



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 4**

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911091	
CAPÍTULO 2	8
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2251911092	
CAPÍTULO 3	19
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911093	
CAPÍTULO 4	34
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_p	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.2251911094	
CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2251911095	

CAPÍTULO 6	51
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2251911096	
CAPÍTULO 7	64
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.2251911097	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2251911098	
CAPÍTULO 9	81
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2251911099	
CAPÍTULO 10	92
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110910	
CAPÍTULO 11	102
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
DOI 10.22533/at.ed.22519110911	

CAPÍTULO 12 111

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César
Yann Freire Marques Costa
Anderson Nascimento Milagres
Gian Fonseca dos Santos
Eduardo Souza Candido
Klinger Senra Rezende
Adonai Gomes Fineza

DOI 10.22533/at.ed.22519110912

CAPÍTULO 13 122

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso
Julia Santos Caetano
Jean Pierre Sayago
Joeci Ricardo Godoi
Rodrigo Souza Banegas
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.22519110913

CAPÍTULO 14 132

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva
Jorge Amim Júnior
Ana Lucia Shiguihara

DOI 10.22533/at.ed.22519110914

CAPÍTULO 15 144

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110915

CAPÍTULO 16 157

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho
Kelly Cristiane Gomes
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

DOI 10.22533/at.ed.22519110916

CAPÍTULO 17 183

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta
Eliane Scheid Gazire

DOI 10.22533/at.ed.22519110917

CAPÍTULO 18 193

ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Patrícia Muniz de Oliveira
Isabela Poley
Estevam Barbosa Las Casas
Marina Spyer Las Casas
Janaina Dernowsek

DOI 10.22533/at.ed.22519110918

CAPÍTULO 19 205

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC

Dayana Castilho de Souza
Paulo Yoshio Kubota
Silvio Nilo Figueroa
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez
Caio Augusto dos Santos Coelho

DOI 10.22533/at.ed.22519110919

CAPÍTULO 20 218

LESSON STUDY: UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL

Renata Camacho Bezerra
Maria Raquel Miotto Morelatti

DOI 10.22533/at.ed.22519110920

CAPÍTULO 21 226

MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS

Paula M. S. Roma
Luiza C. Mourão
Marcelo P. Bemquerer
Erika M. Braga
Ubirajara Agero

DOI 10.22533/at.ed.22519110921

CAPÍTULO 22 232

PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES

Fábio Mendes Ramos
Fabricia Gracielle Santos
Daniel Martins Nunes

DOI 10.22533/at.ed.22519110922

CAPÍTULO 23	243
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
DOI 10.22533/at.ed.22519110923	
CAPÍTULO 24	253
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110924	
CAPÍTULO 25	267
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.22519110925	
CAPÍTULO 26	277
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
DOI 10.22533/at.ed.22519110926	
CAPÍTULO 27	289
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
DOI 10.22533/at.ed.22519110927	
CAPÍTULO 28	302
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.22519110928	

CAPÍTULO 29 310

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Armando Mendes Nogueira
Raphael Nogueira Rezende
Agda Silva Prado Oliveira
Adriano Bortolotti da Silva
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.22519110929

CAPÍTULO 30 315

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira
Fábio Abrantes Diniz
Elder Gonçalves Pereira
Francisco Paulo de Freitas Neto
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.22519110930

CAPÍTULO 31 329

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert
Cassiano Scott Puhl

DOI 10.22533/at.ed.22519110931

CAPÍTULO 32 339

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior
Fabiano Medeiros Tavares
Ítalo Cordeiro Silva Lima
Delfim Dias Bonfim
Lucyano Campos Martins
Nailson Martins Dantas Landim
Haryson Huan Arruda da Silva Santos
Douglas Ferreira Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110932

CAPÍTULO 33 349

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli
Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim

DOI 10.22533/at.ed.22519110933

CAPÍTULO 34 363

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos
Amanda Morlos

DOI 10.22533/at.ed.22519110934

CAPÍTULO 35	376
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.22519110935	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	387
ÍNDICE REMISSIVO	388

PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDA DE PHB/PC

Francielle Schmitz

Departamento de Química, Universidade Regional de Blumenau-FURB, Rua Antônio da Veiga, 140, 89012-900. Blumenau - SC.

Carolina de Andrade

Departamento de Química, Universidade Regional de Blumenau-FURB, Rua Antônio da Veiga, 140, 89012-900. Blumenau - SC.

Ivonete Oliveira Barcellos

Departamento de Química, Universidade Regional de Blumenau-FURB, Rua Antônio da Veiga, 140, 89012-900. Blumenau - SC.

RESUMO: A crescente utilização de materiais poliméricos e a consequente aceleração da produção, estimula à evolução do material, tanto nas propriedades características, como em suas aplicações. Com isso, surgem novas alternativas visando redução no acúmulo, devido ao descarte através da substituição dos polímeros convencionais por compatíveis com a preservação ambiental. Uma das alternativas está na inserção de polímeros biodegradáveis, como o poli(hidroxitirato) (PHB). Com a blenda polimérica entre PHB e PC (policarbonato) espera-se melhorar ou manter as propriedades físico-químicas do material, mantendo a característica de biodegradabilidade do PHB. Para isso foram produzidos filmes dessas blendas (PHB/PC)

com diferentes porcentagens de PC (10%, 20%, 30%, 40% [m/m]), sendo utilizadas nas determinações: índice de intumescimento, permeação ao vapor d'água, densidade, massa molar (Mv) e nas análises como espectroscópica (FT-IR), e Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC). Os dados de densidade e de análise de DSC permitem avaliar a miscibilidade da blenda, sendo uma característica importante para aplicações tecnológicas. Nas análises espectroscópicas, observou-se a presença de bandas características do PHB e do PC, e bem como nas blendas de diferentes composições que foram analisadas por FTIR. A densidade das blendas variou proporcionalmente até 30% de PC e mostrou valores intermediários aos dos polímeros puros, indicando parcial miscibilidade. Entretanto o intumescimento apresentou pouca variação entre blendas e os polímeros puros. A permeabilidade ao vapor d'água confirmou que blendas com menores concentrações de PHB possuem uma maior permeabilidade e, conseqüentemente, maior porosidade.

PALAVRAS-CHAVE: Poli(hidroxitirato), Policarbonato, blenda, biopolímero.

PREPARATION AND EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PHB/

ABSTRACT: The increasing use of polymeric materials and the consequent acceleration of production, are also followed by the evolution of material, both in the characteristics properties, and their applications. With this, there are new alternatives to replace conventional polymers compatible with environmental preservation. One alternative is the insertion of biodegradable polymers, such as poly (hydroxybutyrate) (PHB). With polymer blend between PHB and PC (polycarbonate) it is expected to improve or maintain physical and chemical properties of the material, keeping the feature of biodegradation of PHB. These films were produced for those blends (PHB/PC) with different percentages of PC (10%, 20%, 30%, 40% [wt/wt]), being used in the evaluation of swelling index, Water vapor permeability, density, molecular weight (Mv) and in the analysis of characteristic spectroscopic (FT-IR) and Differential Calorimetry (DSC). The density data and DSC analysis date allow the evaluation of miscibility blend, that an important feature for technological applications. Spectroscopic analyses showed the presence of PHB and PC typical bands, as well as in the blends of different compositions that were analyzed by FT-IR. The density of the blends also showed intermediate values compared to the pure polymer until 30%, thus indicating partial miscibility. However the swelling of blends and pure polymers showed little variation. The Water vapor permeability confirmed that blends with lower concentrations of PHB have a higher permeability and, consequently, greater porosity.

KEYWORDS: poly (hydroxybutyrate), polycarbonate, blend, biopolymer.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente consumo de plásticos, vem se gerando sérios problemas ambientais. O plástico ideal deve apresentar propriedades desejáveis e ao mesmo tempo ser degradável em um tempo de trabalho satisfatório. (Coelho, 2008). E devido ao crescimento da demanda de plásticos nas indústrias de vários setores, é necessário buscar maneiras de diminuir o impacto ambiental provocado pelos polímeros utilizados como matérias-primas. Uma das melhores alternativas para a produção de novos materiais que sejam “eco-amigos” é o polihidroxibutirato (PHB), pois ele é biodegradável e pode ser produzido a partir de fontes renováveis (Godbole, 2003; Montes, 2019).

O PHB é um poliéster de cadeia curta, linear saturado, da família do poli(hidroxialcanoatos) (PHA) que se comporta como um termoplástico convencional. O PHA é o termo dado à família de poliésteres produzidos por microorganismos a partir de vários substratos de carbono e, dependendo destes substratos e do metabolismo dos micro-organismos, podem ser gerados diferentes monômeros. A maioria dos polímeros biodegradáveis é produzida através de milho, cana-de-açúcar e celulose, já no caso do PHB, as bactérias o sintetizam a partir de pequenas moléculas de ácido butírico. (Brito *et al.*, 2011). Este plástico é um produto ecologicamente correto, sendo

sua produção realizada por meio de processo biológico com bactérias, tais como as do gênero *Alcaligenos*. As propriedades mais realçadas neste bioplástico são a sua produção como matéria prima renovável, e a sua completa biodegradabilidade, além de sua capacidade de ser produzido por processos que usam tecnologia limpa (BUCCI *et al.*, 2007).

O PHB e seus copolímeros são produzidos naturalmente por bactérias a partir de fontes renováveis de energia, e biodegradáveis por uma enorme quantidade de bactérias e fungos presentes na natureza, tornando assim, o PHB um polímero biodegradável. Existem alguns fatores que tem limitado a utilização do PHB em larga escala, como seu elevado custo de produção e suas propriedades físicas e mecânicas limitadas, tornando o material rígido e frágil. A produção de blendas de PHB com outros polímeros tem como objetivo melhorar suas propriedades físicas, e diminuir seu custo. (QUENTAL,2009).

A biodegradabilidade da família PHA, combinada com outros termoplásticos oferecem a possibilidade de substituição dos polímeros não degradáveis como o polietileno e o polipropileno. O PHB é o mais estudado desta família por possuir ótimas condições de biodegradabilidade, biocompatibilidade e atividade ótica. Entretanto, o custo alto, a fragilidade, a fraca estabilidade térmica e o alta temperatura de fusão são questões que retardam a aplicação comercial destes polímeros. (Brito *et al.*, 2011; Weng, 2013).

Existem muitos estudos que procuram melhorar as propriedades do PHB através de copolimerização ou blendagem. Polihidroxibutirato-*co*-valerato (PHB/HV) é um dos copolímeros mais importantes desta família, pois a adição de valerato (HV) reduz a temperatura de fusão e a cristalinidade do PHB (Kuo and Liu, 2010; Alberti,2013)

Existe uma variedade de blendas estudadas entre PHB e, por exemplo, PVA, PMMA, PEO, PVA, PBSU, PLA, PCL, PHBV, [P(3HB-3HHx)]. Também já foram utilizados alguns polissacarídeos como a celulose e o amido. Esses estudos comprovaram que alguns polímeros podem melhorar algumas propriedades mecânicas, como tenacidade do PHB, porém são também de alto custo, sendo inviável sua produção em larga escala (Yang and Hu, 2008).

O maior problema da “blindagem” com PHB é a imiscibilidade das blendas, devido seus altos graus de polimerização. Para aprimorar a formação de um sistema de uma única fase miscível em blendas é necessário que as interações intermoleculares existentes entre os dois componentes da blenda sejam favoráveis. Sabe-se, por exemplo, que o PHB pode formar blendas miscíveis com o poli(vinilfenol) PVP por meio de ligações de hidrogênio favoráveis, observando-se através da temperatura de transição vítrea do composto (Iriondo, 1996; Xing, 1997).

A dependência entre a miscibilidade das blendas e o método de preparação das mesmas foi observada em uma pesquisa envolvendo blendas de PHB/poli(DL-lactide), com diferentes concentrações. Quando preparadas à temperatura ambiente

apresentaram duas temperaturas de transição vítrea (T_g), relacionadas aos componentes puros indicando imiscibilidade. Porém, as blendas preparadas a altas temperaturas apresentaram uma única T_g , ou seja, alta miscibilidade. (Zhang *et al.*, 1998).

Apesar dos problemas com miscibilidade, a maioria dos estudos ainda envolve blendas com PHB, que buscam melhorar suas fracas propriedades físicas, sendo amplamente utilizados outros termoplásticos e polissacarídeos. Uma das pesquisas realizadas com poli-3-hidroxibutirato-amido o amido como polissacarídeo avaliou que essa blenda, em proporção de até 30% de amido para 70% de PHB, apresentou redução de custos de preparo e aumentou as propriedades físicas do PHB. Comprovou-se que a utilização de 30% do amido poderia baratear os custos sem comprometer as propriedades físicas (Godbole *et al.*, 2003).

Outro estudo realizado com blenda de PHB foi empregando um tipo de Policarbonato (carbonato de propileno) (PPC) considerado um polímero biodegradável de baixo custo e não agride o meio-ambiente. Sendo amorfo, é muito resistente. Um estudo feito com PHB/PPC permitiu observar que em composições menores ou igual a 30% de PHB, os dois polímeros são miscíveis. Constataram também que a temperatura de fusão (T_m) apresentou-se menor nas blendas do que no PHB puro. Além disso, o alongamento à ruptura do PHB foi significativamente melhorado nas blendas, enquanto a tensão à ruptura e o módulo de elasticidade diminuíram com o aumento do PPC nas blendas. (Yang and Hu, 2008).

Polímeros como PHB e PCL também vêm despertando interesse na indústria farmacêutica e biomédica devido as suas propriedades de biocompatibilidade e biodegradabilidade, porém alguns fatores restringem as aplicações. Para melhorar suas propriedades, um estudo com blendas poliméricas associando os homopolímeros PHB e PCL, foi realizado. Por MEV e densitometria verificou-se que os polímeros são parcialmente miscíveis. Através da técnica de análise térmica, observou-se uma interação entre os componentes da blenda, tendo assim o aumento da energia de ativação do PHB e diminuição da energia de degradação do PCL. (Costa, 2013)

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

O polihidroxibutirato (PHB), contendo 3,5% de valerato, foi cedido pela PHB Indústria do Brasil e o policarbonato (PC) foi doado pelo professor Marco Aurélio de Araújo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2.2 Preparo dos filmes de blenda

Os filmes das blendas dos polímeros foram obtidos pelo método de *casting*, onde os polímeros puros foram dissolvidos em clorofórmio para preparação da

mistura, e mantidos sob agitação constante por 7h, então, depositados em placas de teflon e deixados para evaporação à temperatura ambiente por 24 horas para a remoção do solvente. Os filmes preparados foram secados na estufa até massa constante e mantido no dessecador. As blendas PHB/PC foram preparadas em várias composições: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40.

2.3 Caracterizações dos polímeros

2.3.1 Determinação da Massa Molar Viscosimétrica (Mv) dos polímeros

A Massa Molar Viscosimétrica (Mv) foi determinada pela técnica de viscosimetria. Determinou-se a viscosidade de diferentes concentrações de soluções poliméricas de PHB e PC em clorofórmio num viscosímetro de *Ostwald* a temperaturas de 30°C e 25°C, respectivamente. As concentrações dos polímeros variaram de 0,02 a 0,10 g/dL em clorofórmio. A partir dos valores obtidos, os dados foram aplicados nas fórmulas de acordo com a literatura. (BILLMEYER, 1984). E a partir da equação de Mark Houwink (Equação 1) calculou-se massa molecular viscosimétrica (Mv).

$$[\eta] = K \times MV^a$$

Equação 1

K e **a** são constantes de Mark-Houwink e são dadas para um determinado sistema de polímero/solvente/temperatura.

2.3.2 Espectroscopia no Infravermelho (IR)

Para a caracterização dos polímeros e suas blendas (identificação e determinação de características estruturais) utilizou-se a espectroscopia de infravermelho FTIR. Os espectros foram obtidos num FTIR, Shimadzu IR Prestige-21. Todos os espectros foram registrados à temperatura ambiente e foram feitas 32 varreduras com resolução de 4 [1/cm]. Os espectros foram obtidos com filmes dos polímeros puros e de suas blendas.

2.3.3 Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Para a determinação da temperatura de fusão (T_m) e da temperatura de transição vítrea (T_g), foi utilizado o método por calorimetria diferencial de varredura (DSC). Os dados de DSC das amostras dos polímeros e das blendas foram registrados no intervalo de temperaturas de 25 - 300°C, sob um fluxo de N_2 . As amostras foram colocadas em painéis de alumínio e aquecidos a uma taxa de 20°C/min.

A T_m foi determinada a partir do pico endotérmico dado pelo DSC, que foi obtido

como a temperatura de fusão. A T_g é ponto médio do aumento gradual do calor específico associado com a transição vítrea. Estas propriedades térmicas, além de permitirem que se avalie a estabilidade térmica do material, são úteis na avaliação da miscibilidade.

2.4 Análise das Propriedades Físico-Químicas das Blendas

2.4.1 Determinação da Densidade

A determinação da densidade permitiu avaliar a miscibilidade das blendas poliméricas. O diâmetro dos filmes foi determinado com a ajuda de uma escala e a espessura média foi determinada pelo micrômetro, as massas dos filmes foram determinadas em balança analítica. A densidade das amostras foi calculada pela Equação 2.

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times T$$

Equação 2

Densidade (d) = Massa (m) / Volume (V) em g/cm³

Volume (V) = área (A) x espessura do filme (T)

2.4.2 Propriedades de Intumescimento

Os filmes com massa analiticamente determinadas foram colocadas em estufa a 80 °C, por, aproximadamente, 24 horas, visando determinar a perda total de umidade. Após atingirem massa constante, os filmes foram mantidos em dessecadores durante a realização dos experimentos. As amostras de massa conhecida foram imersas em recipientes contendo água destilada (pH 6,8) e mantidas por diferentes intervalos de tempo em temperatura controlada de 30°C, para controle da variação da massa, até atingirem o equilíbrio de intumescimento, ou seja, não observado mais variações da massa.

No cálculo do índice de intumescimento (I%) foi utilizada a Equação 3.

$$I \% = \frac{\text{massa final} - \text{massa inicial}}{\text{massa final}} \times 100$$

Equação 3

Para determinar a espessura do intumescimento (TS%), foi determinada a espessura da membrana antes (T_i) e a após a imersão (T_f) em água. Os dados obtidos são aplicados na Equação 4.

$$TS(\%) = \frac{T_f - T_i}{T_i} \times 100$$

Equação 4

2.4.3 Permeação ao Vapor D'água

A permeabilidade ao vapor da água é definida pela ASTM E96-95 como sendo uma taxa de transmissão de vapor de água por unidade de área através do filme de espessura conhecida, induzida por um gradiente de pressão entre as duas superfícies específicas, de temperatura e umidade relativa especificada. A permeabilidade dos filmes 100% e das blendas foi determinada pelo método da célula de diafragma. Neste método, uma célula de permeação (pesa-filtro) contendo um agente dessecante (sílica gel), é submetida em condições de umidade controlada dentro de um dessecador, a uma temperatura de aproximadamente 20,0°C. Os filmes devem ter espessura máxima de 0,15 mm e absorvem umidade dia-a-dia, logo, a permeabilidade ao vapor da água foi determinada pela Equação 5 (ASTM Standards, 1995)

$$[PVA] = \frac{g \text{ H}_2\text{O} \cdot x}{A}$$

Equação 5

Onde:

[PVA] = permeabilidade ao vapor de água (g.mm.cm⁻²);

g H₂O = quantidade de água absorvida (g) pela amostra;

x = espessura do filme (mm);

A = área da superfície de contato da amostra (cm²).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização dos polímeros

3.1.1 Determinação da Massa Molar Viscosimétrica (M_v) dos Polímeros

A viscosidade da solução é uma medida do tamanho ou extensão em espaço entre moléculas de polímeros. Staudinger observou que se pode utilizar a viscosidade de uma solução como medida de massa molecular de um polímero. A correlação entre a massa molecular/viscosidade e a simplicidade da técnica torna este método uma importante ferramenta de caracterização de polímeros (Billmeyer Jr., 1984). A partir dos valores obtidos para viscosidade inerente, construiu-se o gráfico em função das concentrações dos polímeros PHB e PC, conforme Figura 1.

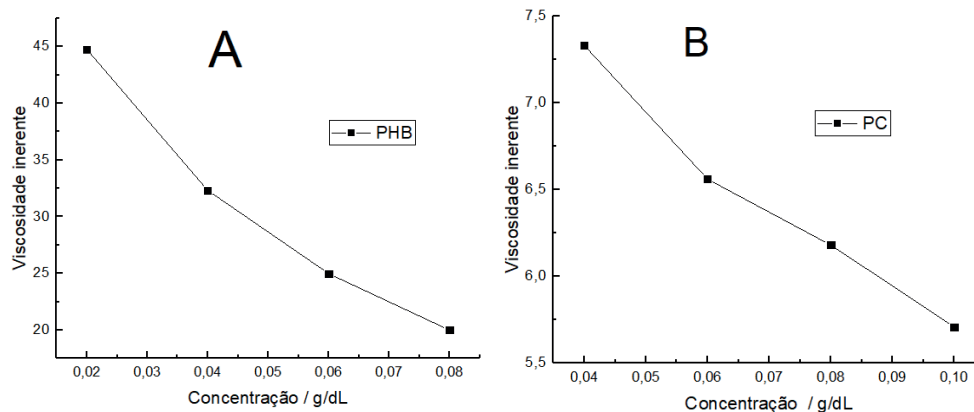


Figura 1 Gráfico da viscosidade inerente *versus* concentração (g/dL) de soluções de (A) PHB e (B) PC

A partir do gráfico entre viscosidade inerente e concentração das soluções de PHB, foi possível obter o valor da viscosidade intrínseca $[\eta]$ pela extrapolação à concentração zero e usando a equação da reta com $r^2 = 0,9574$, foi obtida a viscosidade intrínseca que está relacionada à massa molar viscosimétrica dos polímeros pela fórmula de Mark-Houwink, conforme Equação 1. Sabendo que $[\eta] = 50,829$ e que as constantes de Mark Houwink encontradas na literatura para o PHB são $a = 0,78$ e $K = 1,18 \times 10^{-4} \text{ g/dL}$, (Polymer Data Handbook, 1999) obteve-se o valor de $16,72 \times 10^6 \text{ Da}$ para a massa molar viscosimétrica do PHB.

Assim como para o PHB, o valor da viscosidade intrínseca $[\eta]$ do PC foi obtido pela equação da reta com $r^2 = 0,9753$ do gráfico da Figura 1B. Sabendo que $[\eta] = 8,2811$ e que as constantes de Mark Houwink encontradas na literatura para o PC são $a = 0,74$ e $K = 3,01 \times 10^{-4} \text{ g/dL}$ (American Polymer Standards Corporation, 2012), obteve-se o valor de $10 \times 10^5 \text{ Da}$ para a massa molar viscosimétrica do PC.

3.1.2 Espectroscopia no Infravermelho (FTIR)

A caracterização dos polímeros (PHB e PC) e suas blendas foram feitas pela espectroscopia no infravermelho, técnica utilizada para caracterizar e comparar os polímeros puros com suas blendas através de grupos funcionais. A partir da Figura 2A, observa-se a presença das bandas características de éster no espectro do PHB: o estiramento C=O em 1722 cm^{-1} e o estiramento C-O-C em, aproximadamente, 1250 cm^{-1} . Isso prova que o PHB é um poliéster. O espectro apresentou, também, uma banda característica em 3435 cm^{-1} , sendo esta característica de OH, neste caso, terminal de cadeia.

No espectro do policarbonato (Figura 2B), encontram-se as bandas características de éster, estiramento C=O entre 1762 e 1789 cm^{-1} e estiramento C-O em 1250 cm^{-1} . As bandas características de anel aromático também estão presentes no espectro do PC: estiramento =C-H em 3039 cm^{-1} , bandas de combinação e harmônica entre 1897 e 2231 cm^{-1} , deformação =C-H em 815 cm^{-1} . Esta última banda

caracteriza o anel aromático como sendo dissustituído na configuração para.

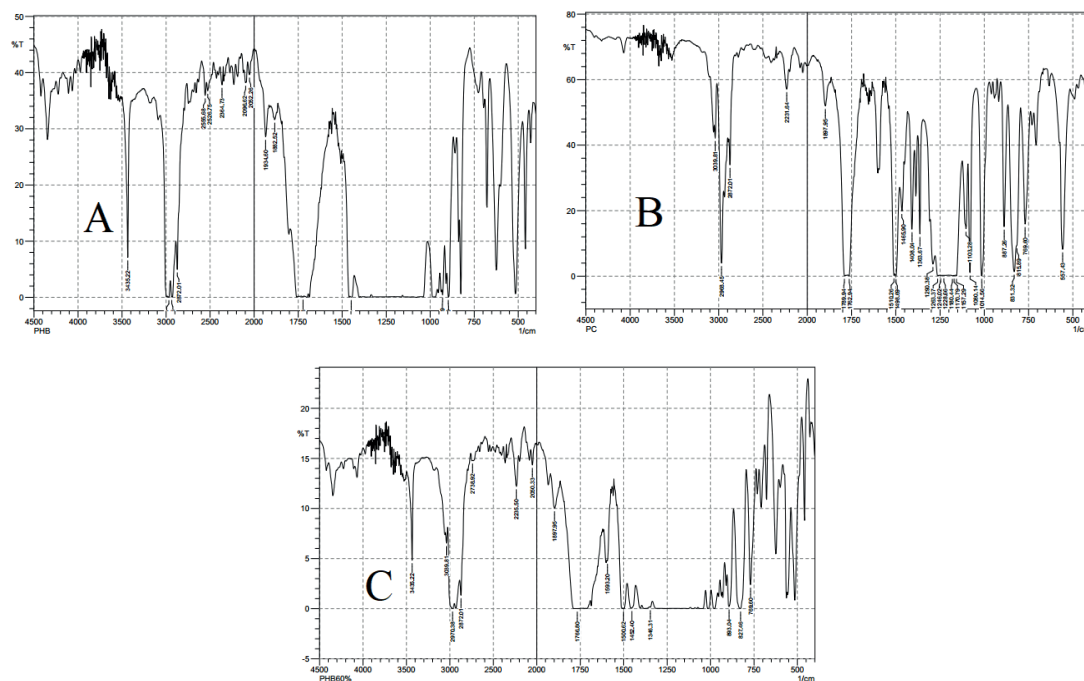


Figura 2 Espectro FTIR do polímero 100% PHB (A) PHB, (B) PC e (C) PHB:PC na proporção de 60:30

O espectro da blenda entre PHB e PC, Figura 2C, demonstram a junção das principais bandas características de ambos os polímeros. Todas as blends nas composições variadas apresentaram comportamento parecido em seus espectros. Na composição em questão, observou-se uma redução da banda OH terminal em 3435 cm^{-1} (característica do PHB) e um aumento das bandas de combinação e harmônica entre 1897 e 2235 cm^{-1} (características do PC). Observam-se, também, as bandas de deformação $=\text{C-H}$ em 827 cm^{-1} e estiramento $=\text{C-H}$ em 3039 cm^{-1} características do PC. As bandas de estiramento C=O em 1766 cm^{-1} , estiramento CH_2 em 1346 cm^{-1} e estiramento C-O em 1250 cm^{-1} são características tanto do PHB quanto do PC.

3.1.3 Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Para a análise calorimétrica foram feitas três varreduras, das amostras 100% PC, 100% PHB e 70/30 (PHB/PC) em DSC. A Figura 3 mostra os termogramas do ciclo de aquecimento.

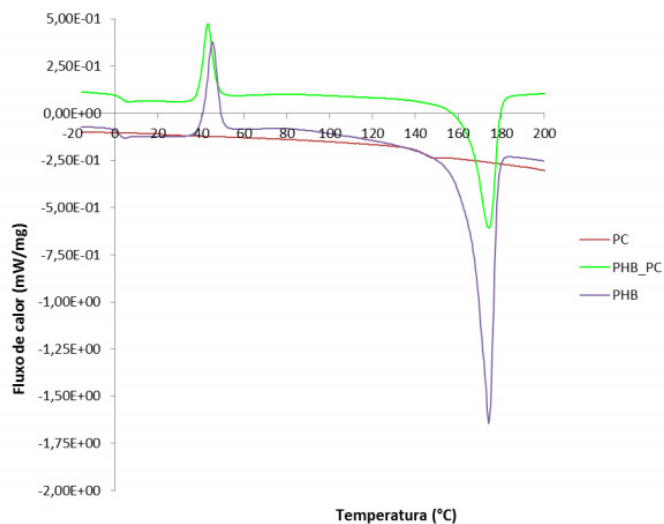


Figura 3 Curva de análise de DSC para PHB, PC e PHB/PC (70:30)

A amostra de PHB apresentou T_m (temperatura de fusão) de aproximadamente 174°C, sendo o teórico de 175°C. A T_c (temperatura de cristalização) de aproximadamente 45°C, sendo o teórico 50°C e mostrou uma T_g (temperatura de transição vítrea) de aproximadamente 5°C, sendo que o teórico de 5°C a -10°C. A amostra de PC possui apenas o valor de T_g , característico das regiões amorfas, em aproximadamente 146°C, sendo o teórico em torno de 150°C. A blenda mostrou valores aproximados de T_m em 173°C, T_c em 42°C e T_g em 4°C.

Observa-se que os resultados obtidos pelo DSC se aproximam muito dos valores teóricos e que a blenda apresentou valores mais próximos dos de PHB, sendo este o majoritário da composição 70:30 (PHB/PC), desta forma o PC não interferiu no comportamento térmico do PHB.

3.2 Análise das Propriedades FÍSICO-QUÍMICAS das Blendas

3.2.1 Determinação da Densidade

Observa-se na Figura 4 que os valores de densidade das blendas estão entre os valores de densidade dos polímeros puros (PHB e PC), de forma linear e proporcional até 30%. Podendo ser um indicativo de parcial-miscibilidade, dependendo da composição da blenda.

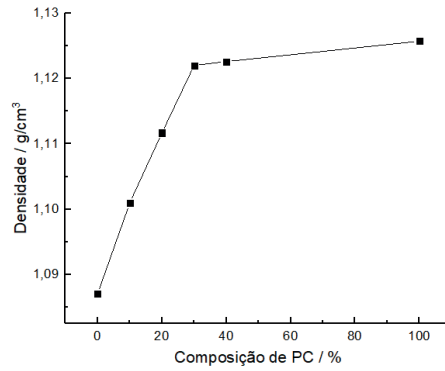


Figura 4 A variação da densidade em relação a porcentagem do PC

3.2.2 Propriedades de Intumescimento

O índice de intumescimento dos polímeros pode prever alterações nas dimensões de uma peça, seja por absorção de umidade ou do fluido que nela está contido. Observa-se em geral, que as amostras das blendas conseguem atingir o equilíbrio de intumescimento a partir do quinto dia. Conforme Figura 5, podemos observar que o aumento do intumescimento foi concomitante ao aumento da concentração de PC.

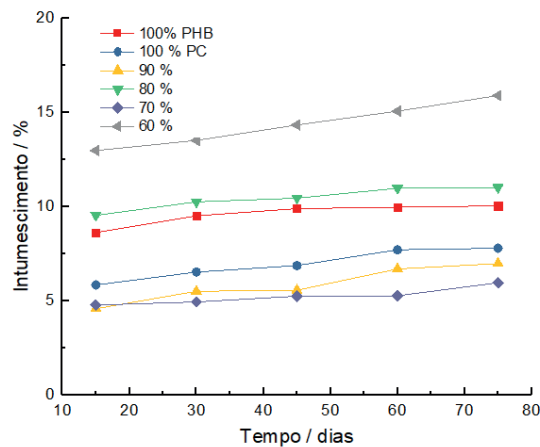


Figura 5 Intumescimento (%) em função do tempo (dias) dos filmes PHB em relação à quantidade de PC

3.2.3 Permeação ao Vapor D'água

A Figura 6, apresenta os resultados obtidos após 16 dias de monitoramento do ensaio de vapor d'água, com amostras do PHB e PC puros e suas as blendas PHB:PC 90:10, 80:20, 70:30 e 60:40.

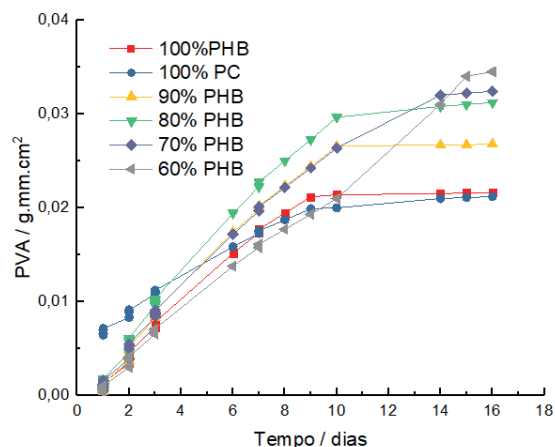


Figura 6 Permeabilidade ao vapor d'água do PHB, PC e suas blendas

Observou-se que o ganho de massa das células de permeabilidade aumentou consideravelmente até o 10º dia para todas as blendas atingindo um equilíbrio, exceto a blenda de PHB/PC (60:40) que variou até o 14º dia. Assim como na densidade esta composição mostrou um comportamento diferenciado comparado com as demais. Os valores no décimo dia atingiram para o PHB 0,0214 g.mm.cm⁻² e para o PC 0,0200 g.mm.cm⁻². A blenda PHB/PC (60:40) foi a que teve maior permeabilidade atingindo 0,0345 g.mm.cm⁻² no 16º dia, isto pode ser considerado levando em conta a heterogeneidade da mistura, não havendo uma única fase entre os componentes.

4 | CONCLUSÃO

As características físico-químicas dos polímeros PHB e PC diferem em muitos aspectos, como a massa molar viscosimétrica (Mv) do PHB é 10 vezes maior que a do PC. Nos espectros no infravermelho apesar de possuírem bandas semelhantes, é possível identificar as características estruturais individuais. As composições testadas com concentrações superiores a 50% de PC, apresentaram difícil homogeneização, dificultando a obtenção de filmes e separação de fases. O intumescimento avaliado mostrou que os filmes atingiram equilíbrio a partir do quinto dia, podendo observar que o aumento do intumescimento foi simultâneo ao aumento da concentração de PC nas amostras, fato que também pode ser observado no ensaio de permeabilidade ao vapor d'água. A densidade mostrou um comportamento tendendo, a linearidade, em função da concentração de PC, até uma determinada composição. Esses resultados indicam que a incorporação do PC no PHB pode ser de até 30% no que diz respeito à parcial-miscibilidade da mistura, não promovendo alterações significativas nas propriedades avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Pipe artigo 170 pela bolsa de iniciação científica, a FURB, e ao Prof. Dr Marco Aurélio de Araujo *in memoria*, pela doação do PC.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, Leila Denise. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de compósito de Poli(hidroxi-butilato) PHB**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM E 96-95. **Standard test method for water vapor transmission of materials**. Annual Books Of ASTM Standards, p. 785– 792, 1995.
- BARCELLOS, I. O. **Estudo de blendas poliméricas e hidrogéis com aplicações na área biomédica**. 1998. 176 f. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. 1998.
- BILLMEYER JR., F. W. **Textbook of Polymer Science** 3 ed, New York: John Wiley & Sons, 1984. 578 p.
- BRITO, G. F. et al. Biopolímeros, **Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos v. 6.2, p. 127 – 139, 2011.
- BUCCI, D.Z., TAVARES, L.B.B., SELL, I. (2007), **Biodegradation and physical evaluation of phb packaging**. Polymer Testing, 26(6), 908-915.
- COELHO, Nadjane S.; ALMEIDA, Yêda; VINHAS, Glória M. **A Biodegradabilidade da Blenda de Poli (b-Hidroxi-butilato-co-Valerato)/Amido Anfótero na Presença de Microrganismos**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 18, n. 3, 2008.
- COSTA, L.M.F; MENDES, W.T.N.; ROA, J.P.B ; RIBEIRO, P.L.D.; CARVALHO, A.D.Jr. **Influência do copolímero P(HB-CO-CL) nas propriedades térmicas do PHB e do PCL**, in: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Polímeros, Florianópolis - SC (2013).
- GODBOLE, S. et al. **Preparation and characterization of biodegradable poly-3-hydroxybutyrate-starch blend films**. *Bioresource Technology*. v. 86, p. 33 – 37, 2003.
- IRIONDO, P.; IRUIN, J. J.; FERNANDEZ-BERRDI, M. J. **Macromolecules** v. 29, p. 5605, 1996.
- KUO, S.W.; LIU, W.C. **Miscibility enhancement through hydrogen bonding interaction of biodegradable poly(3-hydroxybutyrate) blending with poly(styrene-co-vinyl phenol) copolymer**. *Journal of Applied Polymer Science*. v. 119, p. 300 – 310, 2012.
- Mark-Houwink **Parameters for Polymers**. American Polymer Standards Corporation. Disponível em: <http://www.ampolymer.com/a%20&%20K.html> Acesso em: 23 mar. 2019.
- MONTES, ML Iglesias et al. **Effect of Natural Glycerol Tributyrates as Plasticizer and Compatibilizer on the Performance of Bio-Based Polylactic Acid/poly (3-hydroxybutyrate) Blends**. *Journal of Polymers and the Environment*, p. 1-10, 2019.
- QUENTAL, A.C; CARVALHO, F. P. de; TADA, E.S.; FELISBERTI, M.I. **Blendas de PHB e seus copolímeros: miscibilidade e compatibilidade**. *Química Nova*, São Paulo, Vol.33, no.2, 2010.

YANG, D. Z.; HU, P. **Miscibility, crystallization, and mechanical properties of poly(3-hydroxybutyrate) and poly(propylene carbonate) biodegradable blends.** Journal of Applied Polymer Science v. 109, p. 1635 – 1642, 2008.

ZHANG, L. et al. **Biodegradable polymer blends of poly(3-hydroxybutyrate) and poly(DL-lactide)-co-poly(ethylene glycol).** Journal of Applied Polymer Science v. 65, p. 1849 – 1856, 1998.

WENG, Yun-Xuan et al. **Biodegradation behavior of P (3HB, 4HB)/PLA blends in real soil environments.** Polymer Testing, v. 32, n. 1, p. 60-70, 2013.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

G

Geoprocessamento 1, 2

H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

P

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

R

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

S

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-622-5

