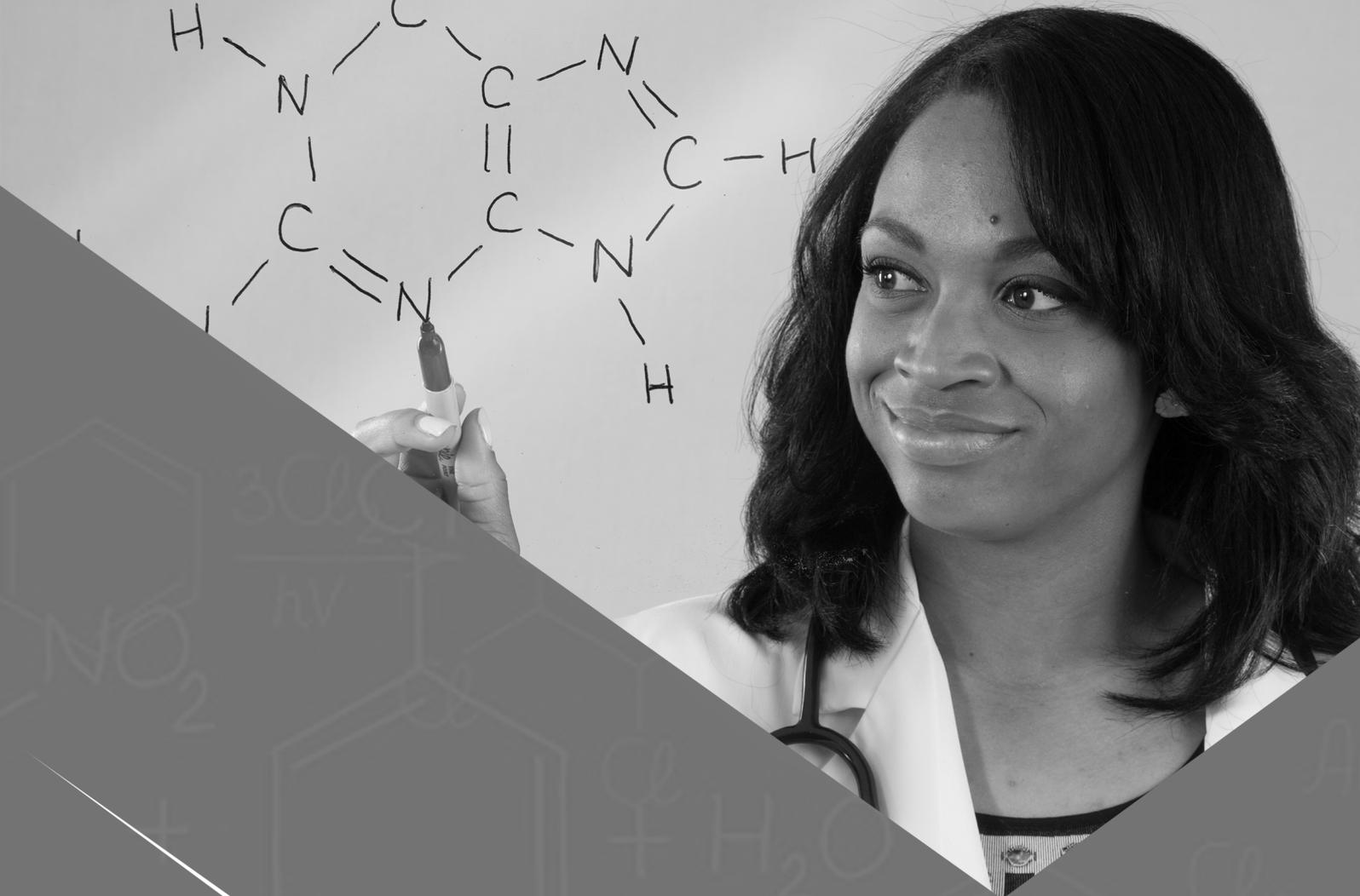


Atena
Editora
Ano 2020

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, cômicos 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-DIPIRIDINONAS 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 *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

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE ÁCIDO CÍTRICO

Data de aceite: 05/12/2019

Renata Paula Herrera Brandelero

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Agronomia.
Dois Vizinhos, Paraná

Alexandre da Trindade Alfaro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Engenharia de Alimentos.
Francisco Beltrão, Paraná

Evandro Martin Brandelero

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Agronomia.
Dois Vizinhos, Paraná

RESUMO: Filmes biodegradáveis para uso como cobertura de solo podem ser obtidos pela mistura de amido e quitosana. A quitosana pode resultar em filmes pouco solúveis e a adição de amido reduz o custo do material, no entanto a resistência mecânica destes filmes é importante para que possam resistir ao ciclo da cultura. O ácido cítrico pode reticular estes polímeros pela formação de ligações cruzadas entre cadeias, podendo diminuir a solubilidade e aumentar a resistência. No presente trabalho a resistência e a elongação foram otimizadas em relação à razão entre amido termoplástico: quitosana (teor de amido) e de ácido cítrico. Foram obtidos filmes com 70 MPa de resistência quando a

concentração de amido e de ácido cítrico foram utilizadas nos níveis mínimos. Já a elongação foi maior e igual a 20% quando a concentração de amido ficou entre 65 a 75%. O delineamento composto central permitiu determinar os níveis de amido, quitosana e ácido cítrico para obter propriedades mecânicas otimizadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Mulching, Biopolímeros, Otimização, Propriedades Mecânicas.*

MECHANICAL PROPERTIES OF STARCH/ CHITOSAN FILMS ADDED WITH CITRIC ACID

ABSTRACT: The biodegradable films for use as mulching can be obtained by mixing starch and chitosan. Chitosan can result in films less soluble and the addition of starch can to reduce the cost of the material, however the mechanical strength of these films is important so that they can withstand the crop cycle. Citric acid can crosslink these polymers by forming crosslinks between polymeric chains, which may decrease solubility and increase the resistance. In the present work resistance and elongation were optimized in relation to the ratio of thermoplastic starch: chitosan (amounts of starch) and amounts of citric acid. Films with concentration of starch and of citric acid used in the minimum levels showed 70 MPa of resistance. Already the elongation was greater and equal to 20%

when the starch concentration was between 65 to 75%. The central composite design allowed to determine the levels of starch, chitosan and citric acid to obtain optimized mechanical properties.

KEYWORDS: *Mulching, Biopolymers, Optimization, Mechanical Properties.*

1 | INTRODUÇÃO

O uso de plástico como mulching (cobertura de solo) é uma prática muito utilizada na horticultura comercial. Estes materiais protegem as hortaliças do contato com o solo, melhorando a sanidade da planta, além, de melhorar a retenção de calor e umidade do solo. Muitos autores relatam aumento na produção com o uso de mulching. Haapala et al. (2015) avaliaram mulching elaborados por filmes de amido e de papel pardo recoberto com polímero, e verificaram que ambos favoreceram os índices agronômicos, aumentando a produção de pepinos quando comparado ao solo sem cobertura. O problema do mulch plástico não biodegradável é decorrente aos gastos para remoção após o uso, a dificuldade de reciclagem devido ao acúmulo de solo e ao acúmulo do material na natureza.

O uso de bioplásticos, materiais provenientes de polímero termoplástico e biodegradável, é uma solução para resolver os problemas decorrentes do uso de plásticos como os de polietileno, polipropileno e suas misturas. Entretanto Briassoulis (2005) e Bilck et al. (2010) verificaram, respectivamente, que filmes de PLA (ácido polilático) e filmes de PBAT com amido não apresentaram resistência mecânica apropriada para uso como mulching devido à presença de rachaduras e fissuras antes do término do ciclo da cultura.

O amido e a quitosana na presença de plastificantes podem gerar filmes termoplásticos por extrusão, injeção e por casting. O amido é um polímero de baixo custo e sua adição nos bioplásticos pode reduzir o custo do material. A quitosana, é um polímero de baixa solubilidade em água e apresenta boa compatibilidade com o amido, sendo ambos biodegradados nas condições ambientais em gás carbônico e água. As blendas de amido e quitosana resultam em materiais menos solúveis, mais resistentes, porém os filmes são hidrofílicos, similarmente, aos filmes puros de amido ou quitosana (XU et al., 2005).

A solubilidade, as propriedades mecânicas e a hidrofílicidade são parâmetros importantes para avaliar filmes para uso na agricultura. A adição de ácido cítrico ao amido foi avaliada por Reddy e Yang (2010), os autores observaram que a adição de 5% de ácido cítrico reduziu a solubilidade e aumentou a resistência dos filmes devido a formação de ligações cruzadas entre as cadeias de amido, atuando como um reticulante. No presente trabalho o objetivo foi otimizar a quantidade de amido, quitosana e ácido cítrico para elaborar filmes com boa resistência mecânica com

finalidade de estudá-los posteriormente como mulching.

2 | EXPERIMENTAL

2.1 Material

Os filmes foram elaborados com amido de mandioca, obtido no comércio local, com teor de amilose igual a 20%, já a quitosana foi adquirida da Sigma-Aldrich, com viscosidade média. O glicerol e o ácido cítrico foram adquiridos da Labsynth. O pigmento inorgânico preto foi adquirido da Lanxess sob marca Pó Preto Xadrez (Brasil).

2.2 Obtenção dos filmes

Os filmes foram obtidos conforme a Tabela 1, obedecendo um delineamento composto central (DCC) com $\alpha=1,401$ e com 4 repetições no ponto central. O experimento foi realizado inteiramente ao acaso. As soluções filmogênicas foram preparadas para conter 4% de polímeros. Os filmes foram obtidos pelo método de casting. O amido foi pesado conforme a razão entre amido: quitosana apresentada na Tabela 1. O glicerol foi adicionado ao amido na quantidade de 20% sobre a massa total de polímeros, os filmes com ácido cítrico foram adicionados nas quantidades conforme demonstrado na Tabela 1. Os materiais após pesagem foram adicionados em 100 mL de água destilada, as soluções resultantes foram aquecidas sobre agitação à 85°C por 5 minutos. A quitosana foi pesada conforme Tabela 1 e dissolvida em 100 mL de solução de ácido acético 2%, sendo adicionada na solução gelatinizada de amido+glicerol ou amido+glicerol+ácido cítrico. Os filmes foram pigmentados adicionando 0,5 ml de solução de pigmento a cada 100 mL de solução filmogênica. Os pigmentos foram adicionados para bloquear a passagem da radiação solar, permitindo assim o controle das plantas invasoras, uma vez que o mulch deve atuar restringindo à germinação das sementes fotoblásticas positivas das ervas daninhas. As soluções foram resfriadas e espalhadas sobre placas de periglass (25x25 cm), as placas foram levadas para estufa à 50°C por 24 horas. Após a secagem os filmes foram obtidos e conduzidos para análise.

2.3 Determinação das Propriedades Mecânicas

Os filmes foram cortados em corpos de provas com dimensões de 100 mm de comprimento por 20 mm de largura. Os corpos de provas foram condicionados a umidade de 52,9% em dessecador contendo solução salina saturada de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ por 48 horas. As propriedades mecânicas foram obtidas utilizando um texturômetro de marca TA.TX2i (Inglaterra). A distância entre garras foi de 50 mm

e a velocidade do teste foi igual a 0,83 mm/min. Foram obtidos a resistência máxima na ruptura (MPa) e a elongação máxima (%), conforme norma D882-88 da ASTM. A análise foi realizada em 5 repetições.

2.4 Análise Estatística

O efeito do teor de amido e do ácido cítrico nas propriedades mecânicas dos filmes obtidos por blendas de amido: quitosana foi analisado através de DCC apresentado na Tabela 1, sendo utilizado o programa Statistica versão 6.0. Foi executado um delineamento DCC 2² rotacional com $\alpha = 1,41$ e repetição no ponto central, ao total foram realizados 12 ensaios, sendo 4 no ponto central. A quantidade de amido é a primeira variável natural, sendo testadas nos valores de 47% amido (proporção percentual de amido: quitosana de 47:53), 50% amido (proporção percentual de amido: quitosana de 50:50), 75% amido (proporção percentual de amido: quitosana de 75:25), 80% de amido (proporção percentual de amido: quitosana de 80:20) e 85% amido (proporção percentual de amido: quitosana de 85:15), codificadas, respectivamente, como -1,41, -1, 0, +1 e +1,41. A segunda variável natural foi a quantidade de ácido cítrico (g/100 g de polímero), sendo testadas as quantidades de 0,76, 2, 5, 8 e 9,2%, codificadas, respectivamente, como -1,41, -1, 0, +1 e +1,41.

Experimento	Variável Codificada (X1 cod. = amido)	Variável Codificada (X2 cod. = ácido cítrico)	Variável Natural Amido -X1 (g amido/100g de polímeros)	Variável Natural Ácido cítrico – X2 (g/100g de polímeros)
1	-1,0	-1,0	50	2,0
2	-1,0	+1,0	50	8,0
3	+1,0	-1,0	80	2,0
4	+1,0	+1,0	80	8,0
5	-1,41	0,0	47	5,0
6	1,41	0,0	85	5,0
7	0,0	-1,41	75	0,76
8	0,0	+1,41	75	9,24
9 (C)	0,0	0,0	75	5,0
10 (C)	0,0	0,0	75	5,0
11 (C)	0,0	0,0	75	5,0
12 (C)	0,0	0,0	75	5,0

Tabela 1. Delineamento Composto Central (22) com $\alpha = 1,401$ realizado para obter os filmes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para as variáveis resistência máxima à ruptura (RMR) e elongação em cada ensaio estão apresentados na Tabela 2 ao lado das variáveis naturais. As variáveis foram modeladas segundo um modelo de variáveis lineares e quadráticas. Os modelos obtidos estão apresentados, respectivamente,

na Eq. 1 e na Eq. 2. A análise de variância obtida evidenciou que não houve falta de ajuste significativa ($p > 0,05$), sendo os valores do coeficiente de determinação (R^2) iguais a 0,83 para o modelo de alongação e 0,74 para a RMR.

$$Y_{\text{RMR}} = 30,72 - 25,64x_1 - 13,25x_2 + 2,37x_1^2 + 4,07x_2^2 + 10,91x_1x_2 \quad \text{Eq. (1)}$$

$$Y_{\text{alongação}} = 26,27 + 3,11x_1 + 5,35x_2 - 22,43x_1^2 - 1,71x_2^2 - 7,31x_1x_2 \quad \text{Eq. (2)}$$

O gráfico de Pareto apresentado na Fig. 1 permite distinguir os termos significativos e mais importantes dos modelos. Observa-se que para a RMR o fator concentração de amido e ácido cítrico lineares foram significativos, enquanto para alongação apenas o fator quadrático para concentração de amido foi significativo à 95% de probabilidade.

O efeito do teor de amido e de ácido cítrico foram significativos para a variável RMR, sendo que a resistência diminui com o aumento da quantidade de ácido cítrico e do amido. O maior valor de RMR foi igual a 66 MPa, sendo obtido para filmes com 50% de amido e 2% de ácido cítrico.

Ensaio	Resistência Máxima à Ruptura (MPa)	Elongação (%)
1	66,0	3,00
2	41,8	16,5
3	21,3	11,9
4	19,8	13,9
5	35,9	12,7
6	19,3	9,60
7	27,9	24,7
8	19,9	21,9
9 (C)	18,1	16,9
10 (C)	27,5	26,6
11 (C)	27,8	25,1
12 (C)	19,2	20,3

Tabela 2. Resultados médios da resistência (MPa) e alongação (%) dos filmes de amido:quitosana com ácido cítrico.

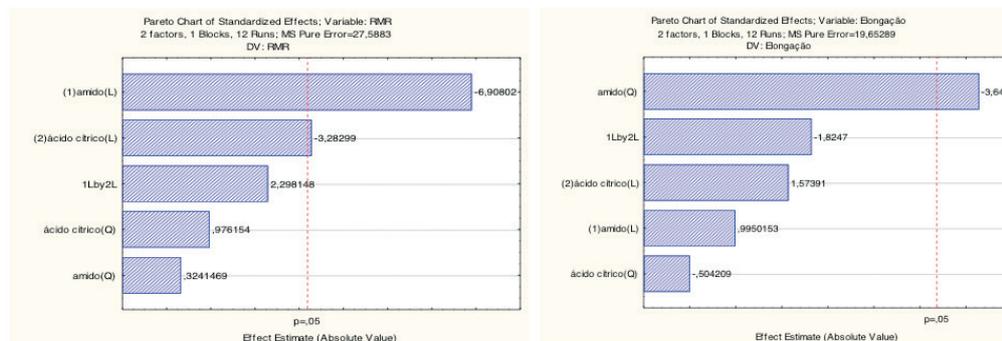


Figura 1. Gráfico de Pareto obtidos para os coeficientes de regressão da variável alongação e da variável RMR (obtido à 95% de probabilidade).

Os gráficos de superfície de resposta apresentados na Fig. 2, demonstram as regiões de máximos encontrados para a variável resistência e alongação. Os resultados indicam que a adição de quitosana foi responsável por gerar filmes mais resistentes (Fig 2-A). Xu et al. (2006) verificaram que o aumento do teor de amido resulta em aumento da resistência até o valor de 1:1 para relação amido: quitosana, e que o aumento do teor de amido na relação resulta em filmes mais frágeis.

No presente estudo a adição de 2% de ácido cítrico (AC) resultou na maior RMR, comparando os resultados de resistência dos ensaios 1 (2% AC), 2 (8% de AC) e 5 (0% de AC) observa-se que o efeito obtido neste trabalho foi similar ao verificado por Reddy e Yang (2010) para filmes de amido. Os autores determinaram máxima resistência quando 5% de AC foi adicionado, valores menores ou maiores diminuíram a resistência. Segundo os autores a adição de quantidade de AC menor que 5% permitiu a formação de poucas ligações cruzadas, sendo insuficiente para aumentar a resistência, já valores maiores resultaram em muitas ligações cruzadas, diminuindo a mobilidade entre as cadeias o que propiciou menor resistência. Yoon et al. (2006) em filmes de amido adicionados de ácido cítrico e obtidos por casting verificaram que com o aumento do ácido houve diminuição na RMR e aumento na alongação, conforme os autores o AC atuou como plastificante. Entretanto no presente trabalho as quantidades adicionadas de AC não foram suficientes para exercer efeito, significativo, na alongação (Fig.1).

A variável alongação sofreu efeito significativo ($p < 0,05$) apenas do teor de amido quadrático, indicando que há uma região onde a concentração de amido e quitosana pode resultar em valores de maior alongação. A alongação apresentou ponto de máximo, conforme a Fig. 2-B quando a concentração de amido ficou no intervalo de 65 a 75%, diminuindo na presença de menor ou maior quantidade de amido. Já a alongação não apresentou variação significativa com a concentração de ácido cítrico. Xu et al. (2005) verificou que a alongação diminuiu quando a relação entre amido e quitosana foi diferente de 61% de amido e 33% de quitosana, sugerindo um comportamento quadrático, como observado no presente trabalho.

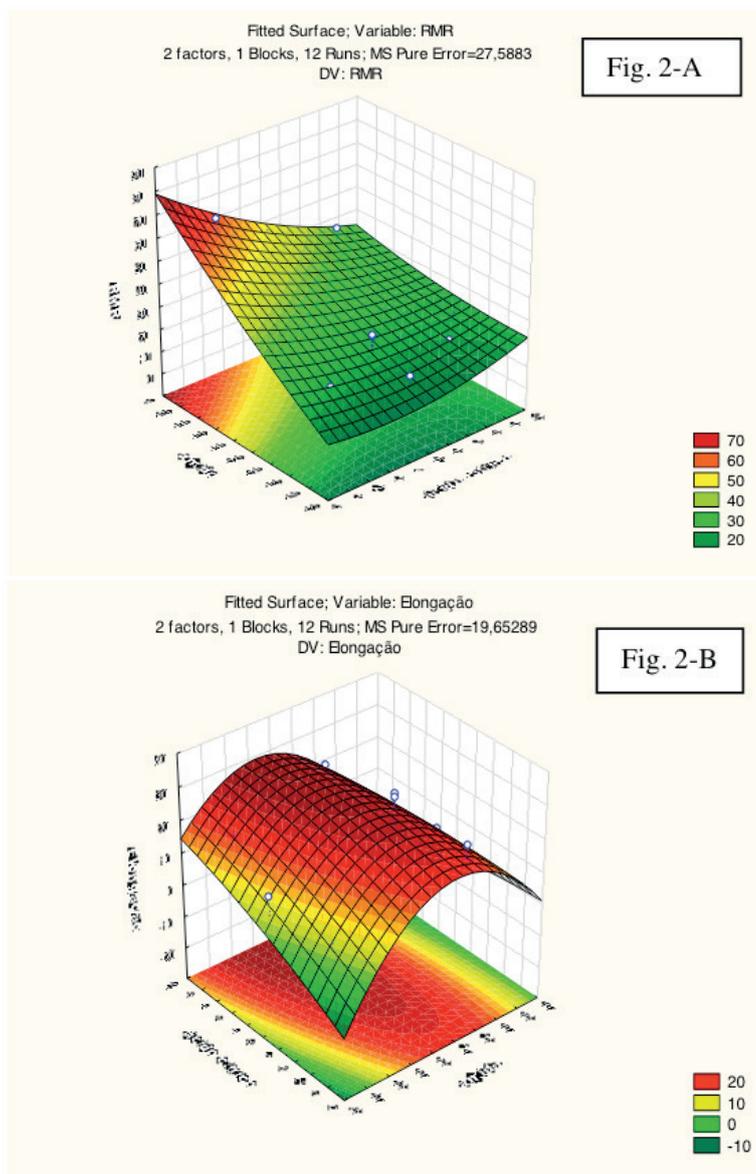


Figura 2. Superfície de resposta obtida para as variáveis RMR (Fig. 2-A) e alongação (Fig. 2-B) relacionados com a concentração de amido e ácido cítrico no filme.

4 | CONCLUSÕES

A resistência dos filmes foi maior em concentração menor de amido e de ácido cítrico, já a alongação apresentou valores maiores quando a concentração de amido se manteve em um intervalo específico. Os filmes obtidos variaram de rígidos moderados para rígidos fortes dependendo da relação amido e quitosana. A adição de ácido cítrico foi importante para a resistência quando os filmes foram adicionados em até 2%, indicando que em excesso o ácido cítrico não favoreceu a resistência e nem a alongação dos filmes. O processo de otimização sugere que filmes mais resistentes e flexíveis podem ser obtidos com 66% de amido, 34% de quitosana e 0,76% de ácido cítrico.

REFERÊNCIAS

American Society for Testing and Materials (ASTM), *Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting – D882-88*. Philadelphia: ASTM, 1996.

BILCK A. P; GROSSMANN. M. V. E; YAMASHITA F. **Biodegradable mulch films for strawberry production**. *Polymer Testing*, 29, 471-476, fev. 2010.

BRIASSOULIS D. **Mechanical behavior of biodegradable agricultural films under real field conditions**. *Polymer Degradation and Stability*, 91, 1256-1272, jun. 2006.

HAAPALA, Tapani.; PALONEN, Pauliina; TAMMINAN, Anti.; AHOKAS, Jukka. **Effects of different paper mulches on soil temperature and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in the temperate zone**. *Agricultural and Food Science*. 24, 52-58, 20 mar. 2015.

REDDY, Narendra.; YANG, Yiqi. **Citric acid cross-linking of starch films**. *Food Chemistry*, 118, 702-711, 1 fev. 2010.

XU, Y. X.; KIM, K. M.; HANNA, M. A.; NAG, D. **Chitosan-starch composite films: preparation and characterization**. *Industrial Crops and Products*, 21, 185. mar. 2005.

YOON, Soon-Do; CHOUGH, Sung-Hyo.; PARK. Hye-Ryoung. **Properties of starch-based blend films using citric acid as additive. II**. *Journal of Applied Polymer Science*, 100, 3, 2554-2560, 17 fev. 2006.

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

