água corrente e em seguida com água ultrapura.

2.2 Instrumentação

Uma estufa com circulação de ar (modelo 0314M222, Quimis, Diadema, São Paulo, Brasil) foi usada na remoção da umidade das amostras.

Um moinho analítico (modelo Q298A, Quimis, Diadema, Brasil) foi usado para pulverizar as amostras.

Uma balança analítica (Analytical plus, Ohaus, Barueri, Brasil) foi usada na pesagem das amostras.

Um forno de micro-ondas com cavidade (Start E. Milestone, Sorisole, Itália) foi usado na digestão das amostras.

Um espectrômetro de emissão óptica com plasma induzido por microondas (MIP OES), (MP-AES 4100, Agilent Technologies, Melbourne, Austrália) equipado com nebulizador OneNeb inerte e câmara de nebulização ciclônica, com uso do gás nitrogênio (N_2) produzido por um gerador de nitrogênio para sustentar o plasma. O comprimento de onda utilizado para cádmio foi de 228,8 nm.

2.2 Soluções e Reagentes

Os reagentes utilizados foram de grau analítico. As soluções foram preparadas com água ultrapura (resistividade 18,2 $M\Omega$ cm) produzida pelo sistema Synergy-UV (Milipore, Bedford, EUA).

Soluções padrões de referência de cádmio foram preparadas a partir da diluição da solução estoque contendo 1000 $mg L^{-1}$ de Cd.

Na digestão das amostras, ácido nítrico 14,0 mol/L purificado no sistema de sub-destilação (Distillacid, Berghof, Alemanha) e peróxido de hidrogênio (30%, m/m) foram utilizados.

2.3 Procedimento analítico

As amostras foram secas em estufa com circulação de ar à 65 °C por 72 (Nogueira, 2005). Após a secagem, as amostras foram pulverizadas em moinho analítico e, em seguida, armazenadas em frascos de polietileno em dessecador para posterior análise.

Uma massa de aproximadamente 0,25 g de cada amostra em triplicata foram pesadas em frascos de digestão e em seguida foram adicionados 6,0 mL de HNO₃ (14 mol/L) e 2,0 mL de H₂O₂ (30%, m/m). O programa de digestão está apresentado na Tabela 1.

Etapas	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Potência (W)
1	10	180	800
2	10	180	800
3*	50	0	0

Tabela 1. Programa de aquecimento do forno de micro-ondas para digestão de amostras de hortaliças.

*Etapa de ventilação

Após a digestão, as amostras foram filtradas e transferidas para frascos volumétricos de 50 mL e aferido para 20 mL com água ultrapura. A acidez final das soluções obtidas foi de 5% (v/v). As soluções foram submetidas a determinação de Cd por MIP OES.

Uma curva analítica de Cd foi construída usando soluções padrão de referência contendo 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mg kg⁻¹ Cd.

A exatidão do procedimento de análise por MIP OES foi avaliada pelo método de adição e recuperação do analito. Alíquotas de Cd foram adicionadas no digerido das amostras a fim de obter concentrações 0,3, 0,5, 0,7 e 0,9 mg kg⁻¹.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a determinação de cádmio nos digeridos das amostras de hortaliças por MIP OES estão apresentados na Tabela 2.

Espécies	Elemento Determinado
Alface (<i>Lactuca Sativa L.</i>)	<0,15**
Cariru (<i>Talinum Paniculatum</i>)	<0,15**
Coentro (<i>Coriandrum Sativum L.</i>)	<0,15**

Cebolinha <i>(Allium Fistulosum L.)</i>	<0,15**
Chicória <i>(Cichorium endívia L.)</i>	<0,15**
Couve <i>(Brassica Oleracea)</i>	<0,15**
Jambu <i>(Spilanthes Oleracea L.)</i>	<0,15**

Tabela 2. Teores de Cd (mg kg^{-1}) em hortaliças.

** Abaixo do limite de detecção do MIP OES.

Pode ser observado na Tabela 2 que todas as amostras estudadas se apresentaram abaixo do limite de detecção. Este estudo foi realizado usando as folhas das hortaliças. De acordo com Soares (2001), a concentração de metais em plantas pode apresentar relevante diferença em relação os segmentos analisados (raízes, caules, folhas, flores, sementes e frutos). De acordo com a ANVISA, o valor máximo permitido para Cd em hortaliças de folha e ervas aromáticas frescas é de 0,20 mg/kg. Sendo assim, todas amostras estão abaixo do valor máximo regulamentado para Cd pela ANVISA.

Bortoletto et al. (2019) encontrou teores para cádmio em alface cultivadas em estufa e em céu aberto na cidade de São Paulo variando de 0,012 à 0,062 mg/kg. Por outro lado, Cruz et al. (2018) obteve concentrações de cádmio em amostras de alface variando de 0,12 à 0,2 mg/kg.

Não foram encontrados estudos na literatura referente a determinação de cádmio nas outras hortaliças estudadas. O estudo quantitativo de cádmio nestas outras hortaliças foi de suma importância devido as características que este elemento apresenta, principalmente quando absorvido pelo organismo humano, devido ao seu efeito tóxico nos organismos vivos, mesmo em concentrações muito pequenas. De acordo com Assis et al. (2017), a aplicação de certos fertilizantes ou de excrementos de animais no solo destinados ao cultivo de alimentos pode aumentar o nível de Cd que, por sua vez, pode causar um aumento no nível deste elemento nos produtos cultivados.

3.1 Exatidão do Procedimento Analítico

As recuperações obtidas pelo método de adição e recuperação para Cd para avaliar a exatidão do procedimento de análise por MIP OES está mostrado na Tabela 3.

Elemento	Concentração adicionada (mg kg ⁻¹)	Concentração encontrada (mg kg ⁻¹)	Recuperação (%)
Cd	0,3; 0,5; 0,7 e 0,9	0,27; 0,46; 0,61; 0,79	90,1; 92,0; 88,1 e 87,7

Tabela 3. Valores de recuperação encontrado pelo método de adição e recuperação de analito.

As concentrações recuperadas para Cd pelo método de adição e recuperação são aceitáveis, possibilitando inferir que a exatidão da medida por MIP OES está adequada.

4 | CONCLUSÃO

O procedimento proposto para determinação de Cd nas hortaliças por MIP OES se mostrou simples, rápido e eficiente. As amostras estudadas apresentaram os teores de Cd abaixo do limite de detecção e do valor máximo permitido para Cd regulamentado pela ANVISA.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) e a Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (Capes).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. F. M.; SOBRINHO, N. M. B. A. et al. **Zinco, Chumbo e Cádmiu em plantas de arroz (*Oryza Sativa L.*) cultivadas em solo após a adição de resíduo siderúrgico.** *Ciência Rural*, n. 38, v. 7, out., 2008.

ASSIS, Altair Souza de et al. *Resíduos: classificação e tratamento.* São Paulo: Livraria da Física, 2017.

BRASIL. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimento (Resolução-RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2013.

BIZARRO, B. G.; MEURER, E. J. et al. **Teor de cádmio em fertilizantes fosfatados comercializados no Brasil.** *Ciência Rural*, v. 38, n.1, jan-fev, 2008.

BORTOLETTO, L. A.; LIMA, E.; FÁVARO, D.; ULRICH, J.; SOUZA, V.; COTRIM, M.; BEZERRA, F. AVALIAÇÃO DE METAIS TÓXICOS DE ALFACES CULTIVADAS EM HORTA URBANA NA CIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 52, p. 99-118, 3 nov. 2019.

COSTA, A. R. da. **Nutrição mineral em plantas vasculares.** Escola de ciências e tecnologia.

Universidade de Évora, novembro, 2014.

DA CRUZ, Taniel Ferreira et al. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE METAIS PESADOS EM ALFACES CULTIVADAS NAS HORTAS URBANAS NA CIDADE DE COXIM-MS. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, v. 2, n. 2, p. 25-34, 2018.

FERNANDES, L. H. & MAINIER, F. B. **Os riscos da exposição ocupacional ao cádmio.** Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, v. 9, n. 2, p. 194 – 199, 2014.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Catálogo de Hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país.** Sebrae. Distrito Federal, Brasília, 2010.

GIMARÃES, M. A.; SANTANA, T. A.; SILVA, E. V.; ZENZEN, I. L. & LOUREIRO, M. E. **Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas.** Revista Trópica- Ciências Agrárias e Biológicas. V. 2, N. 2, p. 68; 2008.

GUILHERME, L.R.G. et al. **Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos.** Tópicos em Ciências do Solo, v. 4, p. 345-390, 2005.

International Plant Nutrition Institute (IPNI). **Informações agronômicas N°118** – Junho 2007.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants.** Boca Raton: CRC Press, 1985. 315p.

MARKERT, B. **Distribution and Biogeochemistry of Inorganic Chemicals in the Environment.** In: SCHÜRMANN, G. and MARKERT, B. (eds.). **Ecotoxicology.** John Wiley and Sons. Inc and Spektrum Akademischer Verlag. Part 2. Chapter 6, p. 165-199. 1998.

MAUSETH, J.D. **Botany: an introduction to plant biology,** 4th Edition, Jones and Bartlett Publishers International, London, 2009.

NOGUEIRA, A. **Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

Química Nova na Escola. **Metais pesados no ensino de química.** Vol.33, nº 4, nov. 2011.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. **Cultivo de Hortaliças no Sistema Orgânico.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014.

SOARES, C. R. F. S.; ACCIOLY, A. M. A. et al. **Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caules e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos da indústria do zinco.** R. Bras. Fisiol. Veg., 13(3): 302-315, 2001.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4. ed. rev. e ampl.- Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TAVARES, T.M. & CARVALHO, F.M. **Avaliação da exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: Exemplos no Recôncavo Baiano.** *Química Nova*, v. 5, n. 2, p. 147-153. 1992.

WHITE, T. **Stabilising heavy metal waste underground.** Search, v.26, n.5, p.148-51, 1995.

WHO. Cadmium. **International Programme on Chemical Safety.** Environmental Health Criteria 134. Geneva, Switzerland. 1992.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 41, 42, 44, 45, 47, 63

Associações 81, 84, 88, 89, 94

Atcc8096 190

Atividade lúdica 11, 12, 22, 47

Avaliação da linearidade 190

B

Bioatividade 173, 174, 175, 177, 180, 182, 185

Biocompósito 140, 143, 146, 147, 149

C

Carboidratos 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 183, 257

Celulases 113, 114, 115, 116, 120, 121, 122

Chalconas 100, 101, 106, 107, 108, 110

Compósitos poliméricos 151, 152, 153, 162

Copolímero enxertado 81, 93

D

Diagnostico 60

Dihidropirimidinonas 100, 102, 103, 106, 107, 108

E

Ensino de química 1, 2, 7, 11, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 44, 46, 47, 79, 255

Essential oil 190, 198, 199, 236

Estudo reo-cinético 151, 163

Eugenia astringens Cambess 189, 190, 191, 292

Extração de enzimas 113, 116, 117

F

Fermentação em estado sólido 113, 115, 116, 122

Fluorescência 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 89, 92, 176

Fosfonatos 166, 167, 168, 169, 170

G

Gc-ms 190, 199

H

Hibridização molecular 100, 104, 106, 108

Híbridos 100, 104, 105, 108, 110

Hidroxiapatita 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Homocedasticidade 190, 191, 192, 194

I

Indicador ácido-base 48, 51, 53, 58

Iniciadores catalíticos 166, 167, 168, 170

J

Jogo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25

Jogos didáticos 1, 2, 3, 6, 16, 18, 23

L

Laboratório 11, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 81, 108, 140, 189, 198, 201, 243, 251, 255, 256, 260, 281, 289

Leitores 72, 73, 74, 75, 76

Leitura 8, 17, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 270

Licenciatura 4, 35, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 270, 272, 273, 275, 276, 289

Lúdico 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 34, 44

M

Massa molar 46, 47, 83, 88, 89, 90, 93, 128, 176, 203

Matéria orgânica 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 185, 186, 187, 245

Modelo atômico de bohr 28, 29

P

Papel indicador 48, 51, 52, 53, 57, 58

Poliâmidas 166

Prática experimental 27, 28, 33, 35, 38

Processamento 66, 151, 153, 155, 162, 163, 164, 167, 201, 202, 206, 207, 258, 259, 263, 264, 265

Produtos químicos 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Q

Química dos alimentos 35, 36, 43

Quitosana 86, 90, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225

R

Repolho roxo 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Resíduos do cacau 113

S

Staphylococcus aureus 189, 190, 191, 192, 193, 199

Substâncias húmicas 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187

T

Tabela periódica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12

Termorresponsivo 81, 84, 93, 94

Teste citotóxico 190, 193, 197

Trichoderma 113, 114, 115, 122

