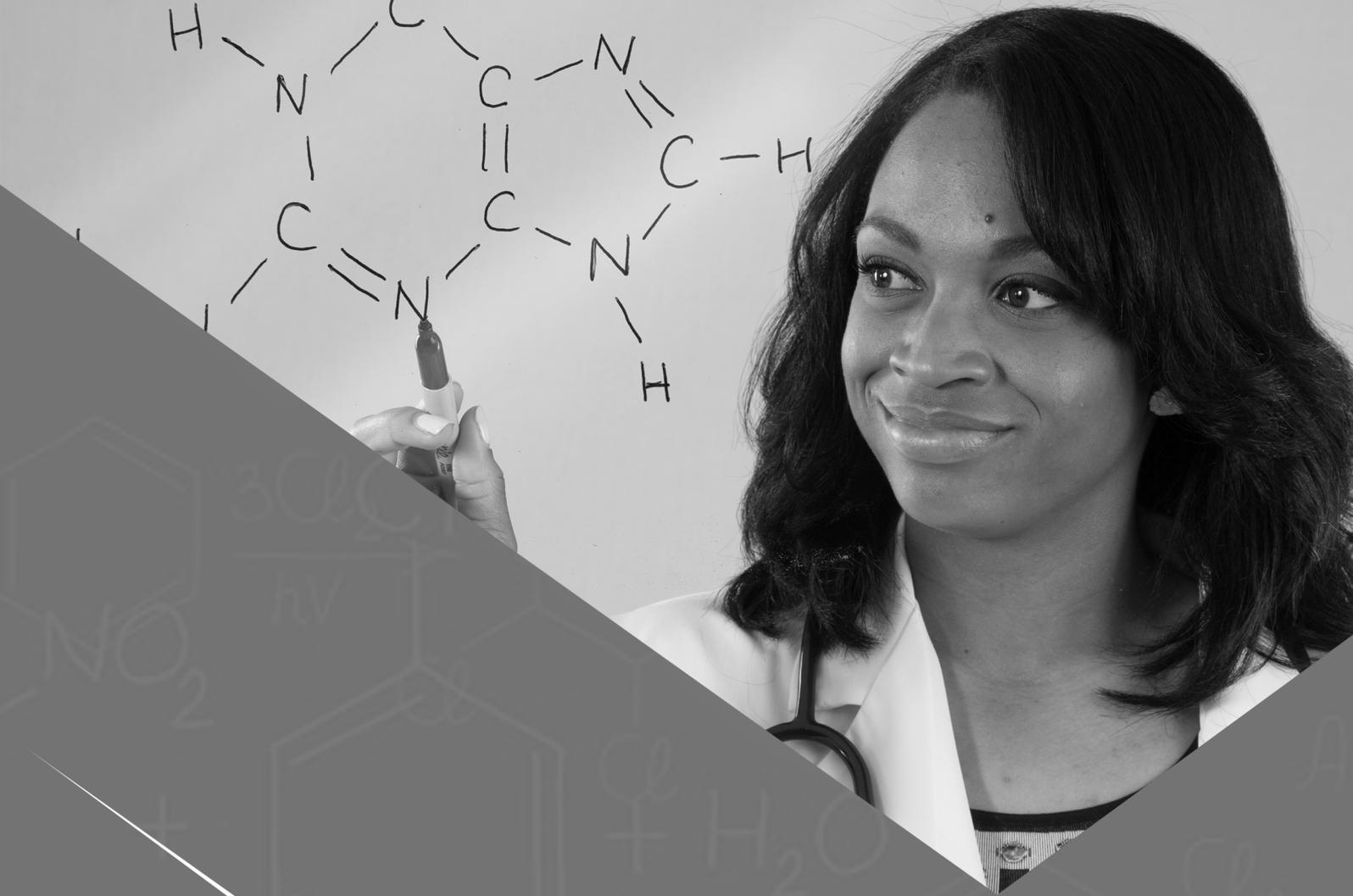


**Atena**  
Editora  
Ano 2020

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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
UTILIZAÇÃO DO GÊNERO PALAVRAS CRUZADAS NO ENSINO DE QUÍMICA GERAL	
Natália Eduarda da Silva, Natali Eduarda da Silva Felipe Ferreira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017015</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>48</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>60</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>72</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
SÍNTESE E FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE POLÍMEROS TERMOVISCOSIFICANTES	
Nívia do Nascimento Marques Rosângela de Carvalho Balaban	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>100</b>
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS CHALCONAS-DIPIRIDINONAS VIA REAÇÃO DE HUISGEN	
Eduardo Bustos Mass Dennis Russowsky	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>113</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170111</b>	

**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 *Eugenia astringens* 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**

## PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS ANISOTRÓPICAS POROSAS DE POLICARBONATO/SEPIOLITA

Data de aceite: 05/12/2019

### Nayara Conti Costa

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
Departamento de Química (DQ) – Laboratório de  
Polímeros (LabPol), São Carlos - SP

### Caio Marcio Paranhos

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
Departamento de Química (DQ) – Laboratório de  
Polímeros (LabPol), São Carlos - SP

**RESUMO:** O crescimento na área dos processos de separação por membranas tem impulsionado pesquisas acerca do desenvolvimento de novos materiais e métodos de processamento que permitam aprimorá-los. Destacam-se, então, os materiais nanocompósitos, permitindo a obtenção de membranas de maior seletividade e resistência. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta o processamento de membranas anisotrópicas porosas de polycarbonato e a incorporação de diferentes teores de sepiolita pelo método de inversão de fase por imersão-precipitação. As amostras obtidas foram caracterizadas por permeação de vapor de água, calorimetria exploratória diferencial e análise termogravimétrica. Os resultados sugerem boa interação polímero-partícula e melhorias na resistência térmica em relação ao polímero puro, embora altos teores

do argilomineral possam levar à formação de agregados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanocompósitos, propriedades térmicas, membranas poliméricas, inversão de fases.

### PROCESSING AND CHARACTERIZATION OF POLYCARBONATE / SEPIOLITE POROUS ANISOTROPIC MEMBRANES

**ABSTRACT:** The growth in the area of membrane separation processes has driven research on the development of new materials and processing methods to improve them. Nanocomposite materials are thus highlighted, allowing the obtainment of membranes of greater selectivity and resistance. In this sense, this work presents the processing of porous anisotropic membranes of polycarbonate and the incorporation of different contents of sepiolite by the method of phase inversion via immersion precipitation. The obtained samples were characterized by water vapor permeation, differential scanning calorimetry and thermogravimetric analysis. The results suggest good polymer-particle interaction and higher thermal resistance when compared to the pristine polymer, although high clay content may lead to aggregate formation.

**KEYWORDS:** Nanocomposites, thermal properties, polymer membranes, phase

inversion.

## 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do método de inversão de fase por imersão-precipitação, trabalho de Loeb e Sourirajan na década de 60, impulsionou a produção de membranas anisotrópicas porosas (HABERT; BORGES; NOBREGA, 2006). Ainda segundo os autores, estas, quando comparadas com membranas densas, proporcionam maior fluxo de permeado e, ao mesmo tempo, maior seletividade, características que tornam processos de separação por membranas (PSM) mais atrativos em relação aos processos convencionais de separação. Dentre as vantagens proporcionadas pelos PSM, destacam-se: a economia de energia, por ser, geralmente, operados a temperatura ambiente; alta seletividade; facilidade de operação, na medida em que tais processos operam em módulos, com montagem e operação simplificadas (HABERT; BORGES; NOBREGA, 2006).

A separação de fases durante o processamento ocorre por processos difusivos e geram inicialmente uma fase rica em polímero que origina uma camada densa responsável pela seletividade da membrana, e uma segunda fase pobre em polímero, onde se formam poros (PUCCA, 2010). Conseqüentemente, a natureza anisotrópica das membranas é intrínseca ao processo de síntese das mesmas.

Não apenas o processamento, mas, o material do qual é constituída a membrana determinam suas características finais (permeabilidade, espessura, resistência térmica) e justificam seu emprego em determinado PSM (BAKER, 2004). Polímeros apresentam uma alternativa interessante, pois seu processamento permite grande variedade morfológica, aliada a baixo custo, o que permite produção em escala industrial, atendendo a requisitos mercadológicos (BAKER, 2004).

Recentemente, pesquisas têm sido direcionadas para o preparo de membranas nanocompósitos (matriz mista), abordagem na qual adiciona-se ao polímero cargas dispersas, de dimensões nanométricas, buscando melhorar algumas de suas propriedades, como as de transporte e térmica (LIU *et al.*, 2008).

O presente estudo apresenta a formação de membranas anisotrópicas de policarbonato, um termoplástico de engenharia com temperatura de transição vítrea próxima a 150 °C, tenacidade e resistência ao impacto muito superior aos demais termoplásticos em baixas temperaturas, excelente resistência ao calor, estabilidade dimensional e baixa toxicidade (GOMES *et al.*, 2014). Tais membranas foram reforçadas com diferentes teores de sepiolita, argilomineral de magnésio hidratado de grande interesse industrial/comercial devido a suas propriedades físico-químicas, de absorção e adsorção e as que concernem à sua superfície (SUÁREZ; GARCÍA-ROMERO, 2012). As membranas foram então investigadas quanto às suas

propriedades de transporte de vapor de água, estabilidade térmica e temperatura de transição vítrea.

## 2 | EXPERIMENTAL

### Materiais

Policarbonato Lexan® (gentilmente cedido pela Sabic), de massa molar numérica média  $55.000 \text{ g mol}^{-1}$ , sepiolita natural (adquirida da Fluka) e N-metil-2-pirrolidona (NMP) (adquirido da Sigma), foram utilizados como recebidos. Água destilada e deionizada foi utilizada como não solvente no processo de inversão.

### Preparo das membranas

A primeira etapa para o preparo das membranas assimétricas foi a secagem da sepiolita em estufa a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 horas. Após essa etapa, foram colocados em frasco Schott, de 100 mL, 10 g de policarbonato e 50 mL de NMP, com o objetivo de preparar uma solução 20% (m/V) de polímero. Então, o frasco tampado foi submetido a agitação magnética por 24 horas.

As membranas contendo porcentagens variadas de sepiolita foram preparadas a partir da adição da argila aos materiais iniciais, a fim de se obter soluções 1%, 3% e 5% (V/V) de partícula em relação ao polímero. Da mesma forma, essas soluções foram mantidas em agitação magnética por 24 horas.

Decorrido esse tempo, adiciona-se à solução 0,5% (m/m) de água destilada e mantém-se a agitação por 30 minutos. Em seguida, 5 mL da solução preparada foi vertida em placa de vidro e espalhada sobre a mesma usando-se um espaçador com espessura controlável (*doctor blade*), ajustado para  $40 \mu\text{m}$  (espessura úmida). Após 30 segundos, a placa de vidro contendo a solução foi imersa em banho de inversão, contendo apenas água destilada como não solvente, por 15 minutos. A membrana foi retirada do banho, levada à estufa a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  por 1 hora e, em seguida, secas em ambiente de temperatura controlada a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Permeação de vapor de água (WVT)

A investigação quanto às características de transporte de vapor de água foi feita em triplicata com uso de copos de Payne, de acordo com a norma ASTM E-96 (2002), em ambiente a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  e umidade relativa de 18% por um período de oito dias. A espessura das amostras foi obtida com micrômetro digital Mitutoyo, na escala de 0,001 mm, tomando a média de cinco pontos ao longo da extensão das amostras.

## Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

Foi utilizado um calorímetro NETZSCH, modelo DSC 209F3 Maya, no qual a amostra foi aquecida na faixa de 20 – 280 °C a 20 °C min<sup>-1</sup>, seguida de uma isoterma a 280 °C por 1 min. Na sequência, houve o resfriamento da amostra até 20 °C a 20 °C min<sup>-1</sup> e novo aquecimento sob as mesmas condições iniciais. A dinâmica aquecimento – resfriamento foi conduzida em atmosfera de nitrogênio. A temperatura de transição vítrea foi obtida no NETZSCH Proteus Software pelo método da inflexão.

## Análise Termogravimétrica (TGA)

A avaliação da estabilidade térmica foi realizada em analisador termogravimétrico NETZSCH, modelo TG 209F3 Tarsus, onde a amostra foi submetida a aquecimento na faixa de temperatura de 40 - 800 °C, sob taxa de aquecimento de 20 °C min<sup>-1</sup> em atmosfera de ar sintético.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As membranas de policarbonato preparadas via imersão-precipitação apresentaram cor branca e superfície com ondulações, devido à imersão no banho de não-solvente. A presença de tais ondulações é maior nas membranas de policarbonato puro e policarbonato com 1% de sepiolita. Nas demais membranas essa característica é menos pronunciada. Em razão dessas ondulações, a medida da espessura ocorre com resultados discrepantes, acarretando valores altos para o erro associado, principalmente para policarbonato puro e com 1% de argilomineral, onde as ondulações são maiores e mais numerosas. Na Tabela 1 nota-se que, à medida que o teor de sepiolita aumenta, as membranas tornam-se menos espessas.

A separação das fases, uma rica e outra pobre em polímero, ocorre quase instantaneamente de forma que a membrana se destaca da placa de vidro, na qual a solução foi espalhada, cerca de 15 minutos após a imersão. O tratamento térmico realizado na sequência tem por finalidade manter a integridade estrutural da membrana formada evitando que os poros se colapsem e garantindo maior rigidez à sua estrutura.

Membrana	PC	PC-SEP 1%	PC-SEP 3%	PC-SEP 5%
Espessura média (mm)	0,49±0,25	0,45±0,21	0,18±0,02	0,16±0,03

Tabela 1: Espessura média das membranas secas.

## Permeação de Vapor de Água (WVT)

Os valores de WVT e permeabilidade para as membranas de policarbonato puro

e policarbonato com sepiolita podem ser observados na Tabela 2. Os valores de WVT representam a taxa de vapor de água que permeia através da membrana ao longo do tempo, enquanto o coeficiente de permeabilidade é uma medida termodinâmica que pode fornecer informações ao nível estrutural.

Membrana	PC	PC-SEP 1%	PC-SEP 3%	PC-SEP 5%
Permeabilidade ( $\times 10^{-8}$ g/Pa s m)	2,2	1,9+0,6	0,3 + 0,07	0,4 + 0,1
WVT (g/dia m <sup>2</sup> )	86,6	86,05 + 5,35	28,06 + 7,65	48,54 + 11,98

Tabela 2: Valores de WVT e de permeabilidade para membranas anisotrópicas de policarbonato puro e policarbonato com diferentes teores de sepiolita.

Pela análise dos dados, nota-se que não ocorre variação na permeabilidade a vapor de água quando comparamos a membrana de policarbonato puro e a amostra com o menor teor de sepiolita. Para as demais, ocorre variação da permeabilidade com o aumento do teor de argila. Para a membrana contendo 3% em massa do argilomineral a permeabilidade diminui quando comparada com a membrana 1%, enquanto para 5% de incorporação ocorre aumento no valor medido de permeabilidade. Observa-se a mesma tendência nos dados obtidos para o fluxo de vapor.

Os resultados podem ser explicados com base na dispersão da nanopartícula na matriz de policarbonato. A menor quantidade de argilomineral adicionada à solução utilizada para o preparo da amostra apresenta-se bastante dispersa na matriz polimérica, e suas interações com o polímero causam apenas pequenas alterações em suas propriedades de transporte. Dispersão de 3% de sepiolita, no entanto, pode acarretar obstrução dos poros da matriz, justificando a diminuição no valor de permeabilidade medido.

O aumento dos valores de permeabilidade e fluxo de vapor de água com o aumento do teor de sepiolita para 5% indica o provável limite de dispersão da argila no polímero, quando as interações interpartículas tornam-se predominantes em relação às interações polímero-partícula, levando à formação de agregados das estruturas aciculares da argila e permitindo a existência de maior quantidade de poros livres distribuídos pela membrana. Conseqüentemente, ocorre um maior fluxo de vapor de água. Esse resultado se encontra em concordância com os obtidos por Fukushima et al. (2009) em relação ao valor de 5% de sepiolita como limite de dispersão da argila em matriz polimérica.

### Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

Pode-se perceber, pelos dados da Tabela 3, que não ocorreu variação

significativa na Tg das membranas produzidas. Dessa forma, as interações entre o polímero e a partícula não alteram o perfil de mobilidade das cadeias do polímero (GOMES *et al.*, 2014).

No entanto, a quantidade de energia absorvida durante a transição vítrea diminui com o aumento dos teores de nanopartícula, pelos valores obtidos para a variação de capacidade calorífica a pressão constante ( $\Delta C_p$ ).

A diminuição da capacidade calorífica com o aumento do teor do argilomineral indica boa interação deste com a matriz polimérica. Como citado por Thomas e colaboradores (2009) e Pak e colaboradores (2003), as interações entre nanopartícula e matriz polimérica dão origem a duas fases amorfas, uma móvel e uma rígida, que interage com a superfície da partícula, mantendo-se circundada a esta última.

Membrana	Tg (°C)	Onset (°C)	Offset (°C)	$\Delta C_p$ (J/g K)
PC	145,7	140,2	147,5	0,252
PC-SEP 1%	141,9	138,1	145,7	0,216
PC-SEP 3%	147,3	142,4	148,6	0,206
PC-SEP 5%	143,8	140	146	0,183

Tabela 3: Parâmetros térmicos das membranas nanocompósitos obtidos por DSC

### Análise Termogravimétrica (TGA)

Para todas as amostras estudadas ocorre perda de massa em uma faixa de temperatura entre 80 – 200 °C que representa uma porcentagem de solvente residual aprisionado na membrana durante sua formação. A degradação de todas as amostras ocorre em apenas um evento de perda de massa entre 400 – 600 °C.

Como mencionado anteriormente, o tratamento térmico ao qual as amostras foram submetidas logo após seu processamento tem por finalidade fixar a estrutura das membranas anisotrópicas facilitando seu manuseio e evitando o colapso dos poros formados, sendo que sua não realização as torna quebradiças. Portanto, tal tratamento é realizado a temperatura de 60 °C e não contempla a evaporação de solvente residual, dado que o ponto de ebulição do NMP é cerca de 180 °C.

Amostra	PC	PC-SEP 1%	PC-SEP 3%	PC-SEP 5%
T <sub>onset</sub> (°C)	480,7	449,7	497,1	497,2
Perda de massa (%)	61,98	65,39	66,6	58,81
Massa residual (%)	21,94	17,06	17,05	22,4
DTGA (°C)	514,4	502,7	525,3	520,1

Tabela 4: Parâmetros térmicos das membranas nanocompósitos obtidos a partir de análise termogravimétrica.

Uma vez que a análise termogravimétrica depende da composição do sistema em estudo e da granulometria das amostras, era esperado que amostras contendo maiores teores de sepiolita se degradem a temperaturas mais elevadas.

Ocorre diminuição da temperatura de degradação máxima com incorporação do menor teor de argila, associada a menor perda de massa (em porcentagem) por essa amostra. Com o aumento do teor de sepiolita tem-se maior perda de massa a temperatura mais elevada. Também a temperatura de início de degradação da amostra PC-SEP 1% é bastante reduzida quando comparada às outras membranas.

Sepiolita, por apresentar canais estruturais e ótima capacidade de sorção, atrasa a degradação térmica do polímero, como citado por Tartaglione e colaboradores (2008), o que pode ser observado pelas alterações nas curvas de TGA. Ainda segundo os autores, trabalhos anteriores mostram que essas alterações se devem a interações do grupo silanol da argila com a matriz polimérica.

#### 4 | CONCLUSÕES

O processamento de membranas anisotrópicas de matriz mista de policarbonato e sepiolita, pelo método de inversão de fase por imersão-precipitação, mostrou-se viável devido à facilidade de manipulação dos materiais e por apresentarem resultados preliminares satisfatórios de transporte e resistência térmica. A adição da nanopartícula na matriz de policarbonato, mesmo em diferentes teores não variou de forma significativa a temperatura de transição vítrea do material, embora tenha apresentado tendência no sentido de diminuição da capacidade calorífica com o aumento da porcentagem em massa do argilomineral.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro e a Sabic por fornecer o policarbonato utilizado no presente estudo.

#### REFERÊNCIAS

BAKER, R. W. **Membrane Technology and Applications**, Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

FUKUSHIMA, K.; TABUANI, D.; CAMINO, G. Nanocomposites of PLA and PCL based on montmorillonite and sepiolite. **Material Science and Engineering C**. v. 29, p. 1433-1441, 2009.

GOMES, A. C. O. et al. Membranas híbridas com potencial uso em células a combustível - parte 2: nanocompósitos de poli(carbonato) sulfonado, **Polímeros**, v. 24, n. 3, p. 402-410, 2014.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**, Rio de Janeiro: E-Papers, 2006.

LIU C. et al. Recent Progress in Mixed-Matrix Membranes. In: **Advanced Membrane Technology**, LI, N. N.; FANE, A. G.; WINSTON HO, W. S.; MATSUURA, T. (Ed) Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, 2008. p. 789-809. ISBN 978-0-471-73167-2.

PAK, J.; PYDA, M.; WUNDERLICH, B. Rigid Amorphous Fractions and Glass Transitions in Poly(oxy-2,6-dimethyl-1,4-phenylene). **Macromolecules**, v. 36, n. 2, p. 495-499, 2003.

PUCCA, P. T. P., **Produção e caracterização de membranas de microfiltração e ultrafiltração pelo método de inversão de fases, utilizando polisulfona como matéria-prima**. São Paulo, 2010. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2010.

SUÁREZ, M.; GARCÍA-ROMERO, E. Variability of the surface properties of sepiolite, **Applied Clay Science**. v. 67– 68, p. 72-82, out. 2012.

TARTAGLIONE, G.; TABUANI, D.; CAMINO, G.; MOISIO, M. PP and PBT composites filled with sepiolite: Morphology and thermal behaviour. **Composites Science and Technology** v. 68, p. 451-460, 2008.

THOMAS, S. P.; THOMAS, S.; BANDYOPADHYAY, S. Polystyrene-Calcium Phosphate Nanocomposites: Preparation, Morphology, and Mechanical Behavior. **Journal of Physical Chemistry C**. v. 113, p. 97-104, 2009.

## 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

Celulasas 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

