

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 3**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 3

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 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</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 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas 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 |
| PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR | |
| Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103091 | |
| CAPÍTULO 2 | 10 |
| ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS | |
| Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103092 | |
| CAPÍTULO 3 | 23 |
| ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA | |
| Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103093 | |
| CAPÍTULO 4 | 33 |
| ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO | |
| Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103094 | |
| CAPÍTULO 5 | 45 |
| ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS | |
| Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103095 | |
| CAPÍTULO 6 | 57 |
| APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL | |
| José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso | |
| DOI 10.22533/at.ed.71619103096 | |

CAPÍTULO 7 70

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima
Júlio Cezar de Souza
Francisco Wilson Hollanda Vidal

DOI 10.22533/at.ed.71619103097

CAPÍTULO 8 78

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga
Joeci Ricardo Godoi
Viviane Furtado Velho
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.71619103098

CAPÍTULO 9 90

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas
Elaine Cristina Lopes Pereira
Lucas Furtado Loesh
Fernanda A. Sampaio da Silva
Heleno Souza da Silva
Renata Antoum Simão
José Adilson de Castro
Gláucio Soares Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.71619103099

CAPÍTULO 10 102

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar
Ronnie Von Dos Santos Veloso
Luis Fernando Santis Espinosa
Lilian de Araújo Pantoja
Alexandre Soares dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030910

CAPÍTULO 11 114

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves
Paulo Fernando de Almeida
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

DOI 10.22533/at.ed.716191030911

CAPÍTULO 12 129

CARBETO DE BORO (B₄C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos
Denise Dantas Muniz
Eliandro Pereira Teles
Danielle Guedes de Lima Cavalcante
Ricardo Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030912

CAPÍTULO 13 141

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa
Waldeir dos Santos Pereira
Mayara Barbosa Lima
Juliane da Silva Sampaio
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
Natan Barbosa Almada
Rogério Favacho da Cruz
Jéssica Aline Godinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030913

CAPÍTULO 14 153

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

DOI 10.22533/at.ed.716191030914

CAPÍTULO 15 164

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira
Sabrina Grando Cordeiro
Eniz Conceição Oliveira
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.716191030915

CAPÍTULO 16 175

ESPAÇO ARTE_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus
Lucas Pereira Elias
Marcos Henrique de Moraes Golinelli
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

DOI 10.22533/at.ed.716191030916

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 17 | 188 |
| ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA | |
| Deborah Godoy Martins Corrêa | |
| Tiago de Oliveira | |
| Denise Stringhini | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030917 | |
| CAPÍTULO 18 | 201 |
| ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA | |
| Carlos Vinícius Machado Miranda | |
| Railda Neyva Moreira Araújo Cabral | |
| Luely Oliveira da Silva | |
| Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon | |
| Marivaldo José Costa Corrêa | |
| Eloisa Helena de Aguiar Andrade | |
| Manoel Leão Lopes Junior | |
| Lourivaldo Silva Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030918 | |
| CAPÍTULO 19 | 209 |
| ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL | |
| Weverton Pereira do Sacramento | |
| Maria de Lourdes de Oliveira | |
| Luana Leite Ferreira | |
| Robson Wotikowski Guedes | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030919 | |
| CAPÍTULO 20 | 218 |
| EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL | |
| Leila Pessôa Da Costa | |
| Sandra Regina D'Antonio Verrengia | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030920 | |
| CAPÍTULO 21 | 226 |
| GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA | |
| Gersica Agripino Alencar | |
| Rafael Santos Barbosa | |
| Ricardo André Cavalcante de Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030921 | |
| CAPÍTULO 22 | 239 |
| GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL | |
| Wendy Díaz Valdés | |
| Lígia Laís Fêmina | |
| Gisele Andrade Lemos | |
| Jorge Vicente Barbosa Júnior | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030922 | |

CAPÍTULO 23 246

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos
Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.716191030923

CAPÍTULO 24 263

MAGONIA PUBESCENS A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva
Amanda Ribeiro Correa
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes
Rosiane Alexandre Pena Guimarães
Monica Franco Nunes
Dielle Carmo de Carvalho Neres
Elisangela Clarete Camili
Carla Spiller

DOI 10.22533/at.ed.716191030924

CAPÍTULO 25 270

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca
Leandro Teles Antunes dos Santos
Patrícia Milagre de Freitas
Dayane Andrade Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.716191030925

CAPÍTULO 26 279

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon
Luziana Quadros da Rosa
Robson Santos da Silva
Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030926

CAPÍTULO 27 294

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa
Edilson Pontarolo

DOI 10.22533/at.ed.716191030927

CAPÍTULO 28 304

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas
Vicente de Paulo Silva
Adilson Gandu

DOI 10.22533/at.ed.716191030928

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 29 | 313 |
| A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA | |
| Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030929 | |
| CAPÍTULO 30 | 326 |
| SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO | |
| Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030930 | |
| CAPÍTULO 31 | 332 |
| TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES | |
| Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030931 | |
| CAPÍTULO 32 | 342 |
| UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM | |
| Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030932 | |
| CAPÍTULO 33 | 349 |
| CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS | |
| Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030933 | |
| CAPÍTULO 34 | 358 |
| OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014 | |
| Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030934 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 35 | 368 |
| APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA | |
| Robson Cabral Severo | |
| Leonardo Vale de Araujo | |
| Rafael The Bonifácio de Andrade | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030935 | |
| CAPÍTULO 36 | 378 |
| DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA | |
| Vinicius da Silva Freitas | |
| Rafael Alves da Rocha | |
| Marcelo Augusto da Silva Cunha | |
| Bruno Matos de Faria | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030936 | |
| CAPÍTULO 37 | 388 |
| RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO | |
| Hiasmim Rohem Gualberto | |
| Iury Almeida Moraes | |
| Mônica Calixto de Andrade | |
| Edgard Poiate Junior | |
| Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva | |
| Isis Andrea Venturini Pola Poiate | |
| DOI 10.22533/at.ed.716191030937 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 401 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 402 |

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima

Pós-doutoranda, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas

Mestrando, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

Elaine Cristina Lopes Pereira

Pós-doutoranda, IMA/UFRJ, Instituto de Macromoléculas, Rio de Janeiro, RJ

Lucas Furtado Loesh

Mestrando, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

Fernanda A. Sampaio da Silva

Pós-Doutoranda, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

Heleno Souza da Silva

Pesquisador, COPPE/UFRJ, Engenharia Metalúrgica, Rio de Janeiro, RJ

Renata Antoum Simão

Professora, COPPE/UFRJ, Engenharia Metalúrgica, Rio de Janeiro, RJ

José Adilson de Castro

Professor, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

Gláucio Soares Fonseca

Professor, UFF, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Volta Redonda, RJ

RESUMO: Este trabalho deste livro compõe

dados apresentados no Congresso de Modelagem XXI ENMC cujo os dados foram selecionados para a publicação na Revista e neste capítulo de livro. Diferentes métodos de síntese de fosfatos de cálcio incluindo a hidroxiapatita vêm sendo testada. Partimos de uma síntese por co-precipitação tendo como reagentes precursores o ácido ortofosfórico e o hidróxido de cálcio. Monta-se um artefato com controle de gotejamento e fluxo da solução de hidróxido de cálcio com o gotejamento controlado de ácido fosfórico na taxa de 5 gotas por minuto em fluxo constante em um total de 5 horas em um sistema montado sobre a placa de aquecimento com agitação magnética. A massa obtida foi seca (estufa a 50°C) por 3 dias, triturada (gral de ágata) e peneirada (tamizes controladas). Os pós foram prensados por prensagem uniaxial usando uma força de 500Kg em um molde-matriz de aço com um diâmetro de 15mm e uma altura de 3-4mm. Pastilhas são calcinadas a 1100°C em forno com rampa específica controlada. As pastilhas são caracterizadas por DRX, FTIR, Raman e AFM, além da análise do dilatômetro e histeresímetro. Após essa etapa, as nanopartículas de prata (AgNPs) foram sintetizadas na superfície e analisadas por MEV e EDS. Foi possível obter o modelamento das etapas cruciais. Os resultados mostraram que foi possível obter a matriz de hidroxiapatita comprovada pela

caracterização físico-química e recobri-la com nanopartículas de prata (AgNPs) em estrutura semelhante ao design final necessário para aplicação de defeitos ósseos críticos.

PALAVRAS-CHAVE: Síntese de hidroxiapatita (HA). Síntese de Nanopartículas de prata (AgNps). Caracterização físico-química. Método de redução do citrato.

DEVELOPMENT HYDROXYAPATITE BIOMATERIAL COVERED WITH SILVER NANOPARTICLES (AgNPs) FOR APPLICATION IN BONE CRITICAL DEFECTS

ABSTRACT: This work of this book consists of data presented at the XXI ENMC Modeling Congress whose data were selected for publication in the Journal and in this book chapter. Different methods of calcium phosphate synthesis including hydroxyapatite have been tested. We start from a co-precipitation synthesis using orthophosphoric acid and calcium hydroxide as precursor reagents. An artifact is assembled with drip and flow control of the calcium hydroxide solution with controlled drip of phosphoric acid at a rate of 5 drops per minute in constant flow in a total of 5 hours in a system mounted on the heating plate with magnetic stirring. The mass obtained was dried (oven at 500°C) for 3 days, ground (agate grating) and sieved (controlled sieves). The powders were pressed by uniaxial pressing using a force of 500 kg in a steel matrix mold with a diameter of 15 mm and a height of 3-4 mm. Inserts are calcined at 1100°C in a controlled specific ramp furnace. The inserts are characterized by DRX, FTIR, Raman and AFM, in addition to dilatometer and hysteresis analysis. After this step, the silver nanoparticles (AgNPs) were synthesized on the surface and analyzed by SEM and EDS. It was possible to obtain the modeling of the crucial steps. The results showed that it was possible to obtain the hydroxyapatite matrix proven by physical-chemical characterization and cover it with silver nanoparticles (AgNPs) in a structure similar to the final design required for application of critical bone defects.

KEYWORDS: Hydroxyapatite synthesis. Synthesis of Silver nanoparticles (AgNps). Physico-chemical characterization. Synthesis of silver nanoparticles (AgNps). Method of reducing citrate.

1 | INTRODUÇÃO

A hidroxiapatita (HA) compõe a classe do grupo dos fosfato de cálcio e é a cerâmica mais biocompatível presente na natureza. Possui inúmeras propriedades amplamente descritas na literatura. Entretanto, ainda possui a problemática de ser um material friável (isto é, muito susceptível à fratura em especial a fratura catastrófica clássica que ocorre nas hidroxiapatitas cerâmicas (KAWASHI et al., 2000). Devido a esta inconveniência o material sozinho ainda hoje é restrito a aplicação em enxertos de substitutos ósseos críticos de pouca espessura em regiões de pouca incidência de tensões como a região retro-molar da mandíbula e maxila. Possuem similaridade físico-química com os tecidos ósseos e dentários naturais dos seres vivos. Dentre os

fosfatos de cálcio, a hidroxiapatita se apresenta como fosfato mais estável, o qual é encontrado em maior proporção nos tecidos ósseo e dentário no organismo.

A Hidroxiapatita (HA) é um dos compostos pertencente à família das apatitas incluída dentro do grupo químico dos Fosfatos de Cálcio e suas derivações e é ainda composta por íons em concentrações diversas, tais como: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , CO_3^{2-} , etc., permitindo o controle desses importantes íons nos líquidos corporais por meio da sua liberação ou armazenamento.

A metodologia de caracterização físico-química clássica desse biomaterial consiste em usar espectroscopia de infra-vermelho com transformada de Fourier (FTIR) para identificação dos grupamentos químicos básicos que definem pertencer ou não a classe dos fosfatos de cálcio em especial identificar a hidroxiapatita além da sua cristalinidade por meio da Difração dos Raios-X (DRX), além dessas outras vem sendo usadas e ainda estudadas para estes materiais por serem inovadoras como Raman e AFM (LIMA, et al., 2011; WANG, et al., 2018). Alguns implantes ortopédicos revestidos por hidroxiapatita representam substrato ideal para o crescimento bacteriano. Assim, como resultado complicações por infecção e proliferação bacteriana após a reposição cirúrgica tem sido apontada como a principal causa das falhas além do dano fisiológico e custos adicionais após a etapa cirúrgica (ABDULRAHMAN, et al., 2018; RIAZ, et al., 2018; IGASHIRA, et al., 2017). A prata é introduzida na hidroxiapatita pois os inúmeros trabalhos têm reconhecido a prata como um forte inibidor do crescimento bacteriano. Além disso, a prata exibe boa estabilidade térmica, baixa volatilidade, é biocompatível, não tóxica e exerce efeito bactericida quando na interação de superfície. Podemos fazer recobrimento de nanopartículas de prata sobre a superfície da hidroxiapatita bem como promover a dopagem de prata (Ag^+) na hidroxiapatita (RIAZ, et al., 2018)

O presente trabalho tem como objetivo sintetizar e caracterizar nanopartículas de prata AgNps sobre a superfície de pastilhas de hidroxiapatita com o intuito de promover o potencial bactericida da superfície de biomateriais. O objetivo do trabalho foi sintetizar e produzir amostras em pastilhas de hidroxiapatita para defeitos ósseos críticos, caracterizá-la físico-quimicamente e recobri-las com nanopartículas de prata.

2 | MATERIAL E MÉTODO

O projeto inicia-se com a obtenção e separação dos reagentes obtidos pelo projeto PNPd-CAPES indispensável a realização desse trabalho. Em seguida, inicia-se a síntese de hidroxiapatita deficiente. Para os reagentes de síntese usa-se ácido ortofosfórico, além do hidróxido de cálcio [H_3PO_4 e $\text{Ca}(\text{OH})_2$] respectivamente. Monta-se o artefato de síntese com base em haste metálica. Em um Becker levar a mistura de água ultra-pura com o hidróxido de cálcio. Inicia-se usando 2 gramas aferidos em balança eletrônica analítica dissolvida de maneira ponderal e aos poucos

em 50mL de água ultra-pura em Becker de 250mL de boca mais estreita acoplada em pHmetro, termômetro a fim de ocorrer a reação e ser estabilizada a 40 graus Celsius. Quando se atingiu a temperatura desejada, iniciou-se o processo de gotejamento da solução ácida. O gotejamento sobre a reação ocorre usando um fluxo de 5 gotas por minuto de ácido fosfórico sobre a solução em um volume total de 30 mL ocorrido em torno de 5 horas total de reação que ocorrer em Becker sobre a placa de aquecimento com agitação magnética (usamos 1 agitador magnético no interior da solução que ocorreu a reação). Para a primeira síntese, faz-se gotejamento do ácido fosfórico e um regulador de soro fisiológico adaptado acoplado a haste que compõe o garfo de apreensão da solução a fim de proceder o gotejamento constante em fluxo de fluxo constante de 5 gotas por minuto. Ao término do gotejamento manteve-se a temperatura por 24 horas (período de maturação da solução). Terminada a digestão de aproximadamente 12 horas de síntese a solução em forma de gel foi seca em estufa por cerca de 3 dias, em seguida macerada com gral e pistilo em gral de ágata. Após maceração homogênea foi passado em tamises a fim de determinação de faixa granulométrica de pós com granulometria abaixo de 200 micrômetros. Os pós obtidos a partir da síntese à verde foram caracterizados em histeresímetro. Em seguida foram confeccionadas pastilhas de hidroxiapatita colocando os pós da HA obtidos após a síntese à verde em matriz em forma de cilindro de aço lubrificada com óleo mineral com diâmetro de 15mm e altura de 3,4mm. Em seguida, leva-se em prensa hidráulica por meio de prensagem uniaxial usando 500Kgf em um tempo de 1 minutos por prensagem de cada pastilha usando uma matriz de aço obtendo assim pastilhas circulares. Estas pastilhas foram inseridas em barquetes cerâmicos como suporte e levadas ao forno para serem calcinadas a 1100°C em forno mufla modelo Q318M24 com faixa de trabalho entre 300°C à 1200°C com tensão de 220Volts e potência de 3720 Watts usando uma rampa específica de aquecimento de subida, manutenção e de descida em graus Celsius até atingir o patamar de 1100°C por meio de obtenção de rampa otimizada obtida previamente em outras sínteses. As pastilhas calcinadas obtidas são conservadas em dessecador.

Em seguida, as pastilhas de HA calcinadas a 1100°C foram selecionadas e obteve-se a síntese de nanopartículas de prata (AgNPs) sobre a superfície das mesmas. A metodologia de síntese selecionada após ensaios iniciais de metodologia à verde foi a de seguir com base no método de redução do citrato a fim de conhecer o processo, caracterizá-lo e no futuro modelá-lo e compreendê-lo antes de partir para outras metodologias. Assim o método selecionado consiste na adição de solução de nitrato de prata (AgNO_3) em um Erlenmeyer com água destilada. A solução resultante é elevada à ebulição branda (com temperaturas variando de 80 a 90°C). Posteriormente, cerca de 2 a 5 minutos fora adicionado foi adicionado 4mL de uma solução de citrato de sódio 1% $\text{m}\backslash\text{v}$. A suspensão resultante passa por diferentes padrões de colorimetria e a avaliação em UV-Vis em especial em leitura de absorbância na faixa de 300 a 400nm. Para todos as condições avaliadas foi

possível verificar a mudança de coloração esperada e, conseqüentemente, reação de redução do AgNO_3 . A fim de avaliar as propriedades da HA obtida após a síntese foi usada técnicas de caracterização físico-química por meio de quatro técnicas básicas: DRX (Difração de Raios-X) e espectroscopia de transformada de Fourier (FTIR) além da análise de Espectroscopia Raman e Microscopia de Força Atômica (AFM) além da histerese. Após a síntese de nanop prata sobre a superfície da HA, a mesma é caracterizada por Microscopia eletrônica de Varredura (MEV) acoplada ao EDS. a fim de analisar a superfície do compósitos.

2.1 Caracterização físico-química

2.1.1 Caracterização por Difração de Raios X (DRX)

A técnica de Difração dos Raios X foi usada com o objetivo de analisar a cristalinidade dos pós obtidos da hidroxiapatita. Caracterizaram-se os pós à verde logo após a síntese, e também, após a confecção das pastilhas calcinadas a 1100°C . Os pós foram caracterizados a fim de verificar as fases cristalinas obtidas dos pós à verde e também os pós calcinados a 1100°C na busca de possíveis fase inerentes a hidroxiapatita e também verificar a influência da temperatura de calcinação sobre a cristalinidade das amostras. Foi utilizado para esta análise o Difratômetro Bruker, modelo D2 Advance Brunker

2.2 Análise de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

As amostras de hidroxiapatita sintetizadas à verde e calcinadas a 1100°C foram analisadas com auxílio do espectrofotômetro de absorção na região do infravermelho por transformada de Fourier com o objetivo de identificar os grupamentos químicos principais presentes na hidroxiapatita. Foi usado o modelo Thermo Scientific Nicolet iS50.

2.3 Microscopia de Força Atômica (AFM)

A microscopia de força atômica (AFM) foi usado com o objetivo de análise da superfície das pastilhas de hidroxiapatita a nível de nano e micro escala. A análise foi feita em equipamento marca Witec Alpha 300 com Modo contato intermitente Ponta $7.4\text{N}\mu\text{m}$.

2.4 Análise de Histerese

Avalia a influência do campo magnético em disposição ao material. Neste caso vemos que ao magnetizar um objeto este precisa superar o atrito e a inércia. Ao fazer isso, dissipam certa quantidade de potência na forma de calor, que é chamada de perda por histerese. No caso da hidroxiapatita que é um biomaterial naturalmente

não magnético o perfil de histerese obtido foi apenas um direcionamento retilíneo inerentes a materiais diamagnético.

2.5 Espectroscopia Raman

Esta técnica foi usada com objetivo de identificar pontos no espectro inerente a grupamento química da hidroxiapatita. É uma técnica inovadora e os bancos de dados incluindo da hidroxiapatita ainda vem sendo montado pelos pesquisadores. Foi caracterizado em Raman apenas as pastilhas de hidroxiapatita calcinada a 1100°C. A análise procedeu-se em um aparelho Raman (Witec-focus innovations-modelo alpha300) (laboratório de superfícies PEMMCOPPE\UFRJ). O método usado nesta análise foi o pontual incidindo sobre as amostras.

2.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV\EDS)

A análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi usada a fim de identificar a superfície, topografia, rugosidade de superfície e estrutural topográfica e possíveis concavidades de superfície após sintetizar nanopartículas de prata sobre a superfície das pastilhas de hidroxiapatita. As pastilhas de hidroxiapatita revestidas com recobrimento de nanopartículas de prata foram metalizadas em um metalizador marca Emitech, modelo K550X, sob corrente de 50 mA por 180 s. O MEV apresenta detector de elétrons secundários (Jeol JSM – 5800 LV-UFF Volta Redonda).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram obtidas pastilhas de hidroxiapatita antes e após a calcinação (após a retirada do forno por rampa específica) e caracterizadas por diferentes técnicas. As mesmas foram retiradas e as sínteses das nanopartículas de prata ocorreram neste caso sobre a superfície das pastilhas de hidroxiapatita. A obtenção da precipitação da solução de nanopartícula de prata (AgNPs) ocorre por redução do citrato a partir do nitrato de prata e a solução obtida foi analisada por UV-Vis durante fases das diferentes colorimetria obtida em análise das soluções na faixa ampla do espectro de 300 a 600nm (OLIVEIRA, et al., 2014) com ponto mais identificador em mais 300 a 400. As nanopartículas de prata sobre a superfície da hidroxiapatita pode ser observada por MEV\EDS.

3.1 Caracterização Físico-Química da Hidroxiapatita Obtida Antes da Aplicação da Nanopartícula – Amostras Calcinada e Não Calcinada

3.1.1 Caracterização por Difração de Raios-X (DRX)

A Figura 1 ilustra o difratograma da amostra. Os espectros de Difração dos Raios-X obtidos dos pós obtidos à verde após a síntese. Observa-se que o aumento

da temperatura influencia diretamente no aumento da cristalinidade do material. O difratograma da hidroxiapatita mostra pequena sugestão de pico a sugestão pico a 26,5 e 31-32 o que faz o material ser predominantemente amorfo mas não por completo, pois apresenta picos de sim-cristalinidade em 26,5 e 31-32. Esta análise é importante pois a cristalinidade da hidroxiapatita obtida deve ser suficiente para resistir aos fluidos biológicos quando o material é aplicado.

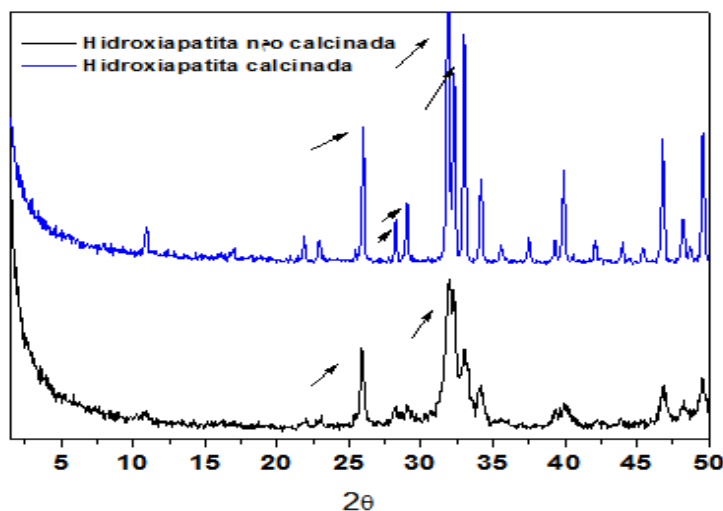


Figura 1 – Difratograma representando o espectro obtido pela técnica de Difração dos Raios X das pastilhas de hidroxiapatita (DRX)

Fonte: Autor

3.1.2 Caracterização por Espectroscopia do Infravermelho

A análise foi feita no pó à verde. A Figura 2 mostra o espectro obtido identificando os grupamentos químicos principais que justificam a biocompatibilidade da HA. Os grupamentos fosfatos estimulam e biointeração, e carbonatos a dissolução do material de maneira concomitante ao reparo ósseo.

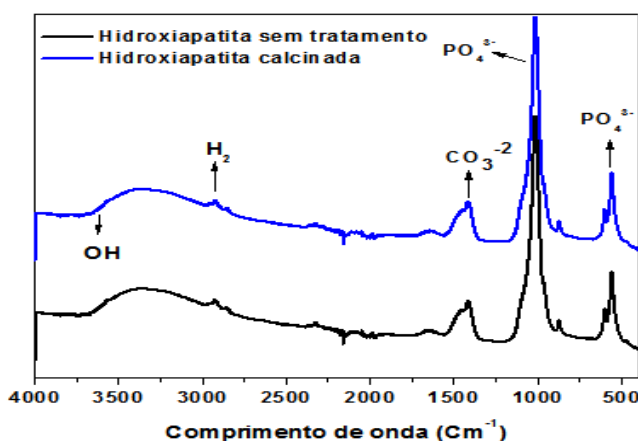


Figura 2 – Espectro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) da hidroxiapatita

Fonte: Autor

A Figura 2 apresenta as bandas de absorção características da HA, tais como os modos vibracionais do ânion PO_4^{3-} em 560 cm^{-1} , 602 cm^{-1} , $1000\text{-}1050\text{ cm}^{-1}$ que foram detectadas no produto sintetizado. De forma similar, bandas de absorção em $3300\text{-}3570\text{ cm}^{-1}$ foram observadas e atribuídas aos modos vibracionais do ânion OH^- bandas de absorção entre 1365 cm^{-1} e 1465 cm^{-1} foram atribuídas ao estiramento assimétrico do grupamento CO_3^{2-} . Estes resultados estão em. Os resultados indicam que o tratamento não promoveu alteração em sua estrutura química.

3.1.3 Caracterização da Hidroxiapatita por Espectroscopia Raman

A Figura 3 ilustra o espectro obtido pela técnica Raman.

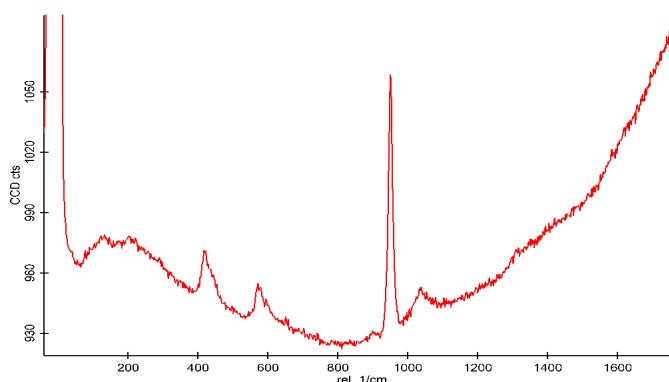


Figura 3 – Espectro Raman obtidos da hidroxiapatita sintetizada

Fonte: Autor

Ao comparar na literatura um espectro de Raman obtido de uma hidroxiapatita de um esmalte dentário pelos estudos de Zavala-Alonso (p. 93, 2012). Foi possível identificar de maneira exatamente semelhante no perfil ao da hidroxiapatita obtida, sendo as áreas de picos de 400 identificados como PO_4^{3-} , bem como os sinais de 600 e 950 da hidroxiapatita.

3.1.4 Caracterização por Microscopia de Força Atômica (AFM)

A Figura 4 mostra a imagem obtida pela técnica AFM das pastilhas de hidroxiapatita.

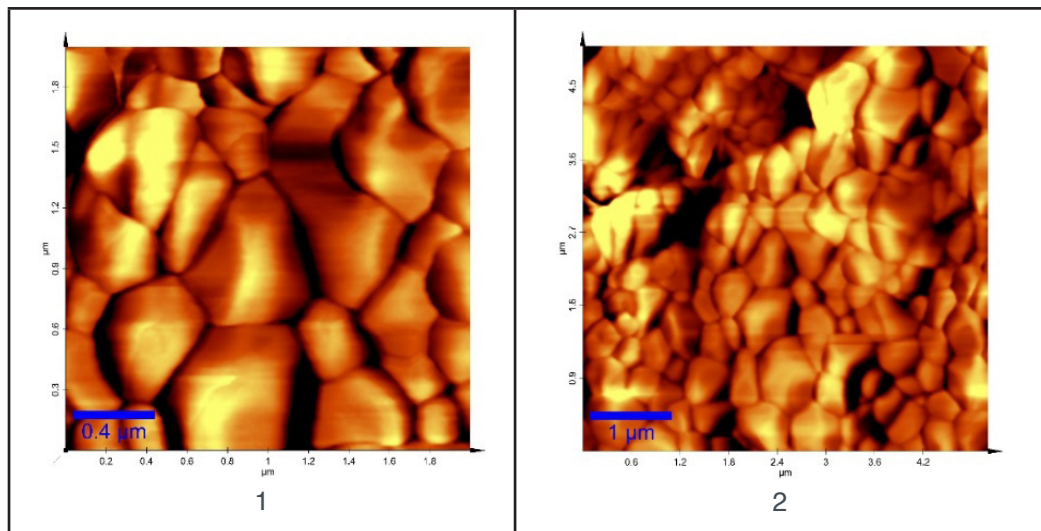


Figura 4 – Imagem de AFM obtidas das pastilhas de hidroxiapatita (HÁ)

Fonte: Autor

Nas imagens da superfície das pastilhas obtidas da hidroxiapatita mostra que faixa de grãos obtidas variando em média 0,4micrômetro à 1 micrômetro. Foi possível verificar na análise morfológica por Microscopia de Força Atômica a presença de grãos que compõe o corpo das pastilhas variando na escala de 1micrômetro iniciando a fronteira abaixo dos 100 nanômetros. Os protocolos foram otimizados no laboratório de caracterização de superfícies (PEMM\COPPE\UFRJ).

3.1.5 Análise de Histerese

A Figura 5 ilustra o ciclo de histerese com comportamento Diamagnético importante no perfil do comportamento da hidroxiapatita sob fluidos biológicos.

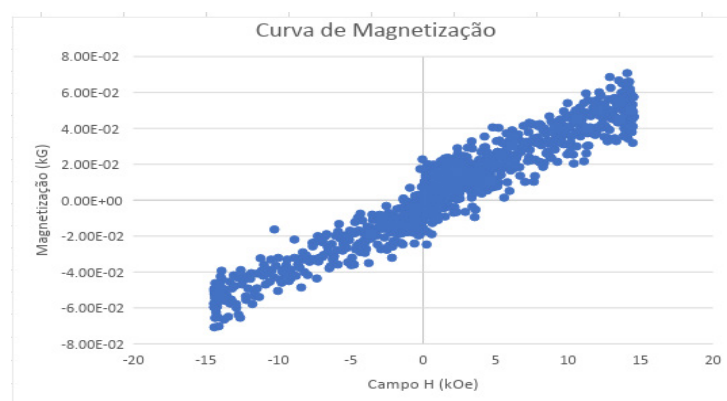


Figura 5 – Perfil de histerese da hidroxiapatita obtida após síntese por co-precipitação

Fonte: Autor

3.1.6 Caracterização Específica da Superfície da Hidroxiapatita Revestida por Nanopartículas de Prata (AgNPs) por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A partir da caracterização da superfície coberta com nanopartículas de prata (AgNPs) por Microscopia eletrônica de Varredura (MEV) acoplada por EDS obteve-se imagens das pastilhas de HA (Figura 6) e, foi possível verificar que houve a formação de um nanofilme de nanop prata não tanto homogêneo porém entremeados com regiões da prata e HA aumentando a biocompatibilidade da mesma.

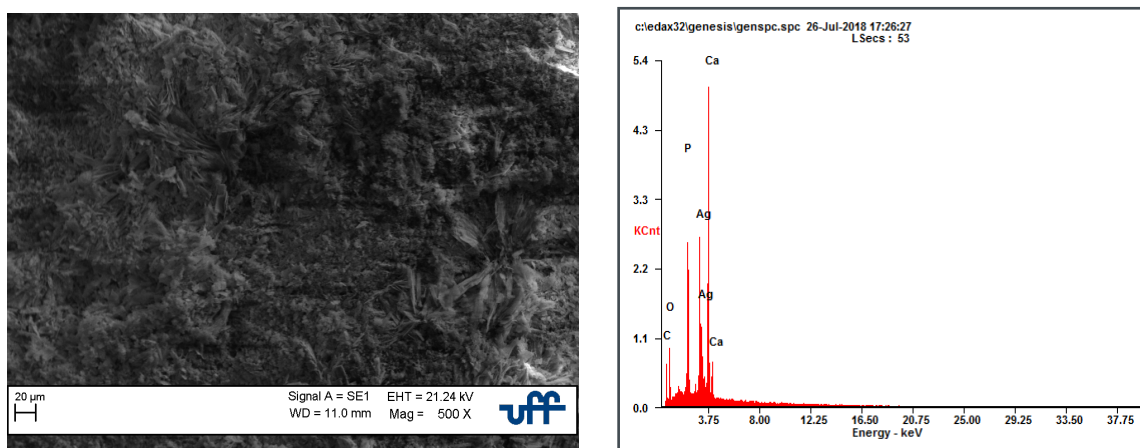


Figura 6 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) obtido da superfície das pastilhas de hidroxiapatita recobertas com filme de nanop prata

A Figura 7 ilustra MEV EDS a superfície da HA recoberta com AgNPs

A Tabela 1 resume a proporção dos elementos presente do EDS

| Elemento | Wt% | At% |
|----------|-------|-------|
| C K | 16,23 | 35,35 |
| O K | 18,92 | 30,93 |
| P K | 10,84 | 09,15 |
| AgL | 26,03 | 06,31 |
| Ca K | 27,98 | 18,26 |

Tabela 1 – Ilustra os elementos presente na análise de EDS da superfície das pastilhas de hidroxiapatita recobertas por Nanopartículas de prata (AgNPs)

Foi possível obter o filme de prata sobre a superfície da hidroxiapatita, entretanto ainda não é garantida a fixação do mesmo sobre a superfície ao longo prazo, logo estudos posteriores devem ser investidos pois uma superfície com as propriedades vantajosas da hidroxiapatita aliada as propriedades benéficas das nanopartículas de prata propiciaria um ambiente profícuo a maior biocompatibilidade do sistema.

4 | CONCLUSÃO

Foi possível obter o material sintetizado inicialmente pela técnica de coprecipitação. A varredura inicial por diferentes técnicas de caracterização físico-

química mostraram identificação das principais fases e picos, além de identificar a morfologia da superfície da nanop prata (AgNPs) sobre a superfície da HA. A metodologia da síntese da hidroxiapatita e também da síntese clássica de nanopartículas de prata demonstrou ser viável, eficiente e de relativo baixo custo.

REFERÊNCIAS

- ABDULRAHMAN, H. B., KRAJCZEWSKI, J., KUDELSKI, A., **Modification of surfaces of silver nanoparticles for controlled deposition of silicon, manganese, and titanium dioxides**, Applied Surface Science, V. 427, part B, p. 334-339, 2018, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433217325217>
- FARIA, B. E. F.F., **Produção e caracterização de nanopartículas de prata estabilizadas com polissacarídeos da goma do cajueiro**, dissertação de mestrado Faculdade de Medicina, UNB, 2016, http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19977/1/2016_BrunaEsterFerreiraFaria.pdf
- KAWACHI, E. Y., BERTRAN, C. A., dos reis e Oswaldo, R. R., **Biocerâmicas: tendências e perspectivas de uma área interdisciplinar**, Química Nova, v. 23, n.4, pp.518-522, 2000., <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000400015>.
- IGASHIRA, H., KAMO, M., KYOMOTO, M., IKOMA, T., **Fabrication of hydroxyapatite microparticles including silver nano-dots at grain boundary for long-term antimicrobial property**, Biomaterials and Soft materials, V. 2, Issue 4, p. 1285-1290., 2017, <https://doi.org/10.1557/adv.2016.650>, <https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-advances/article/fabrication-of-hydroxyapatite-microparticles-including-silver-nanodots-at-grain-boundary-for-longterm-antimicrobial-property/23D56A682E6E4FAEB4D21408F549D37F>
- LEE, P C, MEISEL, D, **Adsorption and Surface-Enhanced Raman of Dyes on Silver and Gold Sols**, Journal Physical Chemistry, V.86, p. 3391-3395, 1982, https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37611084/j100214a025.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1556335214&Signature=h%2FDF%2FV%2FMS5ABGZovPxFrPATE0zMw%3D&responsecontentdisposition=inline%3B%20filename%3DAdsorption_and_Surface-Enhanced_Raman_of.pdf
- LIMA, I. R. ALVES, G. G., SORIANO, C. A., CAMPANELI et al., **Understanding the impact divalent cation substitution on hydroxyapatite: An in vitro multiparametric study on biocompatibility**, Journal of Biomedical Materials Research, pp. 351-358, 2011., DOI: 10.1002/jbm.a.33126, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21626666>
- MIRTA, M., LEITE, F. L., HERRMAN, P. S. P., PISSETTI, F. L. ROSSI, A. M., MOREIRA, E. L., MASCARENHAS, Y. P.; **XRD, AFM, IR and TGA study of nanostructured hydroxyapatite.**, Materials research, V. 15, n 4, p. 622-627, 2012, <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392012005000069>
- NÚÑEZ, DANIELA; EIGUETA, Elizabeth ; VARAPRASAD, KOKKARACHEDU; OYARZÚNB, PATRICIO. **Hydroxyapatite nanocrystals synthesized from calcium rich bio-wastes**, Materials Letters: V. 230, p. 64-68., 2018, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.07.077>
- OLIVEIRA, J. F. A., **Funcionalização de nanopartículas de prata com antibióticos beta-lactâmicos: uma alternativa a resistência bacteriana**. Dissertação de mestrado do Instituto de Química da UNICAMP, 2014, http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/248816/1/Oliveira_JessicaFernandaAffonsode_M.pdf
- PARASHAR, U. K, KUMAR V, BERA T, SAXENAPS, NATH G, Srivastava SK, GIRI,R., Srivastava A. **Study of mechanism of enhanced antibacterial activity by green synthesis of silver nanoparticles**. Nanotechnology v. 22, 2011, doi:10.1088/0957-4484/22/41/415104, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21918296>

RIAZ, M., ZIA, R., IJAZ, A., HUSSAIN, T., MOHSIN, M., MALIK, A., **Synthesis of monophasic Ag doped hydroxyapatite and evaluation of antibacterial activity.**, Materials Science and Engineering: C, Volume 90, 1 September 2018, Pages 308-313, <https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.04.076>

SHAMELI., K, AHMAD., M., WAN YUNUS WMZ, et al. **Green synthesis of silver/montmorillonite/chitosan bionanocomposites using the UV-irradiation method and evaluation of antibacterial activity.** International Journal Nanomedicine; v. 5, p.875–887, 2010, doi: 10.2147/IJN.S13632, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2990381/>

SHARMA, K. V, YNGARD RA, Lin Y. Silver nanoparticles: **Green synthesis and their antimicrobial activities.** Advances in Colloid and Interface Science, v. 145, issue 1-2, p. 83–96, 2009, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.09.002>Get rights and content

WANG, Y. Z.; SHAN, Z.H. **The penetration and accumulation of hydroxyapatite and the hydrothermal stability of collagen matrix material.** Materials Chemistry and Physics, V. 226, n. 15, p.257-262., 2019, <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.01.030>

ZAVALA-ALONSO, V., RODRIGUES, J. P. L., TERRONE, H., MARIN, N. P. CASTANON, G. A., ANUSAVISE, K., **Analysis of the molecular structure of human enamel with fluorosis using micro-Raman spectroscopy**, Journal of Oral Science, V. 54, n.1, p 93-98, 2012,<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22466892>

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

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9
Análise sensorial 45, 46, 56

B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173
Biofilmes 4
Biomateriais 92
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140
Carbono cristalizado 114

D

Dejetos de suínos 112

G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

H

Homologia simplicial 239

I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

V

Variabilidade climática 142

W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-642-3

