

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

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)

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-244-9

DOI 10.22533/at.ed.449190404

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

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

APRESENTAÇÃO

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE ARCABOUÇOS DE PLGA E PLDLA COM POROS INTERCONECTADOS DIRECIONADOS PARA ENSAIOS DE CULTURA DE CÉLULAS ÓSSEAS	
Joelen Osmari Silva Anna Maria Gouvea Melero Juliana Almeida Domingues Adriana Motta de Menezes Moema de Alencar Hausen Daniel Komatsu Vagner Roberto Botaro Eliana Aparecida de Rezende Duek	
DOI 10.22533/at.ed.4491904041	
CAPÍTULO 2	12
ENSAIOS IN VITRO E IN VIVO DE <i>SCAFFOLDS</i> DE PLGA INCORPORADOS COM ÓLEO-RESINA DO GÊNERO COPAIFERA SSP. PARA REPARAÇÃO DE TECIDOS	
Ana Luiza Garcia Massaguer Millás João Vinícios Wirbitzki da Silveira Rodrigo Barbosa de Souza Maria Beatriz Puzzi Edison Bittencourt Ivan Hong Jun Koh	
DOI 10.22533/at.ed.4491904042	
CAPÍTULO 3	26
MEMBRANAS MICROFIBROSAS DE POLI (L-ÁCIDO LÁCTICO) (PLLA) PARA REPARO ÓSSEO	
Bárbara Etruri Ciocca	
DOI 10.22533/at.ed.4491904043	
CAPÍTULO 4	32
ESTUDO DO POTENCIAL MICROBIOLÓGICO DE NANOCRISTAIS HÍBRIDOS DE ZnO DOPADOS COM AgO	
Ellen Quirino de Sousa Lucas do Nascimento Tavares Caio César Dias Resende Lorraine Braga Ferreira Carlos José Soares Anielle Christine Almeida Silva Luís Ricardo Goulart Filho Letícia de Souza Castro Filice	
DOI 10.22533/at.ed.4491904044	
CAPÍTULO 5	42
PROCESSAMENTO DE LIGAS Mg-Zn-Ca PARA USO EM IMPLANTES CIRÚRGICOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE METALURGIA DO PÓ	
Jorge Alberto de Medeiros Carvalho José Adilson Castro Alexandre Antunes Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.4491904045	

CAPÍTULO 6 54

“VIABILIDADE DO USO DE CASCAS DE OVOS NA SÍNTESE DA HIDROXIAPATITA UTILIZANDO O MÉTODO SOL-GEL

Marilza Sampaio Aguilar
José Brant de Campos
Marcelo Vitor Ferreira Machado
Francisco José Moura
Suzana Bottega Peripolli
Vitor Santos Ramos
Adilson Claudio Quizunda
Marla Karolyne dos Santos Horta

DOI 10.22533/at.ed.4491904046

CAPÍTULO 7 63

ESTUDO DA VELOCIDADE DE ADIÇÃO DOS REAGENTES NA SÍNTESE DE HIDROXIAPATITA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCAS DE OVOS DE GALINHA COMO PRECURSORES

Marilza Sampaio Aguilar
José Brant de Campos
Marcelo Vitor Ferreira Machado
Francisco José Moura
Suzana Bottega Peripolli
Vitor Santos Ramos
Adilson Claudio Quizunda
Marla Karolyne dos Santos Horta

DOI 10.22533/at.ed.4491904047

CAPÍTULO 8 70

MEDIDAS DE MICRODUREZA VICKERS EM HIDROXIAPATITA SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO A CASCA DO OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR

Marilza Sampaio Aguilar
José Brant de Campos
Marcelo Vitor Ferreira Machado
Francisco José Moura
Suzana Bottega Peripolli
Vitor Santos Ramos
Adilson Claudio Quizunda
Marla Karolyne dos Santos Horta

DOI 10.22533/at.ed.4491904048

CAPÍTULO 9 86

ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL DE CORROSÃO DE ARMADURAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS ÀS AÇÕES DE CLORETOS E DE CARBONATAÇÃO

Wanessa Souza de Lima
Marcelo Lima Silva
Fuad Carlos Zarzar Júnior
Romilde Almeida de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4491904049

CAPÍTULO 10 105

ANÁLISE DA CORROSÃO DE BARRAS NO CONCRETO ARMADO E PREVISÃO DE VIDA ÚTIL POR MEIO DE MODELO COMPUTACIONAL

Wanessa Souza de Lima
Romilde Almeida de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.44919040410

CAPÍTULO 11	124
ARGAMASSAS DE REJUNTE EXPOSTAS AOS CICLOS DE MOLHAGEM E SECAGEM	
Valéria Costa de Oliveira	
Emílio Gabriel Freire dos Santos	
Rafael Alves de Oliveira	
Júlia Silva Maia	
DOI 10.22533/at.ed.44919040411	
CAPÍTULO 12	136
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO (CAD) QUANDO SUBMETIDO A TEMPERATURAS ELEVADAS	
Klayne Kattiley dos Santos Silva	
Amâncio da Cruz Filgueira Filho	
Emerson Fernandes da Silva Alves	
Fernando Artur Nogueira Silva	
DOI 10.22533/at.ed.44919040413	
CAPÍTULO 13	151
COMPORTAMENTO DO CONCRETO EM RELAÇÃO AO ATAQUE QUÍMICO POR SULFATOS	
Amanda Gabriela Dias Maranhão	
Fuad Carlos Zarzar Júnior	
Romilde Almeida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.44919040414	
CAPÍTULO 14	162
DURABILIDADE DE ESTRUTURAS CIMENTÍCIAS SUBMETIDAS A ATAQUES DE ÍONS SULFATOS	
Artur Buarque Luna Silva	
Fuad Carlos Zarzar Júnior	
Romilde Almeida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.44919040415	
CAPÍTULO 15	170
SUGARCANE BAGASSE ASH INTO SILICON PRODUCTS	
Angel Fidel Vilche Pena	
Agda Eunice de Souza	
Silvio Rainho Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.44919040416	
CAPÍTULO 16	177
ENSAIO NÃO DESTRUTIVO BASEADO NA INTERAÇÃO DE LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO PARA O ACOMPANHAMENTO DA PERDA DE MASSA EM MATERIAIS METÁLICOS	
David Domingos Soares da Silva	
Franklin Lacerda de Araújo Fonseca Júnior	
Alysson Domingos Silvestre	
DOI 10.22533/at.ed.44919040417	
CAPÍTULO 17	183
ANÁLISE TÉCNICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA SOLAR RESIDENCIAL OFF-GRID NA ZONA URBANA DE FORTALEZA-CE	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva	
Cauli Guray Melo Freitas	
Fellipe Souto Soares	
Douglas Aurélio Carvalho Costa	

Obed Leite Vieira

DOI 10.22533/at.ed.44919040418

CAPÍTULO 18 197

RECREIAÇÃO DO EXPERIMENTO DE HERTZ

Camila Alice Silva Santos

Cláudia Timóteo de Oliveira Rufino

Denikson Figueiredo de Vasconcelos

Ericveiber Lima Dias Clemente

Gustavo Henrique Mathias de Lima

DOI 10.22533/at.ed.44919040419

CAPÍTULO 19 205

UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE SOLDAGEM PARA CONTROLE DO NÍVEL DE PLANICIDADE DE UM ITEM SOLDADO UTILIZADO EM UM EQUIPAMENTO AGRÍCOLA

Alex Sandro Fausto dos Santos

Eduardo Carlos Mota

DOI 10.22533/at.ed.44919040420

SOBRE A ORGANIZADORA 219

“VIABILIDADE DO USO DE CASCAS DE OVOS NA SÍNTESE DA HIDROXIAPATITA UTILIZANDO O MÉTODO SOL-GEL

Marilza Sampaio Aguiar

Universidade Estácio de Sá, Departamento de Engenharia.

Rio de Janeiro, RJ.

José Brant de Campos

Universidade do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.

Rio de Janeiro, RJ.

Marcelo Vitor Ferreira Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Rio de Janeiro, RJ.

Francisco José Moura

Pontifícia universidade Católica, Departamento de Engenharia Química e de Materiais.

Rio de Janeiro, RJ.

Suzana Bottega Peripolli

Universidade do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.

Rio de Janeiro, RJ.

Vitor Santos Ramos

Universidade do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.

Rio de Janeiro, RJ.

Adilson Claudio Quizunda

Universidade do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.

Rio de Janeiro, RJ.

Marla Karolyne dos Santos Horta

Pontifícia universidade Católica, Departamento de Engenharia Química e de Materiais.

Rio de Janeiro, RJ.

RESUMO: Este trabalho descreve a síntese de hidroxiapatita a partir de carbonato de cálcio a partir de materiais orgânicos, como cascas de ovo. Nas sínteses realizadas, utilizou-se a origem biológica do carbonato de cálcio como precursor e, por reação de precipitação com ácido fosfórico, foi convertido em hidróxido de cálcio. Sequencialmente, o precipitado foi envelhecido, filtrado, lavado, seco e calcinado, e depois transformado em hidroxiapatite. A caracterização dos pós produzidos foi realizada por DRX (difração de raios X), BET (Brunauer, Emmett, Teller - visa explicar a adsorção física de moléculas de gás em uma superfície sólida) e MEV (microscopia eletrônica de varredura). A técnica de XRD determinada como uma fase atual de fosfato de cálcio de hidroxiapatita. SEM revelou uma morfologia de partículas finamente divididas. O método BET permitiu o cálculo da área específica e volume de microporos que foram consistentes com a literatura. Os resultados das caracterizações mostraram ser viável a utilização de materiais orgânicos para obtenção de hidroxiapatita conforme as reações realizadas.

PALAVRAS-CHAVE: hidroxiapatita, sol-gel, materiais biológicos.

ABSTRACT: This work describes the synthesis of hydroxyapatite from calcium carbonate from organic materials such as eggshells. In

the syntheses performed, the biological origin of calcium carbonate was used as the precursor and through a precipitation reaction with phosphoric acid, was converted into calcium hydroxide. Sequentially, the precipitate was aged, filtered, washed, dried and calcined, and then transformed into hydroxyapatite. The characterization of the produced powders were performed by XRD (X-ray diffraction), BET (Brunauer, Emmett, Teller - aims to explain the physical adsorption of gas molecules on a solid surface) and SEM (scanning electron microscopy). The XRD technique determined as a present hydroxyapatite calcium phosphate phase. SEM revealed a morphology of finely divided particles. The BET method it allowed the calculation of the specific area and volume of micropores that were consistent with the literature. The results of the characterizations proved feasible to use organic materials for obtaining hydroxyapatite as the reactions performed.

KEYWORDS: hydroxyapatite, sol-gel, biological materials.

1 | INTRODUÇÃO

Apatita é um termo geral que é usado para minerais cristalinos que se apresentam da seguinte maneira: $M_{10} (ZO_4)_6X_2$ onde posições M, Z e X são provavelmente ocupadas por vários produtos químicos metálicos e não metálicos, que promovem diferentes propriedades de acordo com suas características químicas [1,2]. Apatita é a definição de uma família de compostos que possuem estruturas semelhantes, mas não necessariamente, substâncias similares [3].

A forma mais comum é a apatita de cálcio $Ca_{10} (PO_4)_6X_2$. Quando X é igual a (OH^-) , a hidroxiapatita é formada na sua forma estequiométrica [4].

O hidróxido-apatita ou hidroxiapatita (HAP) é um fosfato de cálcio cerâmico [5], cuja identificação e uso estão fortemente relacionados à relação de átomos de Ca / P. Sua forma é estequiométrica $Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2$ com uma relação Ca / P é igual a 1,67. No entanto, razões próximas de 1,5 podem estar relacionadas com composições estáveis [2]. A hidroxiapatita é classificada em função da relação molar Ca / P, variando de 0,5 a 2,06, sendo influenciada pelo método utilizado em sua síntese e também pela síntese realizada em tratamento adicional [7].

As apatitas também são classificadas como biológicas e sintéticas. Apatitas biológicas, hidroxiapatita de cálcio, são vistas como deficientes em cálcio, não carbonos estequiométricos, impuros ou contendo apatita [1].

Eles estão contidos na fase mineral dos tecidos calcificados, como esmalte e osso [8]. Já a hidroxiapatita sintética é um material inorgânico utilizado em defeitos ósseos e como parte da fase mineral dos tecidos calcificados.

Nos últimos anos, os compostos derivados do fosfato de cálcio, em particular a hidroxiapatita, têm sido objeto de investigação intensiva como material de implante, como sistema de cobertura de superfícies de estruturas de aço, como catalisadores de catalisadores, fertilizantes e tratamento de água [1-8]. Esta diversidade de aplicações

para fazer extensa pesquisa objeto é o desenvolvimento de novos materiais ou melhorar sua tecnologia de fabricação.

Geralmente, os métodos de síntese das hidroxiapatitas são divididos de acordo com a temperatura em que foram realizados. A síntese é realizada em altas temperaturas utilizando reações em estado sólido e produz hidroxiapatitas com alta pureza, ordem cristalina e baixas áreas específicas. A síntese é realizada a baixas temperaturas usando técnicas de coprecipitação em solução aquosa para hidrólise e o envelhecimento do precursor pode produzir materiais não estequiométricos com baixa cristalinidade e áreas específicas mais altas [4]. Assim, é importante notar que a composição e o tamanho de partícula da apatita, antes das temperaturas de sinterização e calcinação, afetam o tipo e a quantidade de fases de fosfato de cálcio obtidas juntamente com a fase de hidroxiapatita [9].

Assim, vários métodos de síntese de hidroxiapatita têm sido estudados, como precipitação, técnica hidrotérmica, método de fluxo, eletrocristalização, pirólise, liofilização, irradiação de microondas e sol-gel [10-16].

Na técnica de sol-gel, os géis poliméricos são preparados a maior parte do tempo a partir de soluções. Estas soluções promovem as reações de hidrólise e a condensação dos precursores com a finalidade de formação de partículas coloidais, chamadas solares e posterior formação de uma rede tridimensional. Estas redes podem fornecer uma estrutura rígida de partículas coloidais (gel coloidal) ou cadeias poliméricas (gel de polímero) que imobilizam a fase líquida nos interstícios.

O método sol-gel é um dos melhores métodos de síntese de hidroxiapatita para permitir uma mistura no nível molecular de precursores de cálcio e fósforo. Também induz a formação de hidroxiapatita de alta pureza e homogeneidade usando baixas temperaturas de processamento e a produção de partículas nanométricas. A maior razão de volume de área superficial das partículas nanométricas promove uma melhor osseointegração e isso leva a uma melhor resposta celular [17].

Neste método, a avaliação dos parâmetros de síntese utilizados é muito importante. A presença de variações de parâmetros como o tipo de precursor, temperatura, agitação, pH da solução e tempo de envelhecimento, temperatura de síntese e calcinação e tempo de secagem dos produtos calcinados, entre outros parâmetros de reação, são responsáveis pela formação de diferentes fases finais com hidroxiapatita. [9]

2 | METODOLOGIA

Pós de hidroxiapatita foram sintetizados por conchas como precursores de carbonato de cálcio.

Os procedimentos utilizados para sinterização foram:

- Lavar com água as cascas para remover todos os resíduos e impurezas

presentes;

- Tratamento térmico através de forno 1273 Kelvin por 2 horas para remoção de materiais orgânicos presentes no material biológico;
- Após calcinação, que resulta em óxido de cálcio (CaO), o produto é deixado sob agitação em água deionizada para ser convertida em Ca(OH)_2 ;
- Adição de ácido fosfórico (H_3PO_4) e hidróxido de amônio NH_4OH mantendo o pH entre 9,0 a 11,0.
- A reação é mantida sobre agitação e aquecimento e após liberar toda a água chega-se à hidroxiapatita como produto final.
- O precipitado é filtrado, lavado com água deionizada com a finalidade de remoção de qualquer produto de reação. A hidroxiapatita verde é seca em estufa por 12h.
- O último passo da síntese consiste na calcinação, para proporcionar uma melhor cristalização da hidroxiapatita, nas temperaturas de calcinação de 1073, 1273 e 1373 Kelvin.

Para caracterizar os compostos gerados este trabalho aplicou quatro técnicas analíticas: Difração de Raios X (DRX), a fim de obter a informação cristalográfica do sólido formado; Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), que caracteriza a morfologia das partículas através de imagens e também fornece na identificação e quantificação básica de amostras por Raios X de Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS); e o método de Brunauer, Emmett e Teller (BET), que descreve a adsorção física de moléculas de gás em uma superfície sólida e serve como base para determinar a área superficial específica de um material.

A determinação das fases da hidroxiapatita foi realizada pela técnica de DRX, onde as medidas foram realizadas com amostras em pó, utilizando um difratômetro XPERT PRO PANalytical com ânodo de cobre (Cu), e realizado um escaneamento 2Teta (10-100) ° com passo 0,05 e tempo de coleta de 100 segundos por etapa. Foi aplicado à metodologia Rietveld para cálculos quantitativos utilizando o software TOPAS Academic, versão 4.1.

As análises de Espectrometria de Raios-X por Energia Dispersiva (EDS) e Microscopia Eletrônica de Varredura (SEM) foram obtidas usando o microscópio JEOL JSM 6510 LV usando aceleração de 10:15 kV.

A determinação da área superficial foi realizada com pré-tratamento 573 Kelvin sob vácuo por 12h com equipamento Micromeritics ASAP 2000.

3 | RESULTADOS

O resultado de DRX obtido pelo ajuste quantitativo das fases pelo método de Rietveld pode ser visto nas figuras 1, 2 e 3 a seguir, onde a linha azul do difratograma é o resultado experimental, a linha vermelha ajustada e a linha cinza representa o resíduo (diferença entre experimental e ajustada).

Analisando os resultados, observa-se que a temperatura de calcinação altera a fase obtida na síntese. Ocorre um aumento significativo na porcentagem de hidroxiapatita sintetizada quando a temperatura é aumentada de 1073 para 1273K. Esse aumento percentual torna-se discreto com um aumento subsequente para 1373K.

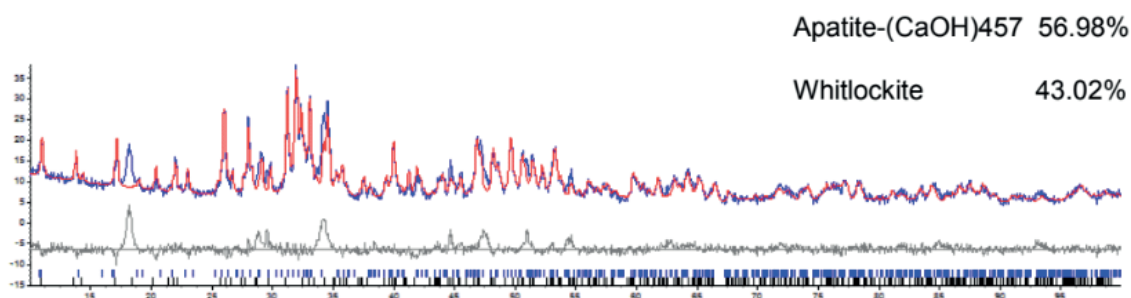


Figura 1: Padrões de DRX da amostra calcinada a 1073K.

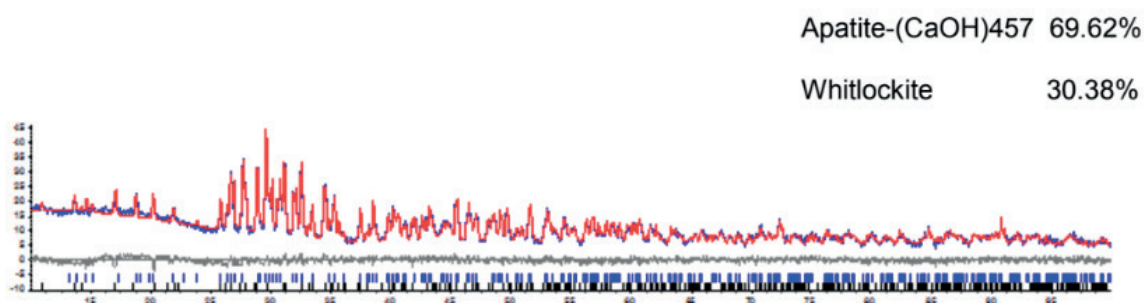


Figura 2: Padrões de DRX da amostra calcinada a 1273K.

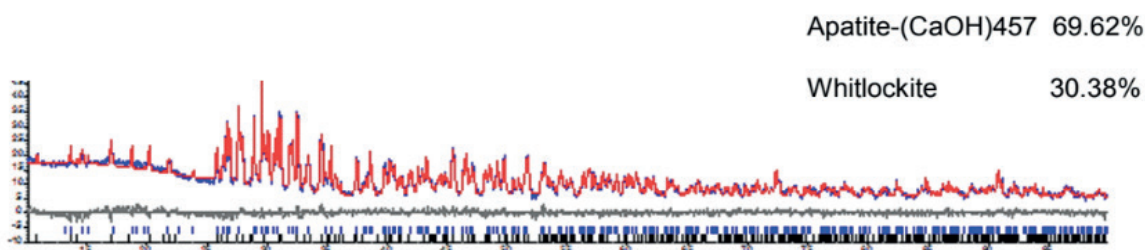
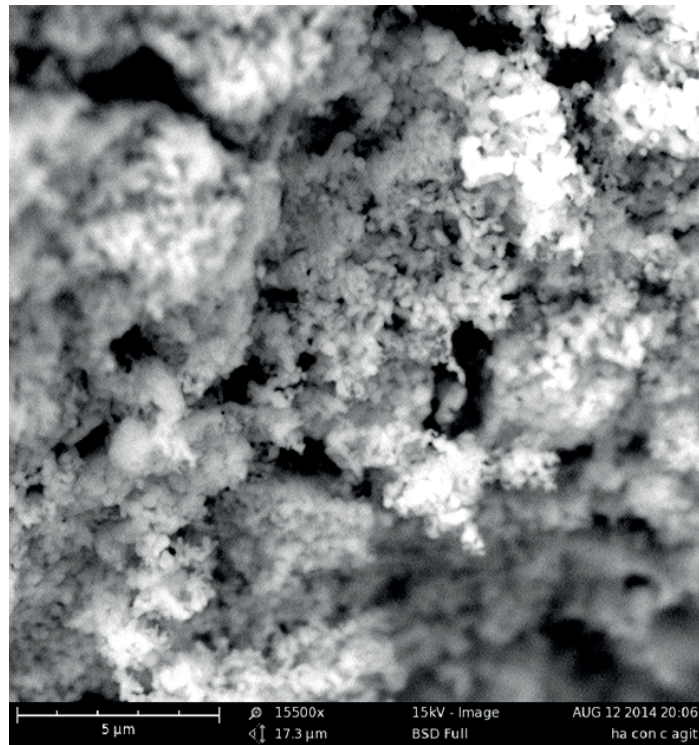
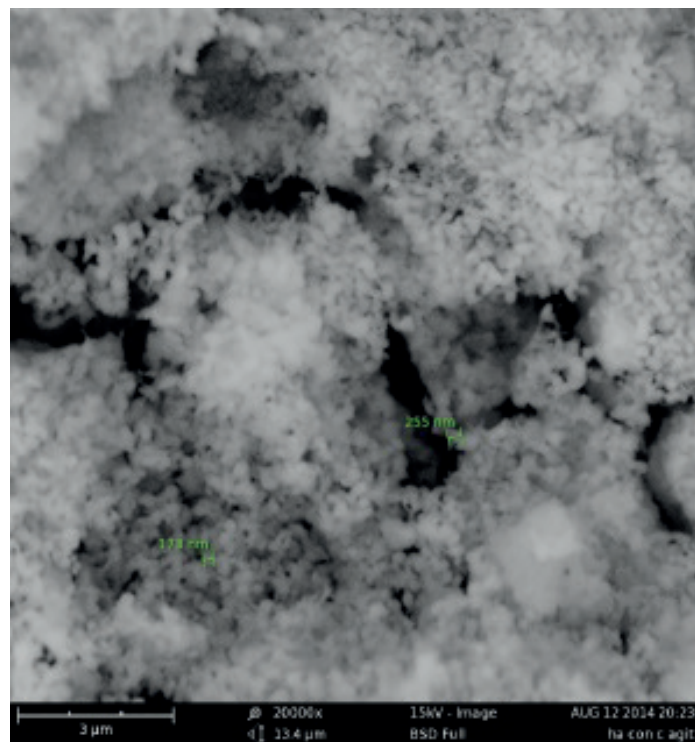


Figura 3: Padrões de DRX da amostra calcinada a 1373K.

As morfologias dos pós-obtidas após a calcinação são mostradas na Figura 4,



a) 15500X

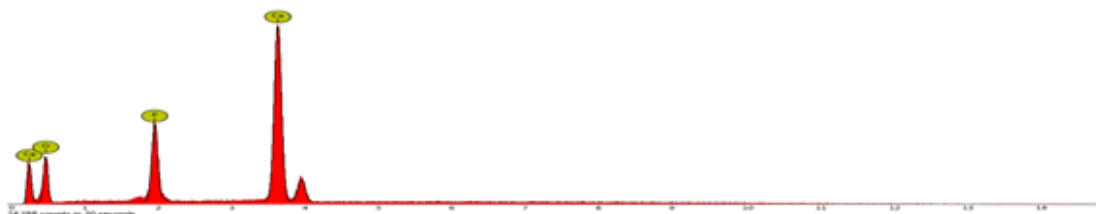


b) 20000x.

Figura 4: microscopia eletrônica de varredura em incrementos de 15500X e 20000X:

As micrografias mostram que as partículas de hidroxiapatita obtidas são agrupadas, o que corrobora a literatura, porque as partículas menores (200nm) tendem a se aglomerar.

A análise EDS mostra que as amostras são basicamente compostas de cálcio, fósforo e oxigênio, o que está de acordo com os elementos que ocorrem naturalmente na literatura de hidroxiapatitas sintéticas, como mostrado na figura a seguir:



Element Number	Element Symbol	Element Name	Confidence	Concentration	Error
20	Ca	Calcium	100.0	30.7	0.7
15	P	Phosphorus	100.0	11.0	1.2
8	O	Oxygen	100.0	58.3	1.7

Figura 5: Análise de EDS

Os resultados das análises mostraram uma redução na área específica de BET e o volume de poros de acordo com o aumento da temperatura de tratamento térmico utilizada, como pode ser visto na Tabela 1.

Temperature calcination	A (m ² /g)	V (cm ³ /g)
No calcination	60	0.0035
1073 K	13	0.0025
1273 K	5	0.001
1327 K	3	0.007

Tabela 1 - Variações da Área Específica de BET (A) e volume de microporos (V) das amostras de acordo com a temperatura de calcinação.

Os resultados mostram que existe uma estreita relação entre as condições de tratamento térmico e as características texturais da hidroxiapatita. A acentuada diminuição da área superficial e do volume de poros com a temperatura de calcinação deve estar relacionada ao material de sinterização, ao crescimento dos cristais e ao colapso dos microporos.

4 | CONCLUSÃO

A investigação dessa rota química para obtenção de hidroxiapatita a partir de materiais biológicos como cascas de ovos, mostrou-se viável para a via de reação investigada, pois, de acordo com os métodos de caracterização utilizados, a hidroxiapatita foi obtida, embora não como fosfato de cálcio monofásico. Houve também uma forte influência da temperatura de calcinação nas duas fases obtidas quanto às propriedades texturais dos pós.

REFERÊNCIAS

- VOLKMER, T. M.; **Obtenção e caracterização de hidroxiapatita porosa pelo método gel casting de espuma para uso como implantes**. 2006. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MAVROPOULOS, E. ; **Hidroxiapatita como removedora de chumbo**. 1999. 126 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz; Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, V.; **Abrasividade pendular e a resistência mecânica das rochas**. 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Universidade de São Paulo; São Paulo.
- SOUZA, T. S. O.; **Síntese e caracterização da hidroxiapatita, uma revisão da literatura**. 2012. 38 p. Monografia – Colegiado de Ciências Biológicas e da Saúde - Universidade Estadual da Zona Oeste; Rio de Janeiro.
- SANTOS, M.L.; FLORENTINO, A.O.; SAEKI, M.J.; APARECIDA, A.H.; FOOK, Lia M.V.; GUASTALDI, A.C. Síntese de hidroxiapatita pelo método sol-gel utilizando precursores alternativos: nitrato de cálcio e ácido fosfórico, **Eclét. Quím. vol.30 no.3 São Paulo July/Sept. 2005**.
- OLIVEIRA, S.V.; MEDEIROS, K.M.; ARAUJO, E.P.; BRAGA, C.R.C.; ARAUJO, E. M.; FOOK, M.V. L. Caracterização química e morfológica do pirofosfato de cálcio obtido por via úmida; **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Vol. 4, No 3 (2009). Disponível em: <http://cct.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/108> acesso em 12 de agosto de 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** <http://cct.ufcg.edu.br/revista/index.php/REMAP/article/view/105/123> acesso em 12 de agosto de 2014.
- CAMILO, C. C.; **Escafolde para implantes ósseos em alumina/hidroxiapatita/biovidro: análises mecânicas e in vitro**. 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade De São Paulo; São Carlos, 2006.
- TROMMER, R; M; **Obtenção e caracterização de revestimentos de hidroxiapatita sobre substratos de aço inoxidável 316 L utilizando a técnica de deposição química de vapor assistida por chama**. 2006. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- GUASTALDI, A.C., APARECIDA, A.H., Fosfatos de cálcio de interesse biológico: importância como biomateriais, propriedades e métodos de obtenção de recobrimentos, **Química Nova**, **33**, **6**, **1352-1358**, (2010).
- . OLIVEIRA, M. A. R., PARIS, RIBEIRO, E. C., C., Avaliação do potencial de uso da hidroxiapatita para fertilização de solos, **Química Nova**, **Vol. XY**, **No. 00**, **1-3**, (2013).
- BARAT, R., SERRALTA, J., RUANO, M. V., JIMÉNEZ, E., RIBES, J., SECO, A.; FERRER, J., Biological Nutrient Removal Model No. 2 (BNRÍV2): a general model for wastewater treatment plants, **Science & Technology** | **67.7** | (2013).
- SALATI, G. M., SANTOS M. F.; PARIS, E. C.; Avaliação de hidroxiapatita nanoestruturada como catalisador para a degradação de atrazina, **Anais da Jornada Científica – Embrapa**, São Carlos, São Paulo, (2011).
- SATO, A.G., PARIS, E.C., BUENO, J.M.C., ANDRE, R. S., SILVA; E. L., acesso em outubro de 2013.

Disponível em <http://www.patentesonline.com.br/processo-de-prepara-o-de-catalisadores-de-cobre-suportado-em-hidroxiapatita-e-sua-284441.html>.

SCHRANCK, H.S.C., LINDINO, C.A., C.F. Bataloto, Hidroxiapatita dopada como catalisador na remediação ambiental, **Anais do 53º Congresso Brasileiro de Química**, Rio de Janeiro, RJ (2013).

NATARAJAN, U. V.; RAJESWARI, S. Influence of calcium precursors on the morphology and crystallinity of sol–gel-derived hydroxyapatite nanoparticles. **Journal of Crystal Growth**, v. 310, p.4601–4611. 2008.

DUARTE, J. M.; BALESTRA, R. M.; MOREIRA, A. C. C., NASCIMENTO, S. F., OLIVEIRA, M. V.; MONTEIRO, M. M.; Comparison of sol-gel routes for synthesis of calcium phosphates. **Anais 20º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, Joinville, SC, Brasil.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-244-9

