



A Produção do  
Conhecimento  
**nas Ciências  
da Saúde 3**

---

**Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Benedito Rodrigues da Silva Neto**  
(Organizador)

**A Produção do Conhecimento nas Ciências  
da Saúde**  
**3**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências da saúde 3 [recurso eletrônico] / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-300-2

DOI 10.22533/at.ed.002190304

1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. 2. Saúde – Pesquisa – Brasil. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da. II. Série.

CDD 610.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O terceiro volume da coleção “A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde”, é fruto de atividades de pesquisa desenvolvidas em diversas regiões do Brasil. Composto por trinta e cinco capítulos enriquecedores altamente informativos.

Neste volume o leitor será capaz de obter informações categorizadas e apresentadas sob forma de trabalhos científicos na interface de estudos ligados à educação em saúde.

Os trabalhos aqui apresentados demonstram de forma ampla conceitos atuais relativos aos temas da saúde da família, cuidados paliativos, atenção primária, práticas integrativas, inovações em pesquisa médica, perfil de grupos de risco, promoção e educação em saúde dentre outros diversos temas que poderão contribuir com o público de graduação e pós graduação das áreas da saúde.

O conhecimento sobre saúde hoje, na contemporaneidade, é multifatorial, deste modo, entender o indivíduo na sua integralidade é importante, assim conhecimento embasado e contextualizado aos temas transversais são fundamentais.

O profissional da saúde atual precisa cada vez mais estar conectado com as evoluções e avanços tecnológicos. Descobertas e publicações de alto impacto são diárias e fazem com que o profissional se atualize e aprimore cada vez mais suas atividades ligadas à linha de atuação na saúde. Portanto a leitura íntegra e crítica de material bibliográfico substancial torna-se necessária.

A integração de cada capítulo permitirá ao leitor ampliar seus conhecimentos e observar diferentes metodologias de pesquisa e revisões relevantes para atualização dos seus conhecimentos.

Deste modo, o conteúdo de todos os volumes é significativo não apenas pela teoria bem fundamentada aliada à resultados promissores, mas também pela capacidade de professores, acadêmicos, pesquisadores, cientistas e da Atena Editora em produzir conhecimento em saúde nas condições ainda inconstantes do contexto brasileiro. Desejamos que este contexto possa ser transformado a cada dia, e o trabalho aqui presente pode ser um agente transformador por gerar conhecimento em uma área fundamental do desenvolvimento como a saúde.

Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
“EFEITOS DO SILÍCIO ORGÂNICO NO REJUVENESCIMENTO FACIAL EM PORTADORES DE DOENÇA DE ALZHEIMER”	
Cristiane Rissatto Jettar Lima Claudia Letícia Rodrigues Amadeu José Alexandre Curiacos de Almeida Leme Luciana Marcatto Fernandes Lhamas Ednéia Nunes Macedo Suélen Moura Zanquim Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0021903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
A COMUNICAÇÃO ENTRE EQUIPES MÉDICAS E FAMILIARES EM CUIDADOS PALIATIVOS PEDIÁTRICOS	
Silvana Vasque Nunes Natália Aparecida Santana Bitencourt Jéssica Aires da Silva Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0021903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ACOLHIMENTO NA ESTRATÉGIA DE SAÚDE DA FAMÍLIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA	
Fabiana Ferreira Koopmans Caroline Medeiros Souza Freitas Carolina Lopes Fernanda Araújo de Lima Patrícia Ferraccioli Siqueira Lemos Lúcia Helena Garcia Penna	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0021903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
ANÁLISE DA FORÇA DA MUSCULATURA RESPIRATÓRIA DE IDOSOS INSTITUCIONALIZADOS EM TEIXEIRA DE FREITAS – BAHIA	
Darlei Pereira Moura Mallu Mendes e Silva Santos Jéssica Ramos Pereira Sérgio Gomes da Silva José Gustavo Padrão Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0021903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
ANÁLISE DAS INTERNAÇÕES POR CONDIÇÕES SENSÍVEIS À ATENÇÃO PRIMÁRIA EM UM MUNICÍPIO DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL	
Sabina Borges da Costa Renata Alessandra Evangelista Alexandre de Assis Bueno Rayrane Clarah Chaveiro Moraes Raissa Cristina Pereira Ivone Rodrigues Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0021903045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

**APLICAÇÃO DO TESTE DE FIGURAS PARA DISCRIMINAÇÃO FONÊMICA EM CRIANÇAS DO PRIMEIRO ANO DE ESCOLAS PÚBLICAS**

Luiza Augusta Rosa Rossi-Barbosa  
Mirna Rossi Barbosa-Medeiros  
Marise Fagundes Silveira  
Antônio Prates Caldeira

**DOI 10.22533/at.ed.0021903046**

**CAPÍTULO 7 ..... 64**

**APRESENTAÇÃO INCOMUM DA SÍNDROME DE RAMSAY-HUNT SEM PARALISIA DO NERVO FACIAL**

Leonardo Nascimento de Sousa Batista  
Willian da Silva Lopes  
Caroline Braga Barroso  
Fábio Pimenta de Melo  
Karla Linhares Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.0021903047**

**CAPÍTULO 8 ..... 69**

**AS PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES NA TRANSVERSALIDADE DAS AÇÕES NA ATENÇÃO BÁSICA À SAÚDE**

Larissa de Oliveira Vieira  
Josiane Moreira Germano  
Ismar Eduardo Martins Filho  
Adriana Alves Nery  
Alba Benemérta Alves Vilela  
Eduardo Nagib Boery

**DOI 10.22533/at.ed.0021903048**

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE MEDICAMENTOS JUDICIALIZADOS EM UM CENTRO DE ALTA COMPLEXIDADE EM ONCOLOGIA NO SUL DO BRASIL**

Lídia Gielow  
Mônica Cristina Cambrussi

**DOI 10.22533/at.ed.0021903049**

**CAPÍTULO 10 ..... 91**

**CUIDADOS PALIATIVOS: O CUIDAR DO SERVIÇO SOCIAL**

Andrea Frossard  
Jeane Alves da Silva  
Aline Baptista  
Rafaela Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.00219030410**

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

**DESENVOLVIMENTO DE BIONANOCOMPÓSITOS (POLÍMERO BIODEGRADÁVEL/HIDROXIAPATITA) PARA USO EM ENXERTOS ÓSSEOS**

Tayná Martins Ramos  
Kaline Melo de Souto Viana  
Cíntia Maciel Mesquita

Amanda Melissa Damiano Leite

Thalles Rafael Silva

**DOI 10.22533/at.ed.00219030411**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

EFEITO DO PROGRAMA DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL EM SAÚDE DA FAMÍLIA UNIJUÍ/FUMSSAR EM RELAÇÃO A PRODUTIVIDADE DO NASF DE SANTA ROSA

Renan Daniel Bueno Basso

Julia Da Rosa Tolazzi

Elisiane Bisognin

**DOI 10.22533/at.ed.00219030412**

**CAPÍTULO 13 ..... 132**

FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADAS NA GESTÃO DA SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ana Lúcia Andrade Tomich Ottoni

Altamir Fernandes de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.00219030413**

**CAPÍTULO 14 ..... 150**

FRAGILIDADE E RISCO DE QUEDAS EM IDOSOS FREQUENTADORES DE UM CENTRO DE CONVIVÊNCIA

Déborah da Silva Ramos

Thaís Santos Contenções

**DOI 10.22533/at.ed.00219030414**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

GERENCIAMENTO MEDICAMENTOSO DO RISCO DE QUEDA NA CLÍNICA ONCOLÓGICA DO HOSPITAL REGIONAL DO BAIXO AMAZONAS – DR WALDEMAR PENNA

Sândrea Ozane do Carmo Queiroz

Suellen Beatriz Alvarenga de Sousa

Daniel Vicente Jennings Aguiar

Kalysta de Oliveira Resende Borges

Thais Riker da Rocha

Anderson da Silva Oliveira

Juliana Petry

Luriane Melo de Aguiar Araújo

Anderson Silva Sousa

Gabriela Kalata Soares

Caroline Pantoja dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.00219030415**

**CAPÍTULO 16 ..... 170**

GRUPO DE PESQUISA E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO QUE TANGE AS HEPATITES VIRAIS NA AMAZÔNIA: TRABALHANDO A PREVENÇÃO COM GESTANTES

Andréa Cecília Coelho Lira

Vitória Carvalho Cardoso

Márcia Andrea da Silva Nunes

Ezequias Paes Lopes  
Eimar Neri de Oliveira Junior  
Driene de Nazaré Silva Sampaio  
Myrla Cristina Gomes Soares  
Sabrina Monteiro de Souza  
Samantha Sam Lobato de Oliveira  
Silviane Helen Ribeiro da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.00219030416**

**CAPÍTULO 17 ..... 176**

MICROAGULHAMENTO E A ASSOCIAÇÃO AO *DRUG DELIVERY* COMO RECURSO TERAPÊUTICO À CICATRIZES DE ACNE

Maria Letícia Ribeiro Lousada

**DOI 10.22533/at.ed.00219030417**

**CAPÍTULO 18 ..... 188**

NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM DOCENTES DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

Pedro Iago de Almeida Bernardes  
Fabiana Maluf Rabacow

**DOI 10.22533/at.ed.00219030418**

**CAPÍTULO 19 ..... 199**

PERCEPÇÃO SOBRE SUPORTE E APOIO À SAÚDE DE PACIENTES INTERNADOS NA UTI E EM OUTROS SETORES HOSPITALARES

Camila Zanesco  
Diego de Lima Moreira e Silva  
Melina Lopes Lima  
Luciane Patrícia Andreoni Cabral  
Danielle Bordin  
Cristina Berger Fadel

**DOI 10.22533/at.ed.00219030419**

**CAPÍTULO 20 ..... 210**

PERFIL DO PACIENTE INFANTO-JUVENIL ENCAMINHADO AO AMBULATÓRIO DE PSICOLOGIA

Silvana Vasque Nunes  
Jéssica Aires da Silva Oliveira  
Hélida Silva Marques  
Duzolina Adhara de Oliveira Barnabé Marques

**DOI 10.22533/at.ed.00219030420**

**CAPÍTULO 21 ..... 220**

PERFIL DOS RISCOS CARDIOVASCULARES EM MOTORISTAS PROFISSIONAIS DE TRANSPORTE DE CARGA QUE TRAFEGAM NA RODOVIA BR-116 NO TRECHO DE TEÓFILO OTONI – MG

Rodrigo de Carvalho Hott  
Daniel de Azevedo Teixeira  
Leslie Aparecida Vieira de Jesus Teixeira  
Hélio Vinicius Valeriano Furtado  
Leandro Almeida de Castro  
Frederico Cerqueira Barbosa

**CAPÍTULO 22 ..... 227**

PERFIL NUTRICIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES RELACIONADOS À  
PREVALÊNCIA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM DIAMANTINA, MG

Paola Aparecida Alves Ferreira

Emerson Cotta Bodevan

Leida Calegário de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.00219030422

**CAPÍTULO 23 ..... 242**

PROBLEMAS RELACIONADOS A MEDICAMENTOS (PRM'S) EVITADOS MEDIANTE  
VALIDAÇÃO FARMACÊUTICA DA PRESCRIÇÃO MÉDICA EM UM HOSPITAL  
PÚBLICO DO OESTE DO PARÁ

Sândrea Ozane do Carmo Queiroz

Juliana Petry

Luriane Melo de Aguiar Araújo

Thais Riker da Rocha

Anderson da Silva Oliveira

Kalysta de Oliveira Resende Borges

Suellen Beatriz Alvarenga de Sousa

Daniel Vicente Jennings Aguiar

Anderson Silva Sousa

Fábio Augusto Meneses Sousa

Gabriela Kalata Soares

Caroline Pantoja dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.00219030423

**CAPÍTULO 24 ..... 252**

PROJETO DE EXTENSÃO: GRUPO MENTORING: RESSIGNIFICANDO OS  
DESCOMPASSOS ACADÊMICOS DURANTE O ENSINO MÉDICO

Jéssica Ferreira de Andrade

Michelle Rocha Parise

Adriana Assis Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.00219030424

**CAPÍTULO 25 ..... 258**

PROMOÇÃO E EDUCAÇÃO EM SAÚDE ACERCA DAS INFECÇÕES SEXUALMENTE  
TRANSMISSÍVEIS

Danielle Feijó de Moura

Tamiris Alves Rocha

Dayane de Melo Barros

Marton Kaique de Andrade Cavalcante

Gisele Priscilla de Barros Alves Silva

José André Carneiro da Silva

Silvio Assis de Oliveira Ferreira

Isla Ariadny Amaral de Souza Gonzaga

Marllyn Marques da Silva

DOI 10.22533/at.ed.00219030425

**CAPÍTULO 26 ..... 264**

**PRÁTICAS DE PROMOÇÃO DE SAÚDE EM AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA:  
PERSPECTIVAS EDUCATIVAS DE MUDANÇAS COMPORTAMENTAIS**

Juliana Nogueira Pontes Nobre  
Paulo Filipe de Mello  
Marcos Adriano da Cunha  
Angelina do Carmo Lessa  
Endi Lanza Galvão  
Cláudia Mara Niquini

**DOI 10.22533/at.ed.00219030426**

**CAPÍTULO 27 ..... 272**

**PSICANÁLISE E SAÚDE MENTAL: REFLEXÕES SOBRE O SUICÍDIO E SUAS  
PERSPECTIVAS DE PREVENÇÃO**

Luciana de Carvalho Pieri  
Maria Zaú

**DOI 10.22533/at.ed.00219030427**

**CAPÍTULO 28 ..... 284**

**PUBLIC HEALTH MANAGEMENT: A PHYSIOTHERAPY PERSPECTIVE**

Priscila Daniele de Oliveira Perrucini  
Larissa Dragonetti Bertin  
Stheace Kelly Fernandes Szezerbaty  
Flavia Beltrão Pires  
Ana Flávia Spadaccini Silva  
Regina Célia Poli-Frederico

**DOI 10.22533/at.ed.00219030428**

**CAPÍTULO 29 ..... 294**

**RECRUTAS DA ALEGRIA: PROMOÇÃO DA SAÚDE NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**

Ana Luisa Canova Ogliari  
Marilice Magroski Gomes da Costa  
Thiago Lopes Silva  
Gabriela do Rosário Paloski  
Shirley Jensen Lima da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.00219030429**

**CAPÍTULO 30 ..... 300**

**REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DA ARNICA NO PÓS-OPERATÓRIO DE  
CIRURGIAS**

Paula Oliveira Dutra  
Antonio Carlos Victor Canettieri  
Renata Amadei Nicolau

**DOI 10.22533/at.ed.0021903045**

**CAPÍTULO 31 ..... 308**

**RIBEIRINHOS DA AMAZÔNIA: BENEFÍCIOS ATRAVÉS DAS AÇÕES DE EDUCAÇÃO  
EM SAÚDE**

Francisca Moreira Dantas  
Carlos Eduardo Bezerra Monteiro

Firmina Hermelinda Saldanha Albuquerque  
Priscilla Mendes Cordeiro  
Thiago Dos Santos Maciel  
Abel Santiago Muri Gama

**DOI 10.22533/at.ed.00219030431**

**CAPÍTULO 32 ..... 313**

**SÍNTESE DE FILMES DE PHB (*Polihidroxi-butirato*) PARA APLICAÇÃO EM TRATAMENTO DE QUEIMADOS**

Thalles Rafael Silva Rêgo  
Amanda Melissa Damiano Leite  
Kaline Melo de Souto Viana  
Thaís Salomoni Bastos  
Tayná Martins Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.00219030432**

**CAPÍTULO 33 ..... 322**

**SENSOR DE MUDANÇA DE DECÚBITO COMO FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA PREVENÇÃO DAS LESÕES POR PRESSÃO**

Adriana Medeiros Monteiro da Cruz  
Aline Aparecida Ribeiro Fernandes  
Lidinalva do Nascimento Barreiros  
Márcio Antonio de Assis  
Viviane Francisca dos Santos Prismic  
Danilo Freitas Viana

**DOI 10.22533/at.ed.00219030433**

**CAPÍTULO 34 ..... 335**

**SPINAL POSTURE OF CLASSICAL BALLET DANCERS: A SYSTEMATIC REVIEW**

Jéssica Gaspar Rangel  
Ricardo Borges Viana  
Maria Sebastiana Silva  
Claudio Andre Barbosa de Lira  
Carlos Alexandre Vieira  
Mário Hebling Campos

**DOI 10.22533/at.ed.00219030434**

**CAPÍTULO 35 ..... 349**

**SUICÍDIOS NOTICIADOS EM JORNAIS ANTIGOS DA REGIÃO DE DIAMANTINA - MINAS GERAIS**

Lenniara Pereira Mendes Santana  
Lucas Carvalho Santana  
Marivaldo Aparecido de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.00219030435**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 364**

## DESENVOLVIMENTO DE BIONANOCOMPÓSITOS (POLÍMERO BIODEGRADÁVEL/HIDROXIAPATITA) PARA USO EM ENXERTOS ÓSSEOS

### **Tayná Martins Ramos**

Departamento de Engenharia Biomédica da  
UFRN

Natal – Rio Grande do Norte

### **Kaline Melo de Souto Viana**

Escola de Ciências e Tecnologia

Natal – Rio Grande do Norte

### **Cíntia Maciel Mesquita**

Departamento de Engenharia de Materiais da  
UFRN

Natal – Rio Grande do Norte

### **Amanda Melissa Damião Leite**

Escola de Ciências e Tecnologia

Natal – Rio Grande do Norte

### **Thalles Rafael Silva**

Departamento de Engenharia Biomédica da  
UFRN

Natal – Rio Grande do Norte

**RESUMO:** Filmes poliméricos biodegradáveis foram obtidos através do método de inversão de fases pela técnica de evaporação por solvente, a partir do polímero Poli(Adipato Co-Tereftalato de Butileno) (PBAT) com a adição de hidroxiapatita (HAp), utilizando como solvente o Clorofórmio. Foram obtidos filmes com diferentes porcentagens de adição de hidroxiapatita (1, 3, 5, 10, 15 e 20%), pretendendo-se avaliar qual o limite percentual mais adequado para a aplicação em enxertos ósseos. Os filmes foram

caracterizados por DRX, FTIR, MEV, EDS e Molhabilidade. As curvas de DRX indicaram a presença de picos cristalinos característicos do PBAT e da HAp, tendo na HAp a presença de segunda fases de  $\beta$ -fosfato tricálcio ( $\beta$ -TCP) e o  $\alpha$ -fosfato tricálcio ( $\alpha$ -TCP) juntos com a fase majoritária da HAp. Por FTIR, identificaram-se as bandas correspondentes as ligações C-H, C=O, CH<sub>2</sub> e C-O para o PBAT e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> para a HAp. Pela MEV, foi visualizada uma morfologia densa para os filmes de PBAT/HAp. Por meio dos testes de molhabilidade com água destilada, observou-se que a presença da HAp alterou o ângulo de contato, para os valores de 1, 3 e 5%, inferindo-se que este diminui com o aumento da porcentagem da HAp, tornando o material mais hidrofílico e para os valores e 10, 15 e 20% pode-se inferir que são valores acima do limite de incorporação da HAp, visto que nestes percentuais não houve influência significativa do ângulo de contato. Em geral, os resultados indicaram que os filmes de PBAT/HAp produzidos são adequados para a aplicação desejada.

**PALAVRAS-CHAVE:** PBAT, HAp, filmes, biodegradável, inversão de fases.

**ABSTRACT:** Biodegradable polymeric films based on poly (butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) and hydroxyapatite were prepared by solution casting technique in Chloroform. In the

development of this final paper, films added with different percentages of hydroxyapatite (1, 3, 5, 10, 15 and 20%) were obtained with the objective of evaluating the most adequate percentage limit for the application of these films in bone grafts. The films were characterized by XRD, FTIR, SEM, EDS and Wettability. XRD curves indicated the presence of crystalline peaks characteristic of PBAT and HAp, with the presence of second phases of  $\beta$ -phosphate tricalcium ( $\beta$ -TCP) and  $\alpha$ -phosphate tricalcium ( $\alpha$ -TCP) together with majority phase of the HAp. From FTIR, the bands corresponding to C-H, C=O, CH<sub>2</sub> and C-O for PBAT and CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> for HAp were identified. From SEM, a dense morphology was identified for the films of PBAT/HAp. By wettability tests in distilled water, was observed that HAp had influence on the contact angle, for the values of 1, 3 and 5%, it is concluded that the contact angle decreases with the increase of the percentage of HAp, making the material more hydrophilic (greater affinity with water) and for values 10, 15 and 20% it is concluded that they are values above the limit of HAp incorporation, since in these percentages there was no significant influence of the contact angle. Analyzing the results together it is concluded that PBAT/HAp films are suitable for application in bone grafts.

**KEYWORDS:** PBAT, HAp, films, biodegradable, casting technique.

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das primeiras definições para o termo de biomaterial foi proposta por Williams, em 1987, onde ele afirma que um biomaterial é um material usado em dispositivos médicos, com o objetivo de interagir com os sistemas biológicos. Como complemento, ele definiu que biocompatibilidade é "a habilidade do biomaterial em proporcionar uma resposta hospedeira apropriada para uma aplicação específica"(WILLIAMS, 1987). Atualmente, tem-se trabalhado com o conceito de biomimética, buscando-se materiais que participem de forma ativa no processo de recuperação, atuando no tecido de forma específica, com estimulação em nível celular (PIRES, BIERHALZ e MORAES, 2015).

Há necessidade da substituição do osso que é perdido como consequência dos traumas ou por doenças graves como a osteomielite ou osteossarcoma. O osso perdido pode ser substituído por um tecido ósseo endógeno (do próprio paciente) ou exógeno (de um doador), cada qual apresentando alguns problemas. O uso de osso endógeno envolve uma cirurgia adicional e esse osso é disponível somente em quantidades limitadas. O osso exógeno apresenta como algumas desvantagens uma possível rejeição pelo receptor, transmissão de doenças junto com o implante, além da performance desse osso ser significativamente inferior a do osso endógeno. Dessa forma, enxertos ósseos sintéticos se mostram necessários para preencher defeitos ósseos ou para substituir ossos fraturados, e existe uma crescente necessidade de fabricação dos mesmos (ALMEIDA, 2006).

Em função da sua compatibilidade e bioatividade, a hidroxiapatita (HAp) tem

sido utilizada em aplicações clínicas para preenchimento de defeitos ósseos. Ela pode se ligar ao osso através do mecanismo de osteocondução. Porém, sua fragilidade e baixa resistência à fadiga no meio fisiológico limita seu uso para reparo ou substituição em regiões que necessitam suportar um alto carregamento. Para essas aplicações a combinação da bioatividade da HAp com a resistência mecânica e dureza dos polímeros pode resultar em um material bioativo com boas propriedades mecânicas. Desse modo, os compósitos poliméricos constituem uma importante alternativa para superar algumas deficiências dos materiais homogêneos (metais, cerâmicos e polímeros). A ampla gama de combinações de materiais oferece a possibilidade de se sintetizar compósitos poliméricos com propriedades desejadas, tais como dureza, resistência mecânica, biodegradação e bioatividade (ALMEIDA, 2006).

Os polímeros vêm se destacando frente ao mercado atual devido à sua ampla gama de aplicações, principalmente por ser uma das classes de materiais mais versáteis existentes (COSTA, 2016). A membrana ou filme polimérico é definido como uma barreira que separa duas fases, total ou parcialmente, e seletivamente transfere massa entre elas. O tamanho e a distribuição dos poros presentes em uma membrana determinam grande parte da sua função, por isso é importante controlar sua morfologia, fazendo-a atuar de maneira adequada numa aplicação específica. Existem várias maneiras de preparar membranas poliméricas, como a sinterização, estiramento, gravação, e inversão de fases (WANG et. al., 2008).

Atualmente, a maior parte das membranas comercializadas é produzida através da inversão de fase, principalmente devido à sua simplicidade e escalas de produção flexíveis. Deste modo, mantêm-se o baixo custo da produção (LIU et. al., 2011). Além disso, é de suma importância caracterizá-las, a fim de se obter maiores informações sobre suas propriedades físicas e químicas.

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a obtenção de filmes poliméricos biodegradáveis através do método de inversão de fases, pela técnica de evaporação por solvente, a partir da incorporação de HAp no polímero PBAT, visando o uso desses filmes para enxertos ósseos..

## 2 | OBJETIVOS

Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo principal sintetizar e caracterizar filmes de PBAT/HAp em vários percentuais de adição de HAp diferentes, visando seu uso como dispositivo para regeneração óssea. Para atingir o objetivo principal, foram propostos como objetivos específicos sintetizar o pó da hidroxiapatita (HAp) em laboratório pela reação de combustão, caracterizar o pó obtido, produzir filmes de PBAT/HAp nos percentuais de 1, 3, 5, 10, 15 e 20% e por fim, caracterizar todos os filmes de PBAT/HAp estrutural e morfologicamente usando as técnicas de DRX, FTIR, MEV, EDS e Molhabilidade.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Materiais

Para a preparação da hidroxiapatita  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  utilizou-se a mistura dos seguintes reagentes: fosfato de amônio di-básico  $[(NH_4)_2 HPO_4]$  (Vetec - Química Fina, Brasil), nitrato de cálcio tetra hidratado  $[Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O]$  (Vetec - Química Fina, Brasil), ácido nítrico ( $HNO_3$ ) (Vetec - Química Fina, Brasil, 69%) e glicina ( $C_2H_5NO_2$ ) (Vetec - Química Fina, Brasil).

Já para a preparação dos filmes, foi usado polímero biodegradável Poli(Adipato Co-Tereftalato de Butileno) (PBAT), fornecido pela BASF (Alemanha), conhecido comercialmente como Ecoflex® F Blend C1200, com medida do índice de fluidez (MFI) de 2,7 a 4,9 g/10min (190°C/2,16Kg) e densidade molar de 1,25 a 1,27 g/cm<sup>3</sup>, segundo catálogo. Como solvente o Clorofórmio (Alphatec - Química Fina, Brasil), também chamado de triclorometano.

### 3.2 Métodos

Para obtenção da hidroxiapatita, foram seguidas as proporções e metodologia de reagentes propostas por Moreira (2017). Como precursores de cálcio e fósforo utilizou-se fosfato de amônio di-básico e nitrato de cálcio tetra hidratado. Colocou-se a mistura sob agitação magnética, e foi adicionado ácido nítrico, em pequenas quantidades até a completa diluição do precipitado.

Após obter a solução resultante, a mesma foi retirada do agitador e acrescida do combustível (glicina), sendo colocada sob agitação novamente, por trinta minutos. Posteriormente, a solução foi transferida para um cadinho e colocada em uma resistência elétrica para que houvesse a combustão. O tempo médio da combustão total foi de vinte minutos (MOREIRA, 2017).

O produto da reação de combustão obtido foi deixado esfriando até atingir a temperatura ambiente, sendo macerado, pesado e colocado para calcinar em forno de mufla, com temperatura inicial de 25°C até atingir 600°C a uma taxa de 10°C/min e permanecendo nestas temperaturas durante 12 horas (MOREIRA, 2017). Após esfriar, dentro do próprio forno, o pó obtido foi peneirado em uma peneira de #325, com abertura de 45µm, do fabricante Abronzincox.

Para preparação dos filmes, foi utilizado o método de inversão de fases através da técnica de evaporação por solvente.

O PBAT foi mantido em agitação constante por um período de 24h, em um béquer, com o solvente clorofórmio, para uma total dissolução. Após o preparo da solução polimérica, foi adicionada a HAp (em percentuais de 1, 3, 5, 10, 15 e 20%), na qual a nova solução ficou mantida sob agitação por mais 1 hora. Foi mantida a quantidade de 15g de polímero para todos os filmes, variando apenas a quantidade de solvente para cada porcentagem de HAp, ou seja, a cada grama de HAp a mais, seria uma grama a menos do solvente.

Após a completa dispersão da HAp, espalhou-se manualmente a solução de PBAT/HAp em uma placa de vidro, previamente lavada e seca, utilizando um bastão de vidro como espaçador. Depois, a placa de vidro contendo o filme ficou sob atmosfera ambiente até que todo o solvente fosse evaporado, levando aproximadamente vinte minutos para total precipitação da membrana. Dessa forma, os resultados obtidos dos processos foram os filmes de PBAT/HAp como pode ser observada na figura 1.



Figura 1: Filmes de PBAT/HAp: a) 1%; b) 3%; c) 5%; d) 10%; e) 15% e f) 20%.

Os filmes contendo 1, 3 e 5% de HAp apresentaram uma maior transparência, flexibilidade e uma certa resistência ao rasgo, em comparação com os demais. Observou-se também a mudança na coloração dos filmes, conforme a porcentagem da HAp adicionada aumentou (análise qualitativa e visual). Desta forma, com o aumento do percentual de HAp os filmes apresentaram-se visualmente cada vez mais esbranquiçados, sugerindo que a incorporação da HAp alterou a estrutura do filme obtido.

### 3.3 Caracterização dos Filmes

A análise de DRX foi conduzida no aparelho Bruker D2 PHASER (difratômetro de Raio-X) utilizando-se varredura entre  $3^{\circ}$  a  $70^{\circ}$  com passo angular de  $0,02^{\circ}$ . Os dados obtidos foram analisados utilizando o software OriginPro 2017. A análise foi realizada no Laboratório de Materiais Multifuncionais e Experimentação Numérica (LAMMEN), Escola de Ciências e Tecnologia/UFRN.

As análises também foram realizadas no espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier, Bruker FT-IR VERTEX 70, onde os espectros foram obtidos sob faixa de  $450$  a  $4400\text{cm}^{-1}$ , em uma resolução de  $4\text{cm}^{-1}$ , escaneado para todas as amostras obtidas. A análise foi realizada no Laboratório de Materiais Multifuncionais e Experimentação Numérica (LAMMEN), Escola de Ciências e Tecnologia/UFRN.

As análises de MEV foram obtidas de um equipamento Hitachi Tabletop Microscope TM-3000, operando em uma voltagem de 5 kV a 15 kV. Foram avaliadas a superfície de topo e a seção transversal dos filmes. Para análise da seção transversal, as amostras foram fraturadas em nitrogênio líquido a fim de evitar a sua deformação plástica. Para a EDS foi utilizado o mesmo equipamento com o intuito fazer um mapeamento dos elementos presentes nas membranas em suas seções transversais. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia de Materiais/UFRN.

Para quantificar o ângulo de contato dos filmes obtidos, foi utilizado o método

da gota sésil. O ângulo de contato entre a gota e a superfície foi medido por análise de imagem através do software Surfaceware 8. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia de Materiais/CCT/UFMG.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Difração de Raios-X (Drx)

A partir do DRX para o PBAT puro (figura 3a), foi possível observar a presença de picos na região entre  $15^\circ$  e  $50^\circ$  que podem indicar regiões de cristalização do polímero PBAT. Observam-se para o PBAT puro, alguns picos em, aproximadamente,  $17,1^\circ$ ,  $20,2^\circ$ ,  $23,5^\circ$ ,  $25,7^\circ$  e  $45,5^\circ$  característicos da fase cristalina deste polímero. Esses picos cristalinos característicos do PBAT também foram observados nos estudos de Silva et. al. (2014) e em Ukushima et. al. (2012).

Com base na análise do difratograma do pó da HAp (figura 2) e sua comparação com a ficha padrão de HAp da JCPDS e resultados existentes na literatura, comprovou-se a formação da HAp como fase principal, apresentando picos característicos em aproximadamente  $31,7^\circ$ ,  $32,19^\circ$  e  $32,9^\circ$ . Os picos intensos para HAp indicam sua cristalinidade, pois picos acentuados e agudos tem maior cristalinidade do que picos de difração largos e de baixa intensidade. No entanto, ocorreu também a formação de outras duas fases, a  $\beta$ -fosfato tricálcio ( $\beta$ -TCP) entre  $20$  e  $30^\circ$ , e a  $\alpha$ -fosfato tricálcio ( $\alpha$ -TCP) entre  $40$  e  $50^\circ$ . A fase predominante foi a HAp, que ocorre nos intervalos entre  $10$  e  $20^\circ$  e entre  $30$  e  $40^\circ$ , como ilustrado na figura 2.

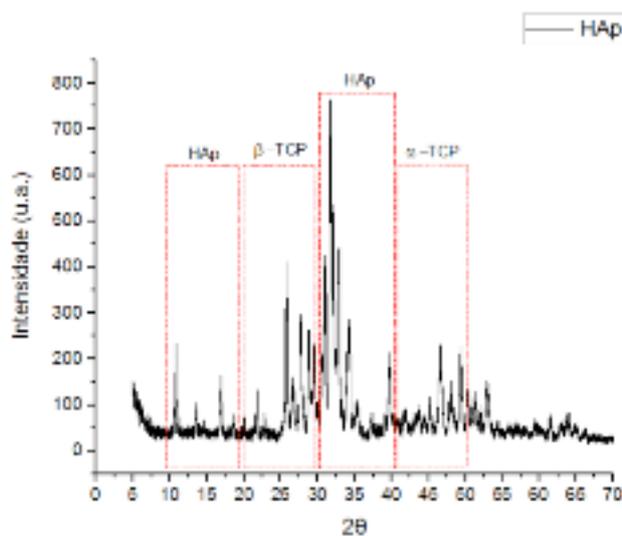


Figura 2: DRX do pó da HAp.

Desse modo, é possível verificar, através do DRX que o material obtido na síntese por reação de combustão não foi a fase hidroxiapatita pura como era desejada, mas sim uma mistura de três fases de fosfato de cálcio (MOREIRA, 2017; FURKO, 2017).

Em relação às misturas de PBAT/HAp percebe-se, pela análise dos gráficos

apresentados na figura 3, que quanto maior a presença da HAp, o pico principal desse material apresentou-se cada vez mais intenso (entre 30° e 40°) e o pico relacionado ao polímero tende a diminuir (entre 15° e 30°).

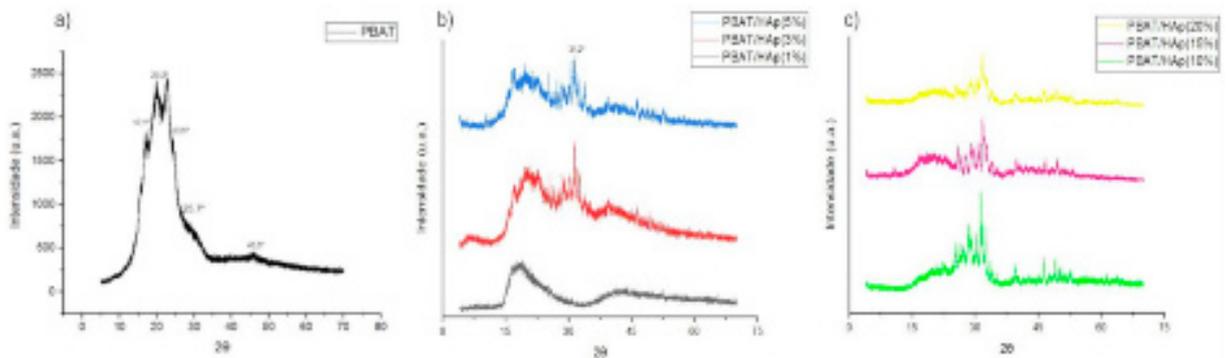


Figura 3: DRX dos filmes de PBAT/HAp: a) PBAT puro b) 1, 3 e 5% e c) 10, 15 e 20%.

O conhecimento da cristalinidade é de suma importância para os biomateriais, pois ela influencia no desempenho in vivo por afetar a reabsorção e suas propriedades mecânicas. As zonas amorfas são biodegradadas mais rapidamente e consequentemente reabsorvidas do que as regiões cristalinas, pois se tratam de uma estrutura que não têm ordenação espacial a longa distância, sendo mais fácil a sua degradação, o que é um ponto positivo para a aplicação em questão (SOUSA, 2016).

#### 4.2 Espectroscopia de Infravermelho Pela Transformada de Fourier (Ftir)

A figura 4 apresenta o resultado da FTIR para o PBAT puro. A partir dela identificou-se a presença das bandas devido aos estiramentos vibracionais dos grupos C-H correspondentes à banda presente em 2954 $\text{cm}^{-1}$ . A banda característica do estiramento vibracional C-O está presente em 1270 $\text{cm}^{-1}$ . Ainda, é possível observar bandas características de estiramento C=O em 1710 $\text{cm}^{-1}$ , enquanto a banda em 728 $\text{cm}^{-1}$  corresponde às vibrações do grupo CH<sub>2</sub>. As bandas de absorção visualizadas para as amostras de PBAT utilizadas neste trabalho também foram observadas por Gama (2014) e Weng et. al (2013) em seus estudos sobre PBAT.

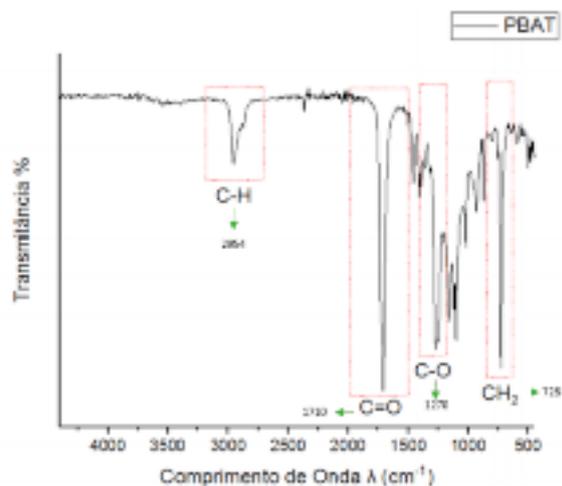


Figura 4: FTIR do filme de PBAT puro a 15%.

Ao analisar o espectro de FTIR da amostra de HAp (figura 5), visualizou-se as seguintes bandas de absorção: entre 1600 $\text{cm}^{-1}$  e 1250  $\text{cm}^{-1}$  correspondente ao grupo  $\text{CO}_3^{2-}$  e entre 1089  $\text{cm}^{-1}$  e 470  $\text{cm}^{-1}$  bandas correspondentes ao grupo  $\text{PO}_4^{3-}$ . As bandas de absorção correspondente à hidroxila (O-H) não foram observadas (em aproximadamente 3000  $\text{cm}^{-1}$ ), o que já era esperado uma vez que a amostra foi calcinada a 600°C.

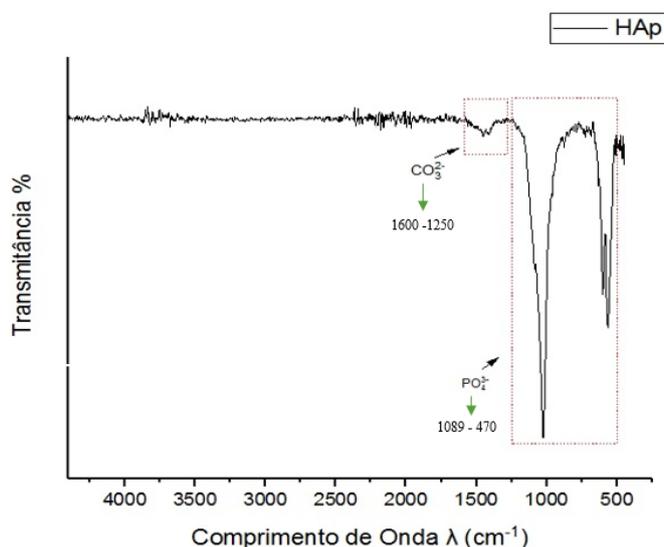


Figura 5: FTIR do pó da HAp.

As bandas de absorção visualizadas para a amostra de HAp foram observadas tanto por Gosh et al. (2011), quanto por RIGO, GEHRKE e CARBONARI (2007). Os resultados obtidos do FTIR corroboram com os resultados do DRX, pois há uma mistura entre as fases HAp/ $\beta$ -TCP/ $\alpha$ -TCP, porém com predominância da fase hidroxiapatita.

Os espectros das amostras de PBAT/HAp ilustra os gráficos de FTIR obtidos para os filmes produzidos a partir da adição de HAp acrescidos ao PBAT. Pela figura 6, observou-se que os FTIR dos filmes produzidos apresentaram uma mistura das bandas características do PBAT puro e da HAp, como também uma tendência de diminuição da intensidade da banda do estiramento das ligações C=O e da vibração do grupo  $\text{CH}_2$ , ambos encontrados no PBAT, à medida que o percentual de HAp aumentou. Observou-se também um aumento de intensidade nas vibrações referente ao grupo  $\text{CO}_3^{2-}$  e ao grupo  $\text{PO}_4^{3-}$ , causado pelo acréscimo gradativo do percentual de HAp nos filmes produzidos.

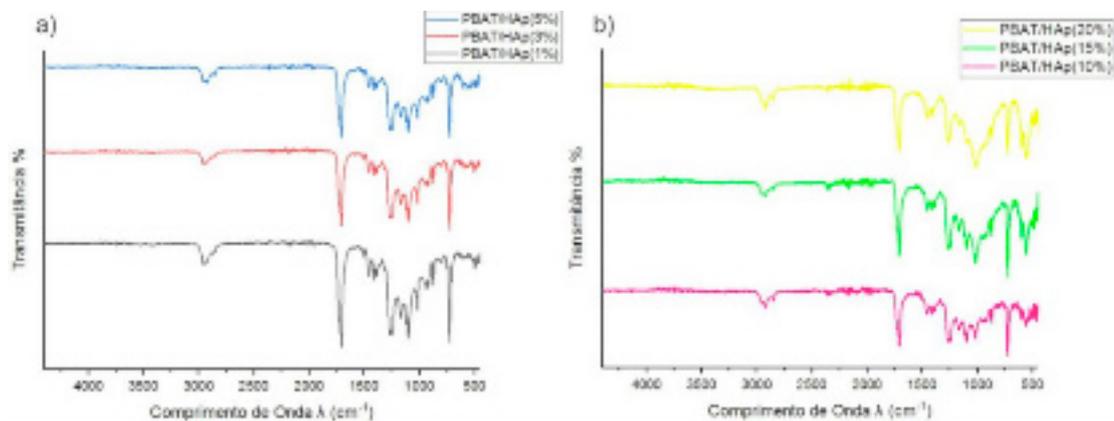


Figura 6: FTIR dos filmes de PBAT/HAp com porcentagens de: a) 1, 3 e 5% e b) 10, 15 e 20%.

### 4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (Mev) e Espectroscopia de ENERGIA DISPERSIVA (EDS)

A figura 7 apresenta a fotomicrografia obtida a partir da MEV da superfície de topo, feita a partir de PBAT puro.

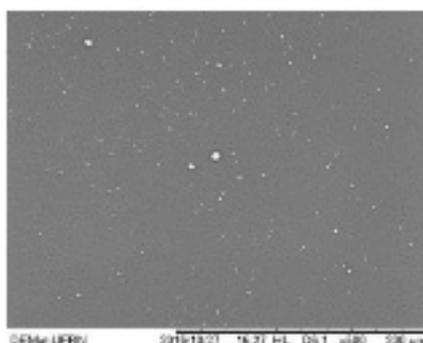


Figura 7: Análise de Superfície do PBAT 15% com ampliação x500.

Por meio da análise dela, observou-se que o filme formado pelo polímero PBAT corresponde a um filme denso com partículas dispersas que podem ser correspondentes ao polímero não dissolvido na solução no momento de seu preparo, necessitando de uma maior homogeneidade.

A figura 8 apresenta a fotomicrografia da superfície da membrana PBAT/HAp 3%. Pela análise da fotomicrografia dessa figura, observou-se uma boa distribuição das partículas de HAp nas amostras com menores percentuais, ou seja, quanto maior a quantidade de HAp há uma maior dificuldade na dispersão da mesma no polímero.

Ressalta-se que não foi possível obter fotomicrografias de superfície das diferentes porcentagens de adição de HAp (1, 5, 10, 15 e 20%), devido a amostra não ter um recobrimento metálico, causando a queima da superfície do filme.

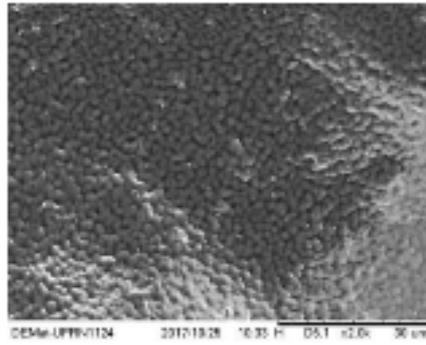


Figura 8: Análise de superfície PBAT/HAp 3% com ampliação x2000.

As figuras seguintes correspondem às fotomicrografias obtidas a partir do MEV em análise de seção transversal, feitas a partir de PBAT puro e dos filmes obtidos a partir da mistura entre PBAT/HAp em diferentes porcentagens.

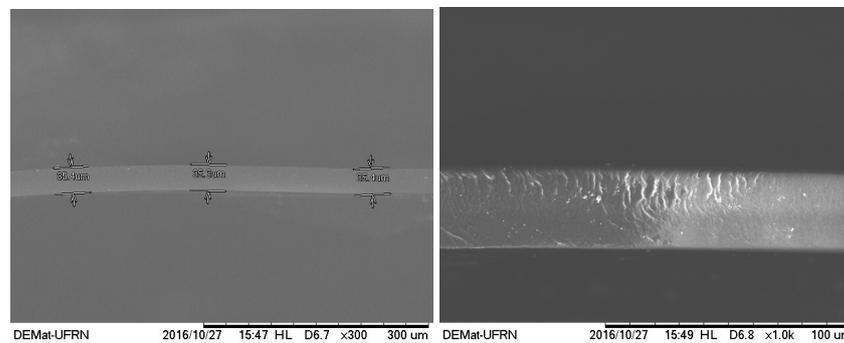


Figura 9: Análise de seção transversal a) PBAT 15% com ampliação x300; b) PBAT 15% com ampliação x1000.

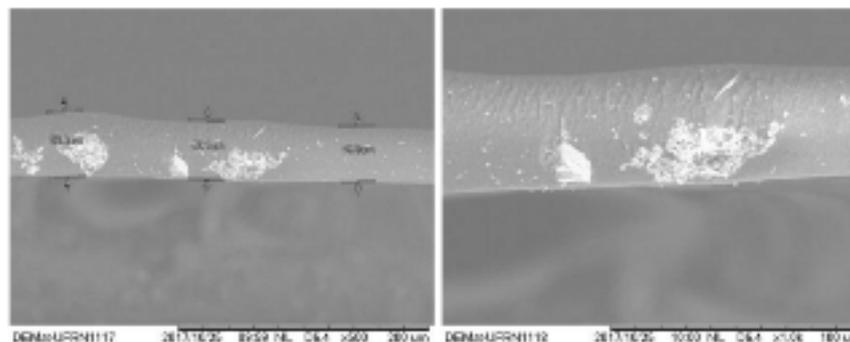


Figura 10: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 1% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 1% com ampliação x1000.

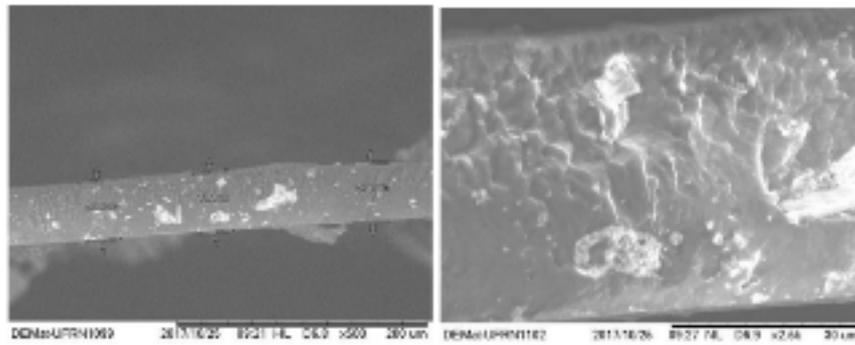


Figura 11: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 3% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 3% com ampliação x2500.

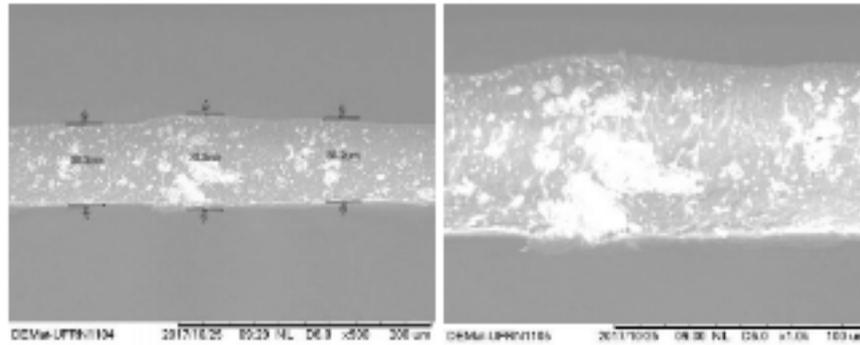


Figura 12: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 5% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 5% com ampliação x1000.

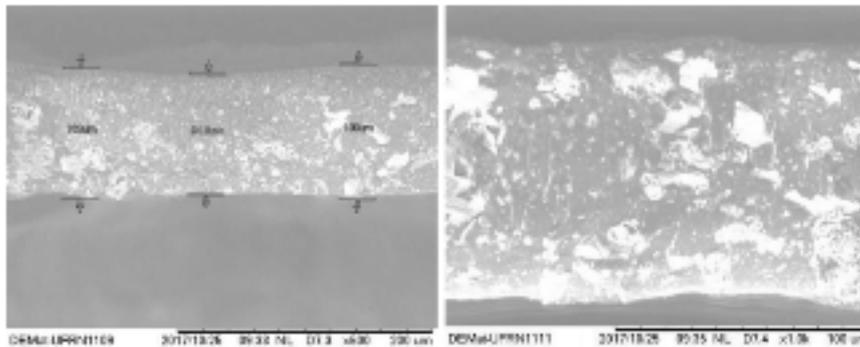


Figura 13: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 10% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 10% com ampliação x1000.

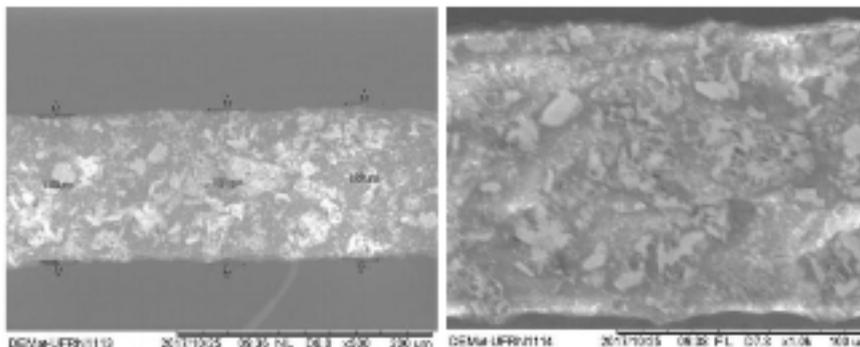


Figura 14: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 15% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 15% com ampliação x1000.

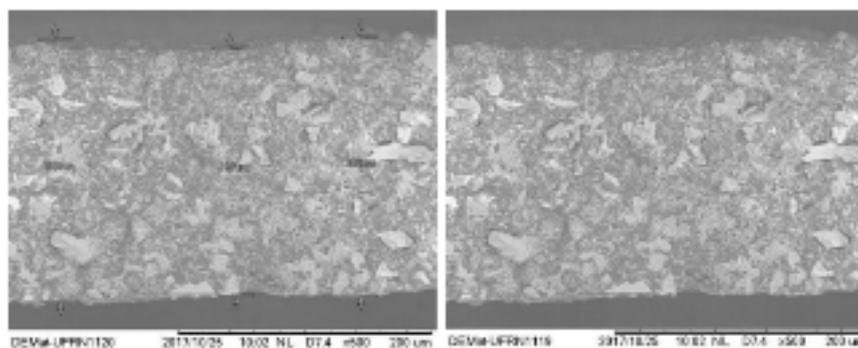


Figura 15: Análise da Seção Transversal a) PBAT/HAp 20% com ampliação x500; b) PBAT/HAp 20% com ampliação x500.

Todas as membranas caracterizam-se como densas. Observaram-se aglomerados da HAp em todas as seções transversais analisadas, com formatos heterogêneos (não havendo um formato específico) e uma média de tamanho de  $23,56\mu\text{m}$  e uma espessura média de  $89,29\mu\text{m}$ .

A tabela 1 mostra a média da espessura dos filmes obtidos e a média de aglomerados existentes, mostrando que quanto maior a quantidade de HAp, ocorre um incremento na espessura, isso devido a um aumento na viscosidade da solução, o que dificulta a troca do solvente com o ar atmosférico e que os aglomerados tendem a aumentar de tamanho, conforme a porcentagem da HAp aumenta.

Filme Polimérico	Espessura ( $\mu\text{m}$ )	Aglomerado ( $\mu\text{m}$ )
PBAT puro	35,36	-
PBAT/HAp 1%	48,36	27,4
PBAT/HAp 3%	47,83	22,6
PBAT/HAp 5%	69,23	28,5
PBAT/HAp 10%	101,26	16,6
PBAT/HAp 15%	1719,33	17,7
PBAT/HAp 20%	203,66	28,4

Tabela 1: Espessura dos filmes obtidos para o PBAT/HAp.

Foram realizadas as análises de EDS para cada filme de PBAT/HAp obtido com as diversas porcentagens de HAp estudadas, com o intuito comprovar o aumento da quantidade dos elementos de cálcio (Ca) e fósforo (P) nos filmes obtidos.

Os resultados de EDS estão apresentados figuras 18 e 19 e na tabela .2

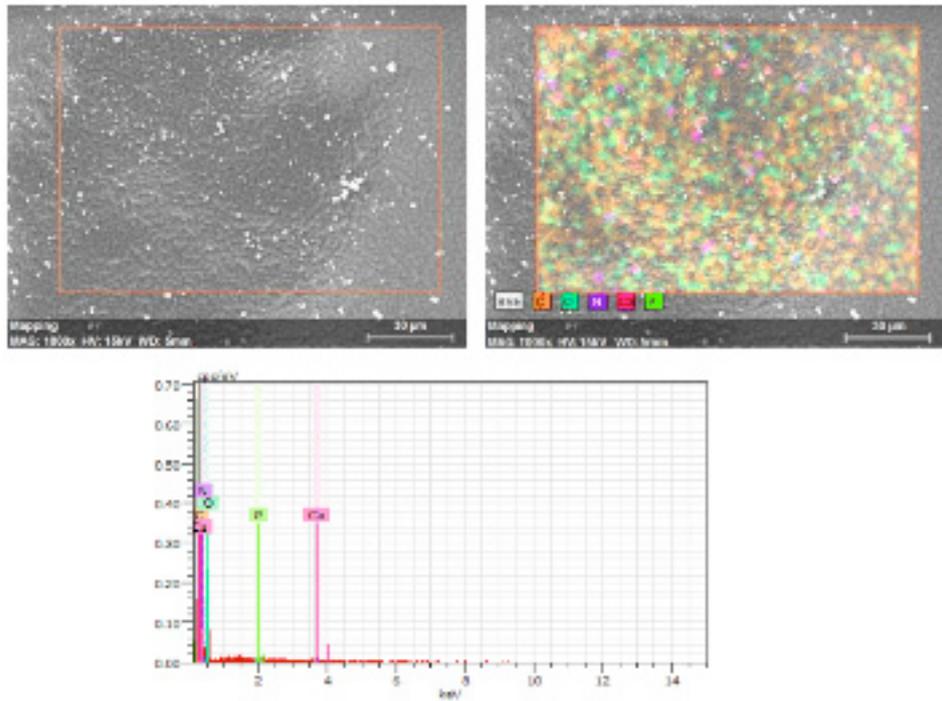


Figura 16: Mapeamento químico realizado por EDS no filme obtido com PBAT/HAp 5% : a) Região selecionada para a EDS com ampliação x1000; b) Região selecionada com os elementos em destaque com ampliação x1000; c) Gráfico evidenciando os elementos.

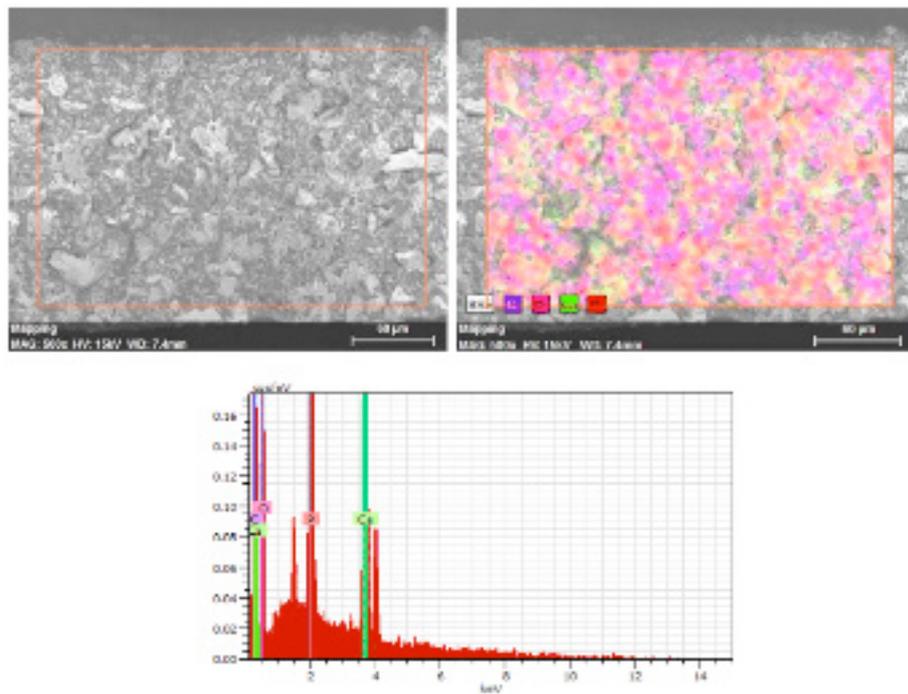


Figura 17: Mapeamento químico realizado por EDS no filme obtido com PBAT/HAp 20%: a) Região selecionada para a EDS com ampliação x500; b) Região selecionada com os elementos em destaque com ampliação x500 ; c) Gráfico evidenciando os elementos.

Filme Polimérico	%Ca	%P
PBAT/HAp 1%	0,30	0
PBAT/HAp 3%	0,47	0,20
PBAT/HAp 5%	0,42	0,08

Tabela 2: Porcentagem de Ca e P no filme de PBAT/HAp.

Com base nos resultados de EDS na tabela 2 observou-se que há um aumento na porcentagem dos elementos cálcio e fósforo, conforme a porcentagem da HAp também aumentou, comprovando a incorporação da HAp nos filmes de PBAT. Mais uma vez, destaca-se que não foi possível obter as porcentagens de Ca e P nos filmes com 10 e 15% de HAp, pois as amostras não passaram pela etapa de recobrimento metálico para a realização do MEV, devido a isso a superfície analisada queimou pela incidência do bombardeamento de elétrons durante a realização do MEV.

#### 4.4 Molhabilidade

O ângulo de contato dos filmes obtidos foi avaliado por meio do método da gota sésil de água destilada. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 3.

Amostra	Molhabilidade (°) em Água Destilada
PBAT puro	58,56
PBAT/HAp 1%	89,14
PBAT/HAp 3%	61,28
PBAT/HAp 5%	55,51
PBAT/HAp 10%	62,32
PBAT/HAp 15%	52,06
PBAT/HAp 20%	60,60

Tabela 3: Ângulo de contato para PBAT/HAp em água destilada.

O ângulo de contato foi medido 30 vezes, a cada 10 segundos para cada amostra. Por meio da análise dos resultados contidos na tabela 3, verificou-se que todas as membranas apresentaram ângulos de contato menor que 90° indicando que elas são hidrofílicas (possuem afinidade com a água).

Como a hidroxiapatita é inorgânica e biocompatível, pela tabela 3, observou-se que para os valores de 1, 3 e 5%, o ângulo de contato diminui com o aumento da porcentagem da HAp, tornando o material mais hidrofílico e para os valores e 10, 15 e 20% observou-se que praticamente não houve mudança significativa em relação ao ângulo de contato do polímero puro. Dessa forma, pode-se inferir que os percentuais de 10, 15 e 20% são valores acima do limite de incorporação da HAp, não proporcionando nenhum ganho de propriedade aos filmes obtidos.

## 5 | CONCLUSÕES

Pode-se verificar que foi possível a obtenção da hidroxiapatita no próprio laboratório pela síntese de combustão e de filmes poliméricos a partir da mistura com o PBAT e a HAp pelo método de inversão de fases, pela técnica de evaporação por solvente.

Pelo DRX, observou-se que o PBAT é um material semicristalino, enquanto a HAp é um material cristalino, pois apresenta picos bem definidos e quanto maior a concentração de HAp mais cristalino o filme será.

A partir da MEV e EDS, observou-se que a estrutura e a morfologia dos filmes formados são densas, que possuem uma boa distribuição das partículas nas amostras com menores percentuais de HAp, ou seja, quanto maior a quantidade de HAp há uma maior dificuldade na dispersão da mesma no polímero e há o aumento dos elementos Ca e P. Foram observados também aglomerados da HAp em todas as seções transversais analisadas, com formatos heterogêneos (não havendo um formato específico).

Pelos espectros de infravermelho, foi possível observar as bandas de estiramento vibracional características dos grupos C-H, C=O, CH<sub>2</sub> e C-O para o PBAT e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> para a HAp. Verificou-se que há uma mistura entre as fases HAp/ $\beta$ -TCP/ $\alpha$ -TCP, porém com predominância da fase hidroxiapatita.

A partir dos testes de molhabilidade, analisou-se que a presença da HAp nas porcentagens de 1, 3 e 5% diminui o ângulo de contato, tornando o material mais hidrofílico (maior afinidade com a água) e para os valores e 10, 15 e 20% o ângulo de contato não se altera tanto, pode-se inferir que são valores acima do limite de incorporação da HAp.

Dessa forma, foi possível perceber que o filme com PBAT/HAp 5% teve uma melhor incorporação se comparado com os outros, pois todas as caracterizações tiveram um melhor resultado. Concluindo-se que é possível a incorporação da hidroxiapatita aos filmes biodegradáveis sintetizados, tendo um limite de 5%.

## REFERÊNCIAS

BASF. Product information Ecoflex F BX 7011. Alemanha, 2004. Disponível em: <<http://www.basf.de/ecoflex>>. Acesso em: 30 de setembro de 2017.

BASSETI, F. J. **Preparação, Caracterização e Aplicação de Membranas Poliméricas Microporosas Assimétricas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2002.

BICALHO, S. M. C. M.; BORGES, A. P.B.; REZENDE, C. F.; ET. AL. HAP-91® E COL.HAP-91® **Casuísticas e Estudos Científicos**. Sabará/ MG, 3a Edição, 217 p., 2011.

CALLISTER Jr, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução**. Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A, 7ª Ed. Rio de Janeiro, 2008.

CAPANEMA, N. S. V. **Síntese e caracterização de biocerâmicas à base de fosfato de cálcio**

**modificada com nióbio.** Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, 2014.

COSTA, A. C. F. M.; LIMA, M. G.; LIMA, L. H. M. A.; CORDEIRO, V. V.; VIANA, K. M. S.; SOUZA, C. V.; LIRA, H. L. **Hidroxiapatita: Obtenção, caracterização e aplicações.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v.4.3, p. 29-38, 2009.

COSTA, C. L. B. R. **Obtenção e caracterização de filmes biodegradáveis para aplicação em liberação controlada de fármacos.** 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Biomédica, Departamento de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

COSTA, J. R. **A Influência da Temperatura na Estrutura e Molhabilidade dos Filmes Finos.** Universidade do Estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Joinville, 2016.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Microscopia Eletrônica de Varredura: Aplicações e preparação de amostras – Materiais Poliméricos, metálicos e semicondutores.** Porto Alegre: ediPUCRS, 60 p., 2007.

FURKO, M.; HAVASI, V.; KÓNYA, Z.; GRÜNEWALD, A.; DETSCH, R.; BOCCACCINI, A. R.; BALÁZSI, C. **Development and characterization of multi-element doped hydroxyapatite bioceramic coatings on metallic implants for orthopedic applications,** In Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 2017.

GAMA, B. E. P. N. **Preparação e caracterização do polímero biodegradável poli-butileno adipato cotereftalato, associado aos polímeros semicondutores poli-o-etoxianilina e poli-ometoxianilina e ao óxido de estanho e índio.** Dissertação para Obtenção de Título de Mestre. Ouro Preto, 2014.

GHOSH, S. K., ROY, S. K., KUNDU, B., DATTA, S. E BASU, D. **Synthesis of nanosized hydroxyapatite powders through solution combustion route under different reaction conditions.** Materials Science and Engineering B, 176, p. 14–21, 2011.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NÓBREGA, R. **Processos de separação por membranas.** Rio de Janeiro. E-pappers, p.180, 2006.

Laboratório de Filmes Finos. **Microscopia Eletrônica de Varredura.** Universidade de São Paulo. Instituto de Física, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://fap.if.usp.br/~lff/mev.html>> Acesso em 05 de outubro de 2017.

LEITE, A. M. D. **Desenvolvimento de Membranas Assimétricas de Nanocompósitos de Poliamida 6/Argila por Inversão de Fases.** Tese para Obtenção de Título de Doutor. Campina Grande, 2011.

LEITE, J. G. **Aplicação das Técnicas de Espectroscopia FTIR e de Micro Espectroscopia Confocal Raman à Preservação do Patrimônio.** Dissertação para Obtenção de Título de Mestre. Porto, 2008.

MOREIRA, T.G.; COSTA, R. D.; LEITE, A. M. D.; VIANA, K. M. S. **Estudo do Efeito da Calcinação na Obtenção da Hap Nanoestruturada por Reação de Combustão.** In: Workshop de Biomateriais, Engenharia de Tecidos e Órgãos Artificiais – OBI, 5., Maresias, 2-3, 2017.

MORENO, M.S.M.S. **Engenharia de Tecidos na substituição de tecido ósseo.** Dissertação para Obtenção de Título de Mestre. Porto, 2014.

OLIVEIRA, L. S. A. F.; OLIVEIRA, C. S.; MACHADO, A. P. L.; ROSA, F. P. **Biomateriais com aplicação na regeneração óssea – método de análise e perspectivas futuras.** Revista de Ciências Médicas e Biológicas, 9 (Supl.1):37-44, 2010.

PEREIRA, F. V. *et al.* **Bionanocompósitos preparados por incorporação de nanocristais de**

**celulose em polímeros biodegradáveis por meio de evaporação de solvente, automontagem ou eletrofição.** Quím. Nova, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 1209-1219, 2014.

PIRES, A. L. R.; BIERHALZ, A. C. K.; MORAES, A. M.; **Biomateriais: Tipos, Aplicações e Mercado.** Quím. Nova, Campinas/SP, Vol. 38, No. 7, p. 957-971, 2015.

RIGO, E.C.S.; GEHRKE, S. A.; CARBONARI, M. **Síntese e caracterização de hidroxiapatita obtida pelo método da precipitação.** Rev. Dental Press Periodontia Implantol., Maringá, v. 1, n. 3, p. 39-50, 2007.

SANTOS, T. L., LEITE, A. M. D. E VIANA, K. M. S. **Análise da Influência Do Combustível na Obtenção de HAp via reação de combustão**, In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, Natal, p. 94-99, 2016.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, S. V.; ARAÚJO, E. M. **Propriedades Mecânicas e Térmicas de Sistemas de PLA e PBAT/PLA.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 112-117, 2014.

SOUSA, W. J. B.; BARBOSA, R. C.; FOOK, M. V. L.; FILGUEIRA, P. T. D.; TOMAZ, A. F. **Membranas de polihidroxibutirato com hidroxiapatita para utilização como biomaterial.** Revista Matéria, Campina Grande, v. 22, n. 4, 2016.

UKUSHIMA, K.; WU, M-H.; BOCCHINI, S.; RASYIDA, A.; YANG, M-C. **PBAT based nanocomposites for medical and industrial applications.** In Materials Science and Engineering: C, v. 32, Issue 6, p. 1331-1351, 2012.

WANG, X. L.; QIAN, H. J.; CHEN, L. J.; LU, Z. Y. **Dissipative particle dynamics simulation on the polymer membrane formation by immersion precipitation.** Journal of Membrane Science, v. 311, p. 251-258, 2008.

WENG, Y-X.; JIN, Y-J.; MENG, Q-Y.; WANG, L.; ZHANG, M.; WANG, Y-Z. **Biodegradation behavior of poly (butylene adipate-coterephthalate) (PBAT), poly (lactic acid) (PLA), and their blend under soil conditions.** Polymer Testing, v. 32, p. 918–926, 2013.

WILLIAMS, D. F. **Definitions in biomaterials.** Proceedings of a consensus conference of the european society for biomaterials, v. 4. New York: Elsevier, 1987.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto** - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2005), com especialização na modalidade médica em Análises Clínicas e Microbiologia. Em 2006 se especializou em Educação no Instituto Araguaia de Pós graduação Pesquisa e Extensão. Obteve seu Mestrado em Biologia Celular e Molecular pelo Instituto de Ciências Biológicas (2009) e o Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (2013) da Universidade Federal de Goiás. Pós-Doutorado em Genética Molecular com concentração em Proteômica e Bioinformática. Também possui seu segundo Pós doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde da Universidade Estadual de Goiás (2015), trabalhando com Análise Global da Genômica Funcional e aperfeiçoamento no Institute of Transfusion Medicine at the Hospital Universitätsklinikum Essen, Germany. Palestrante internacional nas áreas de inovações em saúde com experiência nas áreas de Microbiologia, Micologia Médica, Biotecnologia aplicada a Genômica, Engenharia Genética e Proteômica, Bioinformática Funcional, Biologia Molecular, Genética de microrganismos. É Sócio fundador da “Sociedade Brasileira de Ciências aplicadas à Saúde” (SBCSaúde) onde exerce o cargo de Diretor Executivo, e idealizador do projeto “Congresso Nacional Multidisciplinar da Saúde” (CoNMSaúde) realizado anualmente no centro-oeste do país. Atua como Pesquisador consultor da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG. Coordenador do curso de Especialização em Medicina Genômica e do curso de Biotecnologia e Inovações em Saúde no Instituto Nacional de Cursos. Como pesquisador, ligado ao Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (IPTSP-UFG), o autor tem se dedicado à medicina tropical desenvolvendo estudos na área da micologia médica com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-300-2



9 788572 473002