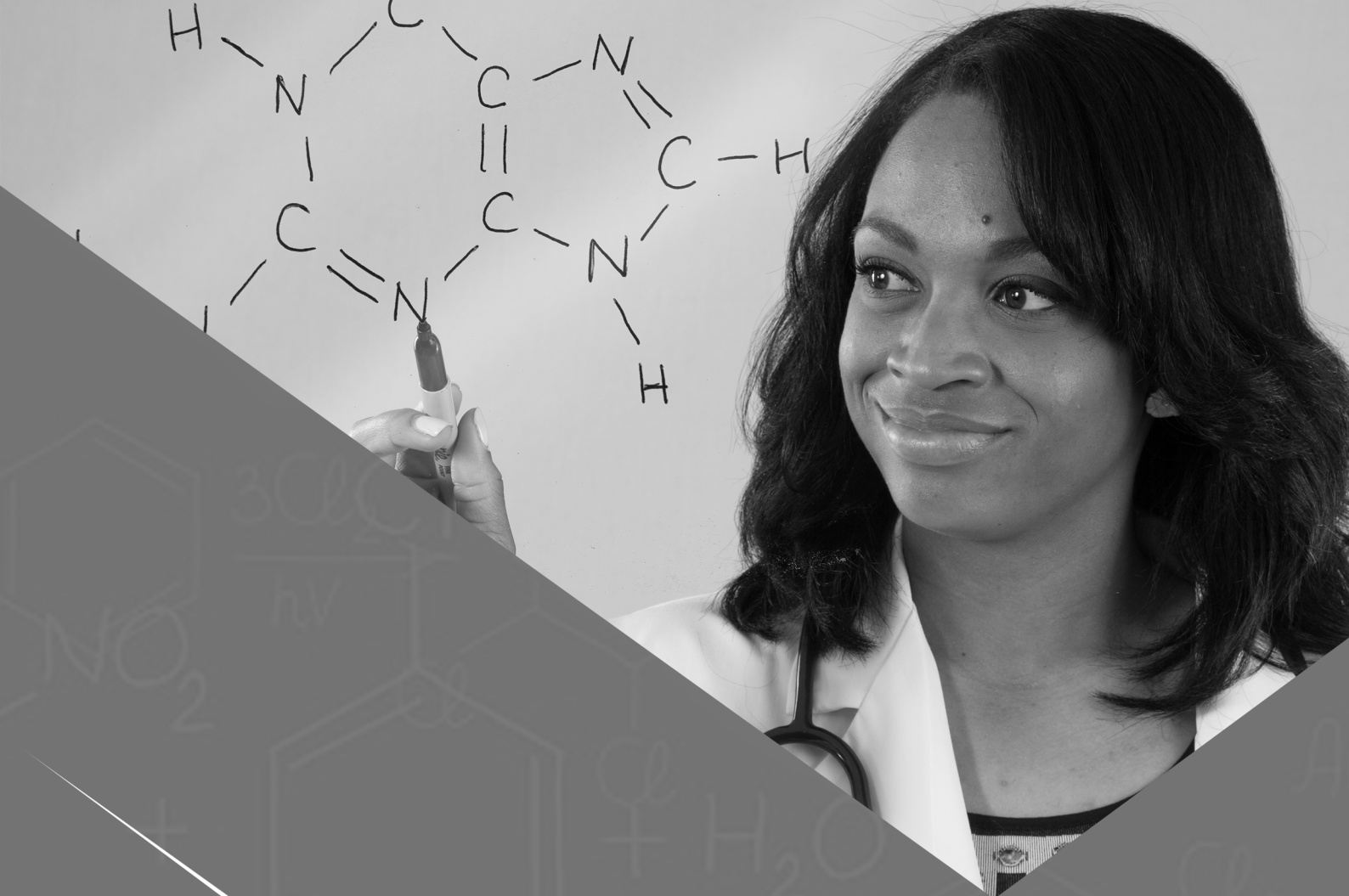


Atena
Editora
Ano 2020

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-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 <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

STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CELLULOSE ACETATE-BASED FILMS INCORPORATED WITH DIFFERENT CLAYS

Data de aceite: 05/12/2019

Pedro Augusto Vieira de Freitas

Laboratory of Food Packaging, Department of Food Technology, Federal University of Viçosa, Brazil.

Viçosa – MG

Taíla Veloso de Oliveira

Laboratory of Food Packaging, Department of Food Technology, Federal University of Viçosa, Brazil.

Viçosa – MG

Nelson Soares Júnior

Laboratory of Food Packaging, Department of Food Technology, Federal University of Viçosa, Brazil.

Viçosa – MG

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Laboratory of Food Packaging, Department of Food Technology, Federal University of Viçosa, Brazil.

Viçosa – MG

ABSTRACT: The improvement of biopolymers properties, such as cellulose acetate (CA), is important to develop new material features to extend a product's shelf life of food into packaging. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of Cloisite® 30B, Cloisite® 10A and laponite clays into CA-based films, as reinforcement materials, to improve

the structural and mechanical characteristics of films. The clays were added, one by one, in each polymer dispersion at 5%, 10%, 15% and 20% (wt.). Moreover, 15% (wt.) of the triethyl citrate was added in each polymer dispersion to act as plasticizer into the system. Film surface features were evaluated using scanning electron microscopy (SEM) and to characterize the film resistance, the thickness and the mechanical properties were determined. In this work, it was possible to observe how the clays were dispersed into CA matrix using SEM technique, as well as how the clay dispersion influenced in the mechanical properties. Film thicknesses increased linearly with clay concentration increment, in the other hand, the maximum tensile strength and the elongation at break decreased linearly. The elasticity modulus to films added with Cloisite® 30B clay were more rigid and brittle than films with Cloisite® 10A. Therefore, AC-based films added with different clays showed changes in structural and mechanical properties happened and this behavior is able to improve the film mechanical properties to broaden food industry applications.

KEYWORDS: cellulose acetate, clays, mechanical properties.

PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS DE FILMES À BASE DE ACETATO DE CELULOSE INCORPORADOS COM DIFERENTES ARGILAS

RESUMO: O aperfeiçoamento das propriedades de biopolímeros, como o acetato de celulose (AC), é de grande interesse por parte da indústria no sentido de desenvolvimento de novas características de materiais de embalagens e, ou, aumentar a vida de prateleira dos alimentos embalados. Nesse contexto, o objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito das argilas Cloisite® 30B, Cloisite® 10^a e laponita como materiais de reforço em filmes à base de AC. Cada uma das argilas foram adicionadas nas dispersões poliméricas em concentrações de 5%, 10%, 15% e 20% (m/m). Trietil-citrato (15% m/m) foi utilizado como plastificante. Os filmes foram avaliados quanto às suas características estruturais de superfície por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e propriedades físico-mecânicas de espessura, resistência máxima a tração (RT), alongamento na ruptura (AR) e módulo de elasticidade (ME). As espessuras dos filmes aumentaram linearmente, em contraste com o RT e AR, que exibiram comportamento de diminuição linear devido ao aumento de concentração das argilas. Em relação ao ME, os filmes adicionados de Cloisite® 30B foram mais rígidos e frágeis que os tratamentos incorporados de Cloisite® 10A, o que pode ser relacionado com as características superficiais dos filmes e a forma de dispersão das argilas na matriz polimérica analisadas por SEM. De acordo com os resultados obtidos, os filmes à base de AC exibiram modificações nas propriedades estruturais e mecânicas de acordo com o tipo de argila adicionada, e, estas alterações podem ser capazes de produzir diferentes materiais com potencial de aplicação em vários setores na indústria de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: acetato de celulose, argilas, propriedades mecânicas.

1 | INTRODUCTION

The utilization of petroleum-based polymers to produce food packaging have been aroused interest in many researchers in worldwide due environmental problems related to the disposal and accumulation of non-degradable materials in the environment. This current problem has stimulated new studies about biodegradable packaging and renewable resources materials fields over the years (Almeida, 2010).

Biopolymers such as cellulose acetate (CA) have great potential to be applied as packaging materials. CA is defined as a cellulose ester that acetyl groups have replaced by hydroxyl groups in native cellulose (Mendes and Mano, 1999). Furthermore, the CA has hydrophobic characteristics that influence the low water solubility. CA-based films have been produced with purpose to incorporation antimicrobial (Almeida, 2010; Bruna et al., 2014; Pola et al., 2014) and antioxidants compounds (Yang et al., 2016), development new materials (Wu, 2012), waste reutilization (Silva, 2014), etc. However, CA has been described with some limitations when compared to traditionally petroleum-based materials used. Between the limitations, stand out

lower mechanical, thermal and barrier properties. Thereby, the focus on improving mechanical and structural properties of biopolymers as CA have grown (Souza and Andrade, 2000; Azeredo, 2009). An alternative to improve biopolymers properties can be the incorporation of clays into polymer matrix as reinforcement material. The reinforcement materials must be inert and may be obtained from different sources, which depends on its desired application (Souza and Andrade, 2000). As already reported, possible reinforcement materials for packaging are clays (Azeredo, 2009; Rodríguez et al., 2012; Tornuk et al., 2018).

Montmorillonite (MMT) is a typical and natural clay formed by silicon and aluminum atoms arranged in blades (Gomes, 1988). In nature, they are hydrophilic, but may undergo surface modifications such as organophilization. The organophilization process for clays is an ionic exchange of cations present within their galleries by organic cations, making them more hydrophobic (Santos, 2007). The Cloisite® 30B and Cloisite® 10A clays is natural MMT that undergo the organophilization process with quaternary ammonium salts MT2EtOH (methyl, tallow, bis-2-hydroxyethyl, quaternary ammonium) and 2MTBHT (dimethyl, benzyl, hydrogenated tallow, quaternary ammonium), respectively. For example, Faria et al. (2012) observed modifications in mechanical properties of biodegradable films-based on starch and polyvinyl alcohol added with sodium montmorillonite (Cloisite®Na⁺).

Another clay, which could be used as reinforcement material in packaging, is the laponite. Laponite is a typical synthetic clay from smectites group obtained by the diatomites purification. Its main features are high purity, colorless dispersion, light gels production, dispersed in water quickly, unaffected by high temperature, non-toxic material, biodegradable and low cost (Li et al., 2015).

Therefore, this work aims to develop biodegradable films based on cellulose acetate incorporated with clays Cloisite® 30B, Cloisite® 10A and laponite as reinforcing materials to evaluate its structural and mechanical resistance properties.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

MMT clays Cloisite® 30B (30B) and Cloisite® 10A (10A) were kindly provided by Southern Clay Products (Gonzales, TX, USA). Laponite clay was kindly provided by Colormix® (Brazil). The plasticizer triethyl citrate (TEC) was obtained by Merck (Darmstadt, Alemanha). Acetone was purchased from Vetec Química (Duque de Caxias, RJ, Brazil). CA (SD = 2.5; MW= 2,024,000 g mol⁻¹) was kindly provided by Rhodia Solvay Group (Santo André, SP, Brazil).

2.2 Preparation of films

The films were produced by casting method (Sorares and Hotchkiss, 1998), with proportion CA and acetone of 1:10 (w/v). The CA weight was constant for all films produced. For each film, Cloisite® 10A, Cloisite® 30B and Laponite were added at 5%, 10%, 15% and 20% (wt.), wherein the percentage added was relative to CA weight. The polymer dispersion was closed and kept for 24 h. After that, it was added of TEC at 15% (wt.) and maintained in a ultrasonic bath for 20 min, poured under flat glass plates, and dried at 23 °C for solvent evaporation. As the same way, control films were prepared without clays (0% wt.).

2.3 Scanning electron microscopy (SEM)

The micrographs of films were recorded by Scanning Electron Microscope (SEM - Model TM3000, Japan). Samples (0.5 cm²) were fixed in stubs covered with a carbon layer (between 20 to 30 nm) (Camilloto, 2015). The acceleration voltage was in automatic mode. The images were taken at 500x magnification.

2.4 Thickness

Film thicknesses were determined with a digital micrometer (Model 547-401, Mitutoyo, Japan, accuracy of 0.001 mm). Measurements were performed at 10 random points in each sample.

2.5 Mechanical properties

Mechanical properties of films were characterized by tensile strength (MPa), elongation at break (mm) and elasticity modulus (MPa) using a Universal Testing Machine, model 3367 (Instron Corporation, Norwood, MA, USA) according to ASTM D882 method (ASTM, 2012). Film samples (17.5 x 2.0 cm) was grabbed by two grips initially separated by 125 mm, and stretched at a crosshead speed of 12.5 mm.min⁻¹. Each treatment was evaluated in three repetitions, and each repetition in quintuplicate.

2.6 Statistical analysis

The experiment was carried out in a completely randomized design with only one factor (clay concentration), with three repetitions. The data were analyzed by ANOVA, and for each response, a regression equation (at 5% probability level) was adjusted when possible, regarding the quantitative factor. All statistical analyzes were performed with Minitab Statistical Program, version 17.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Scanning electron microscopy (SEM)

SEM technique was used to evaluate the microscopic structure of the clay composite films. Cellulose acetate agglomerations could be noted by SEM images as expressed in Figure 1. White aggregates, that appeared in the images, had different sizes and could be related with cellulose acetate clusters because this structure was observed even in the films that did not have the clay incorporation into the polymer matrix. The superficial heterogeneity for all the treatments was caused by the difficult to dissolve the cellulose acetate polymer in the acetone solvent during casting method used to prepare the composite films.

Films incorporated with Cloisite® 10A and Cloisite® 30B clays had a good dispersion within cellulose acetate polymer matrix regardless the clay concentrations (Figure 1b, 1c, 1d and 1e, respectively), corroborating with Rodríguez et al. (2012) that added Cloisite® 30B clay to CA-based films prepared by casting method. Tornuk et al. (2018) study found similar results and a homogeneous linear low density polyethylene-based active films added with MMT and essential oils was obtained.

A balance between molar mass and surface clay groups is important to understand the resultant mechanism of the clay dispersion. Cloisite® 10A and Cloisite® 30B undergo the organophilization process, and the few presence of the hydrophilic groups in the clay surfaces associated with the huge molar mass of it favored the interaction between the clays and the CA due to the polymer hydrophobic nature when compared with hydro-soluble polymers. This behavior influenced in clay interactions and dispersions, and because of that, possibly both clays have organized into the polymer matrix in intercalated or exfoliated conformations. The organic molecule interactions with polymeric matrix expands the distance between the clay planes due to the hydrophobicity features and allows other interactions between them (Paiva et al., 2008).

In other hand, CA films incorporated with laponite 5% (wt.) was heterogeneous and it caused by the laponite agglomeration when dispersed in CA, once this compound is more soluble in hydrophilic systems (Figure 1f). The laponite agglomeration could be easily visualized in Figure 1g when the concentration of laponite was 15% (wt.), and this behavior showed that the concentration influenced on the enlargement of the structure. Moreover, the incorporation of laponite within polymer matrix caused fractures in the CA film (Figures 1f and 1c). This work corroborated with and Valencia et al. (2018) studies that also found agglomerates and fractures caused by laponite addition in the film surfaces, which would may explain the higher variation rates in mechanical properties.

It is worthwhile to mention that SEM analysis is one of the techniques used to

evaluate conformation acquired by layered clays when added within polymer matrix. In addition to SEM, X-ray diffraction and transmission electron microscopy analyses have a crucial importance in evaluating these systems.

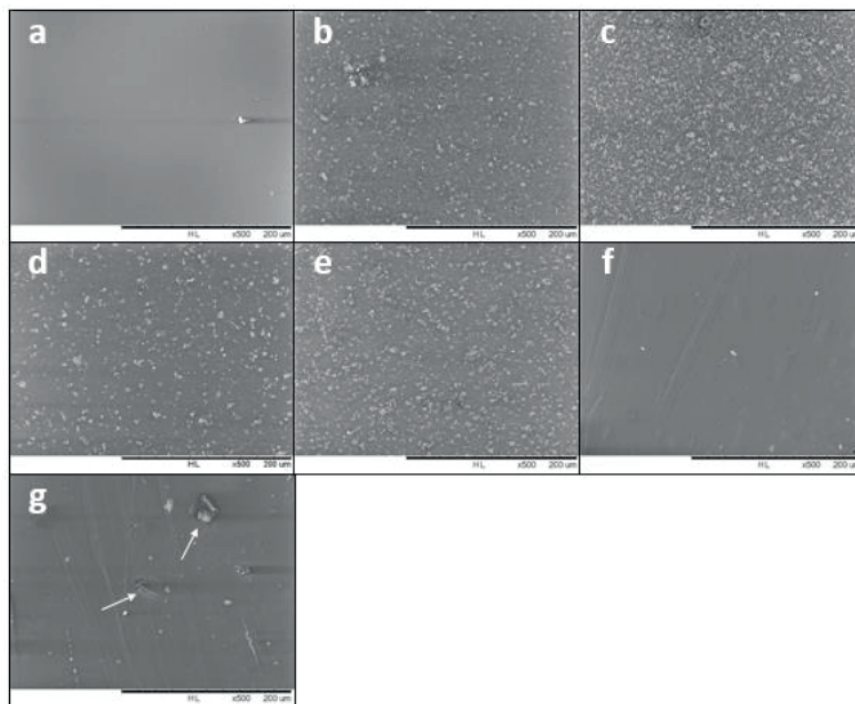


Figure 1. SEM images of the CA-based films added of different clays at: control film (0% wt.) (a), Cloisite® 10A clay at 5% and 15% (wt.) (b and c, respectively), Cloisite® 30B clay at 5% and 15% (wt.) (d and e, respectively) and laponite clay at 5% and 15% (wt.) (f and g, respectively) (the images were taken at 500x magnification.).

3.2 Thickness and mechanical properties

CA-based films characterization was performed to understand the influence of the different clays in the film mechanical properties, and equations were adjusted for thickness (Y_1), tensile strength (Y_2), elongation at break (Y_3) and elasticity modulus (Y_4) (Table 1).

Clay	Mechanical property	Adjusted equation	Faj**	R ²
Cloisite® 10A	Thickness (mm)	$Y_1 = 51.73 + 0.58*x$	0.80	0.58
	Tensile strength (MPa)	$Y_2 = 30.86 - 0.31*x$	0.87	0.52
	Elongation at break (mm)	$Y_3 = 10.13 - 0.36*x$	0.13	0.59
	Elasticity modulus (MPa)	$Y_4 = 1329.0 - 36.70*x$	0.86	0.92
Cloisite® 30B	Thickness (mm)	$Y_1 = 46.00 + 0.67*x$	0.06	0.67
	Tensile strength (MPa)	$Y_2 = 32.27 - 0.44*x$	0.10	0.85
	Elongation at break (mm)	$Y_3 = 8.96 - 0.23*x$	0.87	0.81
	Elasticity modulus (MPa)	$Y_4 = 1121.8 + 24.5*x$	0.97	0.60

Laponite	Thickness (mm)	$Y_1 = 67.30 + 2.89 \cdot x$	0.68	0.76
	Tensile strength (MPa)	$Y_2 = 25.45 - 0.71 \cdot x$	0.05	0.69
	Elongation at break (mm)	$Y_3 = 8.12 - 0.15 \cdot x$	0.63	0.81
	Elasticity modulus (MPa)	$Y_4 = 917.34 \pm 204$	-	-

Table 1. Adjusted equations, lacks of fit (F_{aj}) and coefficients of determination (R^2) for thickness and mechanical properties CA-based films added by different clays.

*Significant by t-Test ($p < 0.05$).

** - P-value for the lack of fit to the model (not significant for $p > 0.05$).

CA-based film thickness equations increased linearly ($p < 0.05$) as function of clay concentrations (Figure 2). There was not difference in CA-based film thickness when Cloisite® 10A or Cloisite® 30B were added in polymer matrix. However, the laponite addition resulted in enlargement of the composite film thickness. This result could be explained by Cloisite® 30B and Cloisite® 10A clay surface modification due to the cation ion exchange caused by organophilization process, making these clays more compatible in organic solvents. However, laponite clay added in CA matrix had no structural modification and presented bad dispersion in organic solvents, because of that, this clay agglomerated increasing film thickness. Moura (2016) produced hydroxypropylmethylcellulose films with different laponite concentrations but there was not difference in thickness due to the laponite good dispersion in water, a polar solvent.

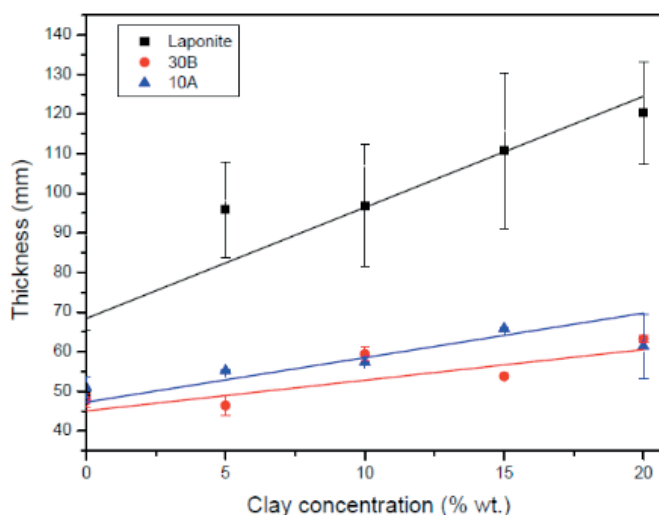


Figure 2. Thickness (mm) behaviors to the AC-based films incorporated with different contents of Cloisite® 10A, Cloisite® 30B and laponite clays.

Tensile strength and elongation at break are mechanical properties measured at the maximum material deformation during the tensile test, resulting in polymer chains maximum stretching and orientation (Pola et al., 2016). Both properties, tensile strength and elongation at break, decreased linearly with the increase of clay concentration into polymer matrix ($p < 0.05$) (Figure 3). This behavior could be

explained due to the interactions between clays and polymer chain that promoted rupture points in the composite films as found in the SEM images. Differences in elongation at break were observed among Cloisite® 10A and Cloisite® 30B clays only for concentrations above 5% (wt.) (Figure 3a). However, for tensile strength, the clay type no influenced in this mechanical property (Figure 3b), supported by Almeida (2010). Therefore, Cloisite® 10A and Cloisite® 30B clays have been able to influence tensile strength and elongation when incorporated in different polymer matrices (Chen et al., 2017; Zhang et al., 2017; Tornuk et al., 2018).

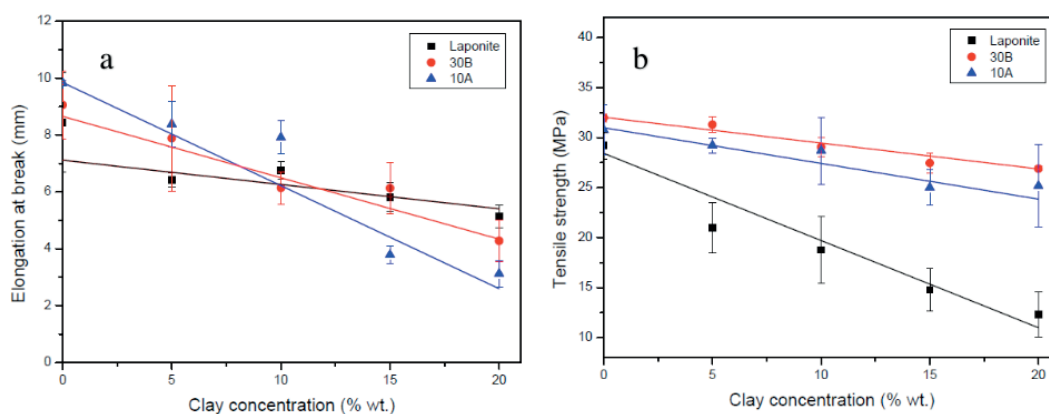


Figure 3. Elongation at break (mm) (a) and tensile strength (MPa) (b) to the AC-based films incorporated with different contents of Cloisite® 10A, Cloisite® 30B and laponite clays.

No significant difference ($p > 0.05$) was observed for elasticity modulus in films incorporated with laponite and the average was 917.34 ± 204 MPa. Aggregated particles visualized by SEM images could describe the high standard deviation in this property. Elasticity modulus equation decreased linearly ($p < 0.05$) for CA-based films added with Cloisite® 10A (Figure 4). In other hand, opposite behavior ($p < 0.05$) was obtained for this property to samples incorporated with Cloisite® 30B clay, whereas the elasticity modulus equation increased linearly ($p < 0.05$). Although Cloisite® 10A and Cloisite® 30B are natural MMT clays modified with salts of quaternary ammonium, the slight difference among them affected how the clays interacted with CA chains, influencing directly in the elasticity modulus. Films incorporated with Cloisite® 10A became less rigid than films incorporated with Cloisite® 30B, when more clays were added into polymer matrix. Rodríguez et al. (2012) reported elasticity modulus increment when Cloisite® 30B was added into CA matrix. Zhang et al. (2017) observed similar behavior in chitosan-polyvinyl alcohol films added within charged sodium lactate and MMT. In other hand, Orsuwan and Sothornvit (2017) added MMT into banana flour-based films and the elasticity modulus decreased under higher MMT concentrations. Therefore, the different intercalation levels and the kinds of interaction between clays and the polymeric matrix influenced the differences observed in mechanical properties.

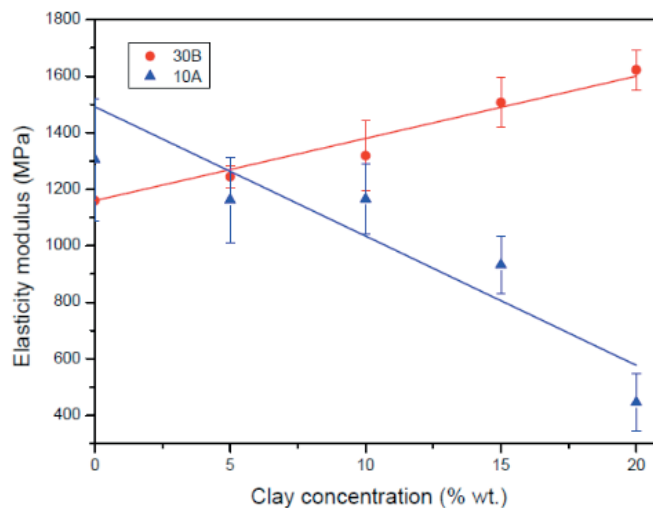


Figure 4. Elasticity modulus (MPa) to the AC-based films incorporated with different contents of Cloisite® 10A and Cloisite® 30B clays.

4 | CONCLUSIONS

Sustainability, environmental conservation and eco-friendly behavior are requirements to incentive the use of biodegradable packaging avoiding plastic accumulation in the nature. To achieve this new tendency the development of new biodegradable materials has been conducted, such as the use of CA-based films. However, CA films have some problems with mechanical properties that could be solved by clays addition in polymer matrix, as reinforce material. This work could observed differences for mechanical and structural properties for films added with different types of clays and the interactions among the clays and the polymers influenced in their behavior. CA-based films added with laponite presented the highest results for structural and mechanical properties, possibly due to their low dispersion capacity on organic solvents such as acetone and the weak interaction with cellulose acetate. However, for the AC-based films incorporated with MMT clays, Cloisite® 30B provide composite films more rigid and brittle than Cloisite® 10A clay.

5 | ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to acknowledge CAPES, CNPq, FAPEMIG and Finep for financial support.

REFERENCES

Almeida, G. W. R. **Desenvolvimento e caracterização de filme nanocompósito de base celulósica e sua avaliação como membrana ativa antimicrobiana**. 2010. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2010.

ASTM D882-12. **Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting.** 2012.

Azereido, H. M. C. **Nanocomposites for Food Packaging Applications.** Food Research International, v. 42, p. 1240- 1253, 2009.

Bruna, J. E.; Galotto, M. J.; Guarda, A.; Rodríguez, F. **A novel polymer based on MtCu²⁺/cellulose acetate with antimicrobial activity.** Carbohydrate Polymers, v. 102, p. 317-323, 2014.

Camilloto, G. P. **Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa incorporada com produto à base de triclosan para aplicação em carne bovina.** 2009. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2009.

Chen, C.; Chen, Y.; Xie, J.; Xu, Z.; Tang, Z.; Yang, F.; Fu, K. **Effects of montmorillonite on the properties of cross-linked poly(vinyl alcohol)/boric acid films.** Progress In Organic Coatings, v. 112, p. 66-74, 2017.

Faria, F. O.; Vercelheze, A. E. S.; Mali, S. **Propriedades físicas de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, álcool polivinílico e montmorillonita.** Química. Nova, v. 35, p. 487-492, 2012.

Gomes, C. F. **Argilas: O que são e para que servem.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988.

Li, X.; Liu, A.; Ye, R.; Wang, Y.; Wang, W. **Fabrication of gelatin–laponite composite films: Effect of the concentration of laponite on physical properties and the freshness of meat during storage.** Food Hydrocolloids, v. 44, p. 390-398, 2015.

Mano, E. B.; Mendes, L. C. **Introdução a Polímeros,** Rio de Janeiro: Editora Blucher, 1999.

Moura, P. L. T. **Desenvolvimento e caracterização de filmes bionanocompósito ativo incorporado com argila laponita e nanoemulsão de óleo essencial de carqueja (*Baccharis trimera*).** 2019. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2016.

Orsuwan, A.; Sothornvit, R. **Development and characterization of banana flour film incorporated with montmorillonite and banana starch nanoparticles.** Carbohydrate Polymers, v. 174, p. 235-242, 2017.

Paiva, L. B.; Morales, A. R.; Díaz, F. R. V. **Argilas organofílicas: características, metodologias de preparação, compostos de intercalação e técnicas de caracterização.** Cerâmica, v. 54, p. 213-226, 2008.

Pola, C. C.; Medeiros, E. A. A.; Pereira, O. L.; Souza, V. G. L.; Otoni, C. G.; Camilloto, G. P.; Soares, N. F. F. **Cellulose acetate active films incorporated with oregano (*Origanum vulgare*) essential oil and organophilic montmorillonite clay control the growth of phytopathogenic fungi.** Food Packaging and Shelf Life, v. 9, p. 69-78, 2016.

Rodríguez, F. J.; Galotto, M. J.; Guarda, A.; Bruna, J. E. **Modification of cellulose acetate films using nanofillers based on organoclays.** Journal of Food Engineering, v. 110, p. 262-268, 2012.

Santos, K. S. **Avaliação das propriedades finais dos nanocompósitos de prolipropileno com diferentes argilas organofílicas.** 2007. Tese (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

Silva, V. L. **Aproveitamento sustentável do bagaço de cana de açúcar para obtenção do acetato de celulose.** 2014. Tese (Mestrado em Química) – Programa de Pós Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2014.

Soares, N. F. F.; Hotchkiss, J. H. **Naringinase immobilization in packaging films for reducing naringin concentration in grapefruit juice.** *Journal of Food Science*, v. 63, p. 61-6, 1998.

Souza, R. C. R.; Andrade, C. T. **Investigação dos Processos de Gelatinização e Extrusão de Amido de Milho.** *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 10, p. 24-30, 2000.

Tornuk, F.; Sagdic, O.; Hancer, M.; Yetim, H. **Development of LLDPE based active nanocomposite films with nanoclays impregnated with volatile compounds.** *Food Research International*, v. 107, p. 337-345, 2018.

Valencia, G. A.; Luciano, C. G.; Lourenço, R. V.; Sobral P. J. A. **Microstructure and physical properties of nano-biocomposite films based on cassava starch and laponite.** *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 107, p. 1576-1583, 2018.

Wu, S. **Characterization of cellulose acetate-reinforced aliphatic–aromatic copolyester composites.** *Carbohydrate. Polymers*, v. 87, p. 1249-1256, 2012.

Yang, W.; Souza, A. M. M.; Fan, X.; Jin, T.; Li, X.; Tomasula, P. M.; Liu, L. **Electrospun ultra-fine cellulose acetate fibrous mats containing tannic acid-Fe³⁺ complexes.** *Carbohydrate Polymers*, v. 157, p. 1173-1179, 2016.

Zhang, L.; Wang, H.; Jin, C.; Zhang, R.; Li, L.; Li, X.; Jiang, S. **Sodium lactate loaded chitosan-polyvinyl alcohol/montmorillonite composite film towards active food packaging.** *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 42, p. 101-108, 2017.

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

