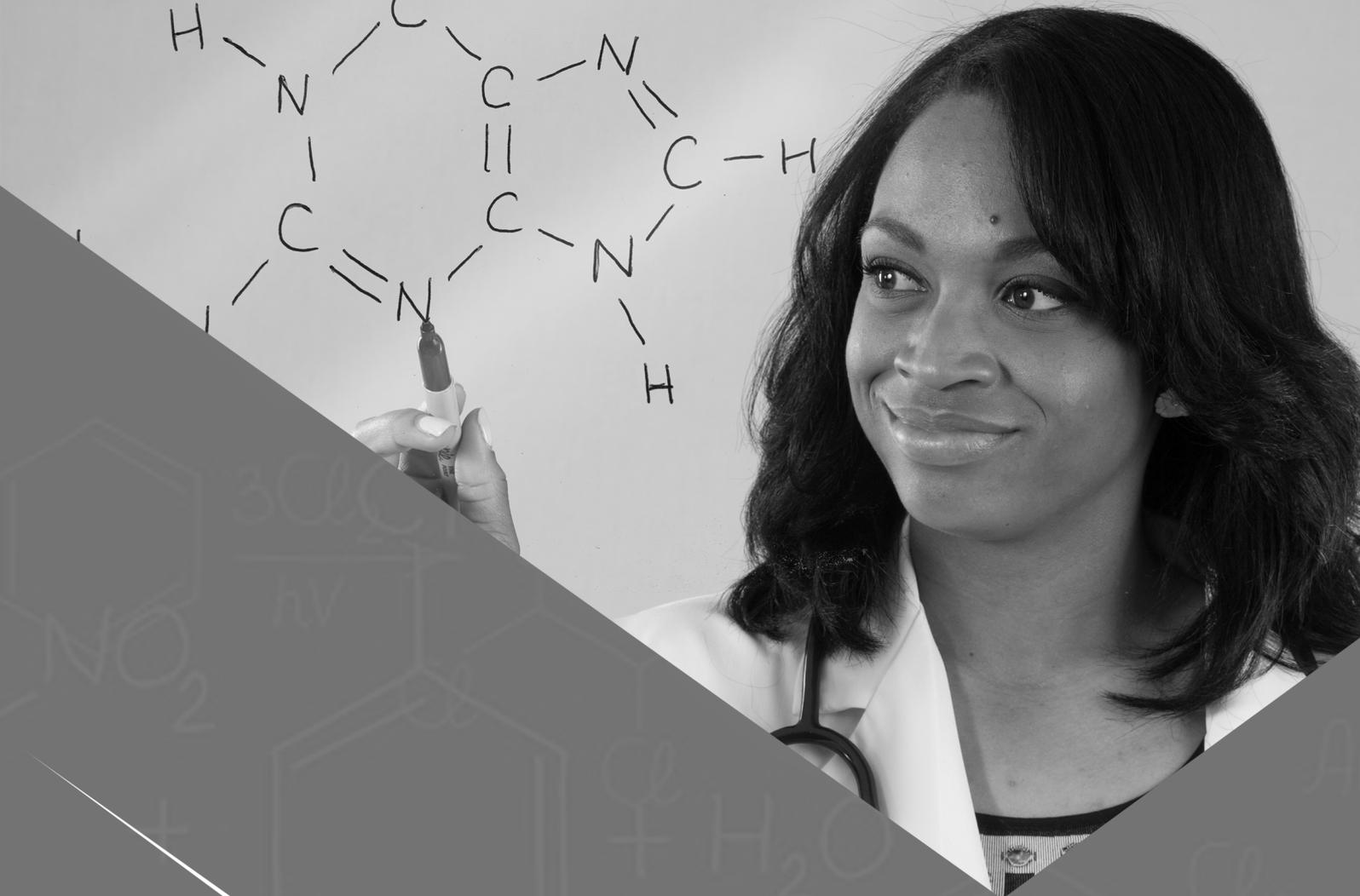


Atena
Editora
Ano 2020

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

DECOMPOSIÇÃO DE FOSFONATOS: USO COMO INICIADORES CATALÍTICOS DE POLIMERIZAÇÃO

Data de aceite: 05/12/2019

Rafael O. Figueiredo

Graduado em Química Industrial pela Universidade Católica de Campinas – PUCCAMP, e mestrando em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia pela Universidade Presbiteriana Mackenzie –UPM–São Paulo
Rafael_10of_@hotmail

RESUMO: As sínteses de polímeros a partir de precursores insaturados e a síntese de poliamidas em geral pela indústria química proporcionou a criação de centenas de milhares de materiais e produtos com características específicas antes impossíveis de se obter e ampliaram as capacidades tecnológicas de diversas áreas, desde seu uso em materiais especiais de engenharia até simples utensílios domésticos. No entanto a síntese de diversos materiais poliméricos frequentemente conta com o uso de vias sintéticas que utilizam reagentes instáveis, de alto custo ou com alto impacto ambiental. Tendo em vista a criação de novas vias sintéticas para polímeros e poliamidas em geral este processo recorre ao uso de fosfonatos como iniciadores catalíticos para uma gama variada de polímeros com precursores insaturados além de seu uso em reações de epoxidação de polímeros

PALAVRAS-CHAVE: *Iniciadores catalíticos; Fosfonatos; Poliamidas.*

PHOSPHONATE DECOMPOSITION: USE AS POLYMERIZATION INITIATORS

ABSTRACT: The synthesis of polymers from unsaturated precursors and the synthesis of polyamides in general by the chemical industry enabled the creation of hundreds of thousands of materials and products with specific characteristics that were unobtainable and expanded the technological capacities of a plethora of areas, ranging from its use in special engineering materials to simple domestic tools. However, the synthesis of a diversity of polymeric materials frequently counts on the application of unstable reagents, of high cost or with a high level of potential impact in the environment. In the view of the creation of new synthetic routes for polymers and polyamides in general, this process resort to the use of phosphonates as catalytic initiators for a wide range of polymers obtainable from unsaturated precursors and its use in polymer epoxidation as well.

KEYWORDS: *Catalytic initiators; Phosphonates; Polyamides.*

1 | INTRODUÇÃO

Tendo como propósito desenvolver um

método mais eficiente e ecologicamente amigável é proposta uma nova via sintética na qual uma vasta gama de polímeros pode ser obtida utilizando os fosfonatos que contenham o grupo orgânico a ser adicionado ao polímero, como iniciadores e/ou finalizadores de polimerização para controle da reação. A nova técnica que será testada tem como intuito fornecer à indústria não apenas uma nova via sintética mais ambientalmente amigável e operacionalmente simples, mas também dispor um processo que proporcione uma versatilidade sintética ao permitir a síntese de vários polímeros por um método unificado no qual, apesar de haverem variações de fatores como concentração de reagentes e/ou catalisador de um tipo de polímero para outro, a técnica utilizada seja a mesma. Com o intuito de dar maior abrangência à capacidade de produção de plásticos na indústria, o objetivo do trabalho será desenvolver um método de síntese polimérica que seja tão eficiente quanto procedimentos já bem estabelecidos.

Também se almeja uma melhor qualidade de produto em alguns casos específicos, como no exemplo da síntese de cloreto de polivinila, ao valer-se de um procedimento que não utiliza radicais livres como iniciador de polimerização, em oposição a alguns processos atualmente em uso na indústria. A obtenção de um produto qualitativamente melhor no caso não limitativo da síntese do cloreto de polivinila na indústria pode se dar por conta da via sintética com fosfonatos ou fosfinatos não se valer do uso de radicais que podem introduzir e propagar uma miríade de variações e defeitos químicos estruturais, que costumam se propagar quando a concentração de monômero do cloreto de polivinila se encontra abaixo de um determinado limite, geralmente ao término do processamento convencional do PVC, em que empregam-se peróxidos orgânicos como iniciadores radicais de polimerização (XIE e HAMIELEC, 1994).

A aplicação de fosfinatos ou fosfonatos como iniciadores de polimerização consiste no uso de diminutas quantidades destes para a adição de um grupo orgânico inicial a um complexo metálico para que a reação de polimerização tenha início;

Com a presença do iniciador no complexo metálico, a inserção do reagente insaturado ao complexo e à ligação M-R é contínua, aumentando gradativamente o peso molecular da cadeia polimérica. O uso de fosfonatos como finalizadores por outro lado, recorre ao uso de um excesso deste em relação à concentração do catalisador para que a reação de polimerização seja finalizada, em teoria permitindo o controle relativamente preciso do tamanho da cadeia polimérica.

A proposta conta com duas vias sintéticas diferentes nas quais duas são utilizados fosfonatos ou fosfinatos como iniciadores catalíticos de polimerização. No caso da estratégia na figura 1 envolvendo fosfonato, utiliza-se um que possui uma ligação P-C (fósforo-carbono) no qual X representa um nucleófilo qualquer, R representa um grupo orgânico qualquer que tem como função se integrar ao

catalisador para o início da polimerização, R1 representa um átomo de hidrogênio, carga negativa (na forma de um sal de sódio por exemplo) ou como grupo orgânico qualquer e MY_n representa um complexo ou íon metálico em que o(s) ligante(s) Y_n pode ter n variações de 0 a 4. O mecanismo de reação demonstrado preconiza que primeiramente o fosfonato deve ser ativado através do ataque do nucleófilo X, possibilitando a obtenção de um intermediário que por sua vez desloca um ligante do catalisador, originando um fosfonato pentacoordenado que transfere o grupo R para o catalisador, ocasionando a transformação do fosfonato em um fosfato e finalmente iniciando a polimerização.

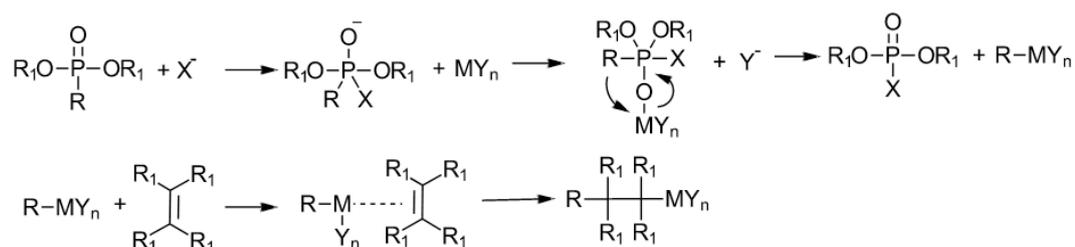


Figura 1

Fonte: do Autor (2017)

Os procedimentos para síntese de polímeros descritos em geral serão realizados em testes posteriores à síntese em condições ideais para verificar o nível de tolerância a fatores ambientais como a presença de ar atmosférico e a presença de um meio aquoso em conjunto com um co-catalisador que mantenha a eficiência do nucleófilo necessário para a polimerização. Serão testadas sínteses tanto com fosfonatos (R-P(O)(OR)₂) quanto com H-Fosfonatos (H-P(O)(OR))₂ como iniciadores catalíticos em condições relativamente parecidas para posterior comparação entre ambos os métodos par um determinado tipo de polímero.

Além da síntese de polímeros, também será estudado o uso de fosfonatos em reações de epoxidação de polímeros e moléculas orgânicas, a partir da reação de um fosfonato em conjunto com o uso de complexos metálicos com direcionadores R/S ou de sais metálicos na presença de um polímero ou molécula com um grupo fosfonato que necessariamente possua um álcool no carbono α ou β.

Experimental

Síntese de epóxidos

Para o experimento será utilizado um planejamento linear de 6 pontos para H- Fosfonatos em duplicata nos quais os fatores em variação são: catalisador e H-Fosfonato.

Como uma vasta quantidade de precursores de resinas epóxi é altamente volátil o composto que será utilizado em todos os testes serão 3-Bromo-12-propanodiol,

que apresenta um ponto de ebulição relativamente alto e excelente solubilidade em solventes polares.

Neste primeiro experimento serão utilizados:

3-Bromo-1,2-propanodiol como reagente inicial; Ácido Sulfúrico Fluoreto de tetrametilamônio (Anidro) (TMAF); Catalisador (Pd(OAc)₂);

Tripropilamina;

Fosfonato monossódico (NaH₂PO₃) Tempo total para cada ensaio = 2h

Catalisador (mol%)	Fosfonato de sódio (g)	Tripropilamina (Vol.)	3-bromo-1,2-propanodiol (g)	TMAF (g)	Temperatura (°C)
0,1	0,7196	3,65·10 ⁻³ cm ³	0,8855	1,788·10 ⁻³ g	65
0,8	0,8635	0,01826cm ³	1,0626	8,94·10 ⁻³ g	65
1,5	1,007	0,03653cm ³	1,24	0,0179g	65
2,2	1,1513	0,1095cm ³	1,4168	0,0536g	65
2,9	1,295	0,1826cm ³	1,594	0,0894g	65
3,6	1,439	0,2921cm ³	1,771	0,143g	65

Tabela 1. Valores dos componentes dos ensaios para um ensaio com volume total de 3mL

Fonte: do autor.

A ordem de execução dos ensaios e das duplicatas será aleatorizada e o pH da solução será mantido constante por toda duração do experimento. Além disso é fundamental que o fluoreto de tetrametilamônio usado seja anidro.

O solvente utilizado será diglima, THF ou 1,4-dioxano ou um éter devido à inércia desse grupo funcional em relação aos reagentes utilizados e sua capacidade de complexação do catalisador. A reação deve ser feita em um solvente aprótico polar para não interferir no rendimento, no entanto, quantidades traço de água derivadas do solvente ou dos reagentes são aceitáveis.

O fosfonato de sódio será neutralizado com uma quantidade equimolar de ácido tricloroacético e a reação será realizada por um período de 2h

Após o ensaio os componentes serão separados por partição líquido-líquido e a fase contendo o produto de interesse será destilada e analisada em HPLC-IV para caracterização.

Síntese de Polímeros com Fosfonatos

Para o experimento será utilizado um planejamento linear de 6 pontos para H-Fosfonatos e de 6 pontos para ácidos fosforosos (R-P(O)(OH)₂), ambos em duplicata

nos quais os fatores em variação são: catalisador, fosfonato e base de Lewis para ácidos fosforosos (R-P(O)(OH)₂) e catalisador, fosfonato e base de Lewis.

A reação para ambos os casos é idealizada em um experimento com volume total de 3mL e pode ser expandida a valores maiores dos fatores que constam nas tabelas 1 e 2, caso necessário.

Síntese de Poliestireno com H-Fosfonatos como Iniciadores Catalíticos

Neste primeiro experimento serão utilizados:

Fosfito de dibenzila ((C₆H₅CH₂O)₂P(O)H) (dibenzyl phosphite) como iniciador catalítico;

Estireno Fluoreto de tetrametilamônio (Anidro) (TMAF);

Catalisador [1,2-Bis(Difenilfosfino)etano] Diacetato Níquel (II) ou ([1,2-Bis(diphenylphosphino) ethane] Diacetatenickel (II));

Tripropilamina.

Tempo total para cada ensaio = 2h

Catalisador (mol%)	Fosfito de Dibenzila (Vol.)	Tripropilamina (Vol.)	Estireno (g)	TMAF (g)	Temperatura (°C)
0,1	4,24·10 ⁻³ cm ³	3,65·10 ⁻³ cm ³	2	1,788·10 ⁻³ g	75
0,8	0,0212cm ³	0,01826cm ³	2	8,94·10 ⁻³ g	75
1,5	0,042418cm ³	0,03653cm ³	2	0,0179g	75
2,2	0,12725cm ³	0,1095cm ³	2	0,0536g	75
2,9	0,21209cm ³	0,1826cm ³	2	0,0894g	75
3,6	0,3393cm ³	0,2921cm ³	2	0,143g	75

Tabela 1. Valores dos componentes dos ensaios para um ensaio com volume total de 3mL

Fonte: do autor.

O solvente utilizado será diglima, THF ou 1,4-dioxano ou um éter devido à inércia desse grupo funcional em relação aos reagentes utilizados e sua capacidade de complexação do catalisador. A reação deve ser feita em um solvente aprótico polar para não interferir no rendimento, no entanto, quantidades traço de água derivadas do solvente ou dos reagentes são aceitáveis.

Após o ensaio os componentes serão separados pela centrifugação da solução e a separação do componente sólido do solvente e lavagem do componente sólido com clorofórmio ou outro solvente orgânico, seguido pela filtração à vácuo do sólido e lavagem deste com solvente orgânico. Por fim o produto será analisado em FTIR, MEV HPLC para caracterização.

Os experimentos expostos neste artigo estão sendo ajustados e serão realizados por uma empresa especializada em ensaios químicos até o prazo em final de agosto de 2017 e os resultados em forma de artigo estarão disponíveis no começo de setembro.

REFERÊNCIAS

Cerruti, L. **Historical and Philosophical Remarks on Ziegler-Natta Catalysts: A Discourse on Industrial Catalysis**. HYLE, Vol. 5 (1999), 3-41.

Teo, P.; Guoa, J. **Anti-Markovnikov oxidation and hydration of terminal olefins**. The Royal Society of Chemistry 2014, 43, 6952–6964.

Montchamp, J-L.; Sylvine, D-L. **Palladium-Catalyzed Hydrophosphinylation of Alkenes and Alkynes**. Journal of American Chemical Society 124, 9386-9387, 2002.

XIE, T.Y.; HAMIELEC, A. E. **Experimental investigation of vinyl chloride polymerization at high conversion: polymer microstructure and thermal stability and their relationship to polymerization conditions**. POLYMER, Vol. 35 Num. 7, p.1526-1534, 1994.

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

