

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias
2**

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
DOI 10.22533/at.ed.8771903091	
CAPÍTULO 2	14
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
DOI 10.22533/at.ed.8771903092	
CAPÍTULO 3	19
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8771903093	
CAPÍTULO 4	29
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.8771903094	
CAPÍTULO 5	41
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.8771903095	
CAPÍTULO 6	51
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.8771903096	

CAPÍTULO 7 63

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Thiago Lopes Quevedo
Filipe Melo Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.8771903097

CAPÍTULO 8 76

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS

Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Jusinei Meireles Stropa
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.8771903098

CAPÍTULO 9 88

CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Alan Gabriel Adamczewski
Edson Cezar Grzebielucka
Eder Carlos Ferreira de Souza
Maria Elena Payret Arrúa
André Vitor Chaves de Andrade
Sandra Regina Masetto Antunes

DOI 10.22533/at.ed.8771903099

CAPÍTULO 10 101

EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES

Caroline de Souza Rodrigues
Carolina Laguna Pimenta
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida
Marcos Vinícius Pereira da Costa
Sara Rudek
Raquel Teixeira Campos

DOI 10.22533/at.ed.87719030910

CAPÍTULO 11 108

ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA

Mayara Soares
Carine Vieira
Cynthia Beatriz Fürstenberger
Danielle Borges
Danielle Cristina Silva Olizeski
Felipe Staciaki da Luz
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.87719030911

CAPÍTULO 12 120

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues
Marcelo Telascrêa
Raquel Teixeira Campos
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha
Márcia Ortiz Mayo Marques

DOI 10.22533/at.ed.87719030912

CAPÍTULO 13 132

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini
André Antunes da Silva
Bruno Henrique de Santana Gois
Jessyka Carolina Bittencourt
Clarissa de Almeida Olivati
Pedro Leonardo Silva
Vagner dos Santos
Wilson Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.87719030913

CAPÍTULO 14 142

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030914

CAPÍTULO 15 154

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Edil Silva de Vilhena
Edielson Silva de Vilhena
Rodrigo da Silva Magalhães Dias
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.87719030915

CAPÍTULO 16 167

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer
Gina Alejandra Gil Giraldo

DOI 10.22533/at.ed.87719030916

CAPÍTULO 17 180

PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO

Rafael Rodrigues Gomes
Diego Martinez Prata
Lizandro de Sousa Santos

DOI 10.22533/at.ed.87719030917

CAPÍTULO 18 193

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDA DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Taisa Lorene Sampaio Farias
Catarina Barbosa Levy
Ivanei Ferreira Pinheiro
Walter Ricardo Brito
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

DOI 10.22533/at.ed.87719030918

CAPÍTULO 19 202

SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL

Eliane Kujat Fischer
Vinícius Moreira Alves
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Silvanice Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030919

CAPÍTULO 20 214

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROTALCITAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO

Alberto Adriano Cavalheiro
Sabrina Vitor Gonçalves
Creuza Kimito Caceres Kawahara
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Graciele Vieira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.87719030920

CAPÍTULO 21 225

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria
Giovani Barrera Torres
Guilherme Dognani
Renivaldo José dos Santos
Flávio Camargo Cabrera
Aldo Eloizo Job

DOI 10.22533/at.ed.87719030921

SOBRE O ORGANIZADOR.....	235
ÍNDICE REMISSIVO	236

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDAS DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes

Universidade Luterana do Brasil, Centro
Universitário Luterano de Manaus.

Manaus – AM

Maria Oneide Silva de Moraes

Universidade Federal do Amazonas,
Departamento de Química.

Manaus – AM

Tainah Vasconcelos Pessoa

Instituto Federal do Amazonas, Departamento
Acadêmico de Processos Industriais.

Manaus – AM

Taisa Lorene Sampaio Farias

Universidade Luterana do Brasil, Centro
Universitário Luterano de Manaus.

Manaus – AM

Catarina Barbosa Levy

Universidade Luterana do Brasil, Centro
Universitário Luterano de Manaus.

Manaus – AM

Ivanei Ferreira Pinheiro

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Engenharia Química.

Campinas – SP

Walter Ricardo Brito

Universidade Federal do Amazonas,
Departamento de Química.

Manaus – AM

João de Deus Pereira de Moraes Segundo

Universidade Estadual de Campinas,
Departamento de Engenharia de Manufatura e
Materiais. Campinas - SP

RESUMO: O emprego de materiais poliméricos com finalidades terapêuticas têm sido alvo de diversos estudos, devido às suas potenciais propriedades físico-químicas e a versatilidade destes materiais, que favorecem sua aplicabilidade. Neste estudo, os polímeros Poli(caprolactona) (PCL) e Acetato de Celulose (AC) foram empregados na produção de filmes blendado PCL/AC na proporção de 100:25 contendo Ácido Ascórbico (AA) com concentrações de 0,5 e 1,0 %wt em massa. Os filmes foram produzidos utilizando o método casting em temperatura ambiente. A caracterização superficial por *surface free energy* (SFE) demonstrou que as concentrações do fármaco no filme alteraram a SFE nos filmes. A presença das bandas de absorção IV em 3626 cm^{-1} , 3216 cm^{-1} e $1749,71\text{ cm}^{-1}$ confirmam a formação da blenda PCL/AC e a banda de absorção em $3490,04\text{ cm}^{-1}$ indicam a incorporação do AA na composição dos filmes.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes poliméricos; Blenda PCL/AC; ácido ascórbico.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BLEND FILMS POLY (CAPROLACTONE) AND ACETATE OF CELLULOSE CONTAINING ASCORBIC ACID

ABSTRACT: The use of polymeric materials for therapeutic purposes has been the subject of several studies, due to their potential

physicochemical properties and the versatility of these materials, which favor its applicability. In this study, the poly(caprolactone) (PCL) and cellulose acetate (CA) polymers were used in the production of PCL/CA blended 100:25 film containing Ascorbic Acid (AA) at concentrations of 0.5 and 1.0 wt% by mass. The films were produced using the casting method at room temperature. Surface free surface characterization (SFE) showed that drug concentrations in the film altered SFE in the films. The positions of the vibrational modes at 3626 cm^{-1} and 3216 cm^{-1} confirmed the incorporation of the drug into the composition of the films.

KEYWORDS: Polymeric films; blend PCL/AC; ascorbic acid.

1 | INTRODUÇÃO

Polímeros são materiais versáteis que apresentam aplicações nas mais diversas áreas de estudo (BIANCHI, 2014). São classificados em orgânicos ou inorgânicos, possuem longas estruturas moleculares, baixas densidades e na sua maioria são extremamente flexíveis (CALLISTER, 2012). Dependendo da propriedade desejada, utilizam-se apenas um tipo de polímero ou polímeros em forma de blenda (mistura mecânica entre dois ou mais polímeros diferentes) (FREITAS & SANTOS, 2015).

O futuro da ciência dos polímeros será baseado em modificações das propriedades químicas e físicas dos polímeros, e em novas combinações de copolímeros com objetivos e componentes que podem liberar uma ampla variedade de agentes bioativos (PILLAI & PANCHAGNULA, 2001; SEGUNDO, 2015).

Com o avanço no conhecimento da tecnologia de materiais, ainda existem desafios a serem vencidos quanto a sofisticação e especialização de materiais (CALLISTER, 2012).

A Poli(caprolactona) (PCL) é um polímero poliésteres alifáticos e possui propriedades interessantes tais como, mecânica, biocompatibilidade e biodegradabilidade (GUARINO et al., 2017). Além disso, é considerado um polímero relativamente hidrofóbico (SEGUNDO, 2015), o que torna-o interessante em misturas com outros polímeros.

O Acetato de celulose (AC) possui aplicações interessantes, possui ésteres orgânicos proveniente da celulose e é considerado um polímero barato, motivo pelo qual o torna bastante utilizado na indústria têxtil (RIBEIRO, 2013).

O objetivo deste trabalho foi produzir filmes blendados de PCL/AC contendo Ácido Ascórbico (AA) e realizar a caracterização química e superficial.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Poli (caprolactona) (PCL-80000 g/mol), Acetato de Celulose (AC-30000 g/

mol) foram fornecidos pela Sigma Aldrich. Clorofórmio (99,8% de pureza) e Acetona (99,8% de pureza) fornecidos pela Biotec. Glicerol (Vetec Química Fina 99,5% de pureza), Etileno-glicol (Biotec - 99,8% de pureza). KBr fornecido pela Crq – Produtos Químicos Eireli (PM = 119,00) para produção de pastilhas de KBr. Ácido Ascórbico (PM = 176,13 g/mol) fornecido pela Synth e água deionizada (condutividade elétrica 0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$).

2.2 Preparo dos filmes blendados PCL/AC

O filme blendado PCL/AC foi preparado na proporção de 100:25 em massa (wt%), respectivamente. Primeiramente, deixou-se sob agitação mecânica a mistura dos solventes clorofórmio e acetona na proporção de 1:1 em massa por 15 minutos, em seguida, adicionou-se a PCL conforme a proporção citada anteriormente, e agitou-se por 30 minutos. Posteriormente, acrescentou-se o AC e deixou-se sob agitação mecânica por 90 minutos até total solubilização do polímero. Os filmes de PCL e AC foram preparados similarmente ao filme blendado, exceto a adição do AC para a solução de PCL e vice-versa.

Após o preparo da solução blendada PCL/AC, adicionou-se 0,5% e 1% em massa de AA, em seguida, foi submetido à agitação mecânica em um período de 4h até a dispersão completa do AA.

Posteriormente, os filmes foram preparados pelo método *casting* da seguinte maneira: em atmosfera estabilizada com clorofórmio e acetona, depositou-se uma alíquota de 500 μL das soluções polimérica sobre um substrato de vidro e deixou-se em repouso por um período de 24 h, até total evaporação dos solventes.

2.3 Equipamentos e Caracterizações

Utilizou-se água deionizada no teste de molhabilidade. Pipetou-se 10 μL do solvente sobre a superfície dos filmes, à temperatura ambiente e observou-se o comportamento da gota do solvente num período de 120 s utilizando um microscópio digital (DINO – Lite plus, resolução de 1000x). As medidas dos ângulos de contato (θ) foram obtidos mediante ao uso do diretório LB-ADSA do *software* processador de imagem imageJ.

A Energia de Superfície Livre, do inglês *Surface Free Energy* (SFE) dos filmes de PCL, AC, PCL/AC, PCL/AC + AA 0,5%wt, PCL/AC + AA 1,0%wt foram obtidas conforme o método proposto na literatura (VICENTE, ANDRÉ & FERREIRA, 2012). Água deionizada, glicerol e etilenoglicol foram utilizados como solventes e os ângulos de contato foram obtidos utilizando a mesma metodologia citada anteriormente. Os valores dos ângulos de contato foram inseridos na equação (1):

$$\frac{\gamma_L(1+\cos(\theta))}{2\sqrt{\gamma_L^d}} = \sqrt{\gamma_S^P} \sqrt{\frac{\gamma_L^P}{\gamma_L^d}} + \sqrt{\gamma_S^d}$$

Equação (1)

Onde:

$\gamma_L = \text{SFE}$ do solvente conhecido dado em (mN.m⁻¹).

Tal que,

$$\gamma_L = \gamma_L^d + \gamma_L^P \quad \text{Equação (2)}$$

e

$$\gamma_S = \gamma_S^d + \gamma_S^P \quad \text{Equação (3)}$$

Na equação (2) γ_L^d e γ_L^P são as contribuições dispersiva e polar da SFE do solvente utilizado, enquanto γ_S^d e γ_S^P são as contribuições dispersiva e polar da SFE do filme (γ_S) dado em (mN.m⁻¹). A relação linear entre os termos das variáveis dependente e independente da equação (1) permite relacionar as contribuições dispersiva e polar da SFE do filme da equação (3).

A análise química dos filmes de PCL, AC, PCL/AC, PCL/AC + AA 0,5%wt, PCL/AC + AA 1,0%wt foram realizadas em um espectrofotômetro FTIR (Thermo Scientific - NICOLET iS10) na região de 4000 a 400 cm⁻¹. Na preparação das amostras utilizou-se pastilhas de brometo de potássio (KBr).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de molhabilidade realizado pela medição de ângulo de contato permitiu avaliar a hidrofiliicidade dos filmes utilizando água. A Figura 1 mostra as imagens das gotas de água nos filmes de PCL, AC, PCL/AC, PCL/AC + 0,5%wt AA e PCL/AC + 1%wt AA. A Tabela 1 apresenta os valores dos ângulos de contato das gotas de água, etilenoglicol e glicerol. As medidas dos ângulos de contato mostraram que para os filmes de PCL, o valor foi de 80,34°; AC foi de 60,34° e PCL/AC foi de 87,89°. A adição do AC aumento o valor do ângulo de contato do filme PCL/AC, enquanto que a adição do AA mostra-se influenciar nos valores do ângulo de contato que foram 63,11° e 76,03° para as concentrações de 0,5 e 1,0%wt de AA, respectivamente.

A diminuição nos valores dos ângulos de contato mostra a presença do AA nos filmes, além disso, pode estar relacionado com a boa dispersão do AA no filme blendado. Entretanto, técnicas complementares são necessárias para constatar tal dispersão.

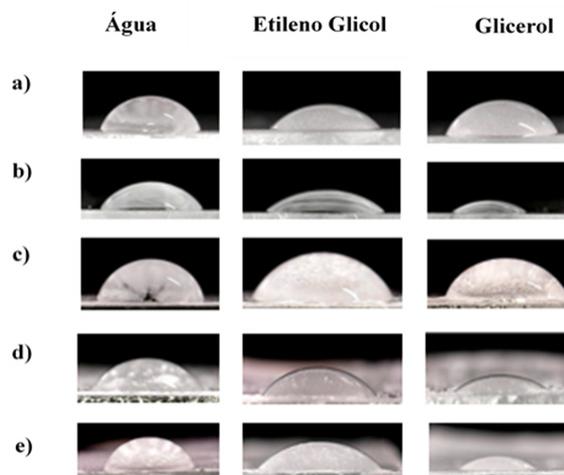


Figura 1. Imagens da gota de água, etilenoglicol e glicerol sobre os filmes de (a) PCL, (b) AC, (c) PCL/AC, (d) PCL/AC + 0,5%wt AA e (e) PCL/AC + 1%wt AA.

Ângulo de Contato θ			
Filmes	Água	Etileno Glicol	Glicerol
PCL	80,34°	50,01°	62°
AC	60,54°	41,30°	47,93°
PCL/AC	87,89°	58,09°	67,3°
PCL/AC+0,5%wtAA	63,11°	49,71°	33,43°
PCL/AC +1%wtAA	76,03°	30,27°	54,83°

Tabela 1. Valores dos ângulos de contato dos diferentes filmes com diferentes solventes.

Os valores dos ângulos de contato mostrados na Tabela 1 foram acrescentados na equação (1), além disso, as contribuições dispersiva e polar da SFE dos solventes foram extraídos da literatura (VICENTE, ANDRÉ & FERREIRA, 2012) e adicionados também na equação (1).

Os valores das contribuições dispersiva e polar da SFE dos filmes (ver equação (2)) de PCL, AC, PCL/AC, PCL/AC + 0,5%wt AA e PCL/AC + 1%wt AA foram obtidos pela relação linear das variáveis dependentes e independentes da equação (1). Os valores estão mostrados na Figura 2.

A adição do fármaco de 0,5% e 1% wt AA no filme PCL/AC manteve o comportamento superficial hidrofílico e apresentou redução nas medidas de ângulo de contato para todos os solventes devido ao aumento de interações moleculares de domínio OH presentes nas moléculas de AC e AA. Além disso, é possível notar a influência da presença do AA que permitiu o aumento gradativo da SFE, o que torna mais evidente a presença do fármaco. Apesar disso, é importante ressaltar que houve uma leve alteração de comportamento superficial da gota de água com a blenda contendo AA 1% wt, que pode ser explicado pela influência do caráter hidrofóbico da

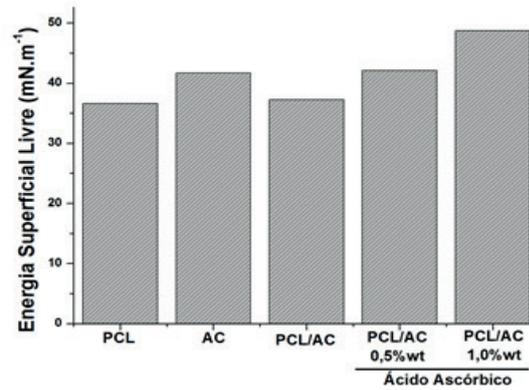


Figura 2. Gráfico da SFE dos filmes de PCL, AC, PCL/AC e PCL/AC com diferentes concentrações de AA.

A Figura 3 apresenta os espectros de absorção IV dos filmes de PCL, AC, PCL/AC, PCL/AC + 0,5%wt AA e PCL/AC + 1%wt AA. A Tabela 2 e 3 mostram as posições dos modos vibracionais característicos da PCL (DA PAZ *et al.*, 2016; ABDELZAREK *et al.*, 2016) e do AC (MEIRELLES, 2007). Os valores das bandas de absorção estão conforme a literatura.

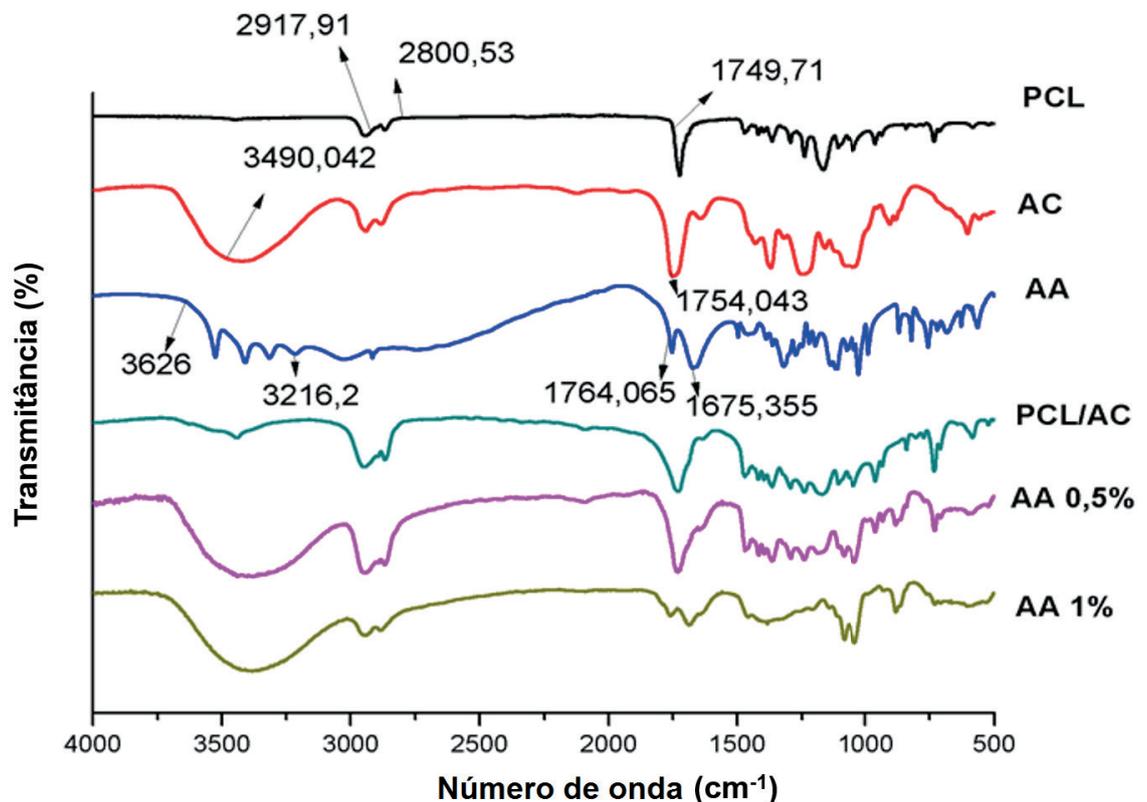


Figura 3. Espectro de FTIR do PCL, AC, PCL/AC e PCL/AC com diferentes concentrações de AA.

Descrição da Vibração	Posição das bandas (cm ⁻¹)	Posição das bandas (cm ⁻¹)
	Abdelzarek <i>et al.</i> (2016).	Neste trabalho
Estiramento CH ₂	2942; 2862	2942,13 e 2862,01
Deformação axial assimétrica e simétrica C-H	2918; 2800	2917,91 e 2800,53
Deformação angular CH (CH ₂)	1750 e 1500	1749,71 e 1500,05
Estiramento C=O	1726	1725,49
Curvatura CH ₂	1473; 1397; 1361	1473,96; 1397,57 e 1360,31
Estiramento C-C	1290	1289,51
Estiramento C-O-C	1233; 1107; 1042	1233,61; 1106,92 e 1041,71
Estiramento C-O	1160	1160,95

Tabela 2. Principais modos vibracionais característicos do PCL.

Descrição da vibração	Posição das bandas (cm ⁻¹)	Posição das bandas (cm ⁻¹)
	Meirelles (2007)	Neste trabalho
Estiramento O-H celulósico	3490	3490,04
Estiramento assimétrico CH ₃	2960	2960,19
Estiramento simétrico CH ₃	2880	2880,16
Estiramento de carbonila de éster	1754	1754,04
Deformação da água	1634	1634,37
Deformação assimétrica CH ₂	1429	1429,47
Deformação assimétrica CH ₃	1370	1370,65
Deformação CH ₂	1321	1321
Estiramento C-O de acetato	1240	1240
Estiramento C-O	1157; 1120 e 1052	1157,08; 1120,43 e 1052,46
Deformação externa (oscilação) CH ₂	909	909,27
C-O dos grupos acetilas	606	606,02

Tabela 3. Principais modos vibracionais característicos do acetato de celulose.

As bandas de absorção características da deformação axial das ligações O-H estão presentes em torno de 3626 e 3216,2 cm⁻¹ do espectro de absorção IV para

AA (Figura 3) e vão de encontro ao proposto na literatura (DAMASCENO JUNIOR, 2017). O estudo de Damasceno Junior (2017) dispõe que as bandas de absorção mais agudas que ocorrem na faixa de 3650,10 e 3584,05 cm^{-1} são atribuídas aos grupos hidroxilas livres. As bandas de absorção que ocorrem na região entre 3650,10 e 3584,05 cm^{-1} são características das interações intermoleculares de grupos OH que formam ligação de hidrogênio. Ainda para Damasceno Junior (2017) as regiões de menores números de onda do espectro IV para AA em 1277,12 cm^{-1} e 1046,19 cm^{-1} são conferidas às vibrações de deformação axial de C-O de álcoois e nas regiões de 990,26 cm^{-1} e 1027,39 cm^{-1} correspondem as vibrações de deformação angular de O-H.

Os espectros de absorção IV obtidos para as amostras dos filmes blindados PCL/AC com e sem AA apresentaram modos vibracionais característicos dos materiais poliméricos de partida e do AA. As bandas de absorção IV relevantes para caracterização dos polímeros ocorreram em 3490,04 cm^{-1} atribuída ao estiramento do OH celulósico do AC; em 3626 cm^{-1} e 3216,2 cm^{-1} atribuída a presença da deformação axial das ligações O-H do AA e em 2917,91 cm^{-1} e 2800,53 cm^{-1} conferidas à deformação axial assimétrica e simétrica de C-H do grupo CH_2 da PCL.

Comparando o espectro de absorção do filme PCL/AC + 0,5%wt AA (curva rosa) e o espectro de absorção do filme PCL/AC + 1%wt AA (curva marrom) observa-se a presença e ausência de bandas de absorção indicando a incorporação do AA dentro da matriz do polímero blenda. Observa-se, também, que o aumento da intensidade da transmitância em 3490,04 cm^{-1} atribuída ao estiramento do OH está relacionado com o aumento da presença de AA indicando a influência da concentração do AA no filme blenda, além de apresenta uma boa compatibilidade entre PCL e AC.

CONCLUSÃO

Foi preparado filme de PCL/AC na proporção de 100:25 em massa. Os estudos de molhabilidade e o valores de SFE do Filme mostraram que houve mudanças superficiais quando comparado com os filmes de base, PCL e AC, respectivamente. A adição do AA no filme blendado influenciou nas medidas dos ângulos de contato e SFE, estas mudanças acusam a presença do AA no filme blendado. A composição química dos filmes blendados sem e com AA foram confirmados, e conseqüentemente, a incorporação do fármaco foi confirmada.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são para Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- ABDELREK, E.M. HEZMA, A.M., EL-KHODARY, A. ELZAYAT, A.M. **Spectroscopic studies and thermal properties of PCL/PMMA biopolymer blend.** Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 3, 2016.
- BIANCHI, R. L. **Avaliação da incorporação e liberação de fármacos em materiais híbridos ureasil-poliéter.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Unesp. Araraquara, 2014.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais: uma introdução**, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- DAMASCENO JUNIOR, E. **Avaliação da liberação do ácido ascórbico em comprimidos de liberação prolongada através de teste de dissolução in vitro.** Instituto de Química, Universidade Federal do rio Grande do Norte, 2017.
- DA PAZ, R.A.; ARAÚJO, E.M.; LEITE, A.M.D.; ROSA, M.F. **Obtenção e caracterização de microcompósitos de policaprolactona com nanocelulose.** 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, RN, 2016
- FREITAS, S. B.; SANTOS, B.S. **Novos filmes biodegradáveis para uso como veiculadores de fármacos.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.
- GUARINO, V.; CRUZ-MAYA, L.; ALTOBELLI, R.; ABDUL KHODIR, W. K.; AMBROSIO, L.; ALVAREZ PÉREZ, M. A.; FLORES, A. A. **Electrospun polycaprolactone nanofibres decorated by drug loaded chitosan nano-reservoirs for antibacterial treatments.** Nanotechnology. v.28, n.50, p.505103, 2017.
- MEIRELES, C. da S. **Síntese de membranas de acetato de celulose, obtido do bagaço de cana-de-açúcar, e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos plásticos descartados.** Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- PILLAI, O.; PANCHAGNULA, R. **Polymers in drug delivery**, Current Opinion in Chemical Biology, London, v. 5, 2001.
- RIBEIRO, E. A. M. **Síntese, caracterização e aplicação de membranas de acetato de celulose a partir da reciclagem da palha de milho em processo de ultrafiltração.** 2013. 79p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. MINAS GERAIS.
- SEGUNDO, J. D. P. M. **Influência da adição de surfactantes em fibras altamente alinhadas de poli(caprolactona) obtidas por eletrofiliação.** 2015, 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP/SP. SÃO PAULO.
- VICENTE, C.M.S; ANDRÉ, P.S.; FERREIRA, R.A.S. **Simple measurement of surface free energy using a web cam.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Argila aniônica 76
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28
Ativação ácida 88, 90

B

Biocompósitos 225

C

CCT 203, 209
Cerâmica dielétrica 203
Combustível 119
Compósitos poliméricos 155

D

Dissipação de calor 63

E

Eclipses 19, 20
Educação em tempo integral 29
Eletrofiação 9, 132
Embalagem 101, 106, 107
Ensino de matemática 29
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129
Espectrofotometria 120, 125
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

F

Filmes 173, 174, 193
Filmes poliméricos 193
Formação de professores 41

G

Ganodermalucidum 130

M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206
Modelagem 63

N

Nanofibras 134, 136

O

Oficina 14, 16, 18
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

P

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

S

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877