

THE  
GREAT  
WORLD  
OF

# NANOTECHNOLOGY

**Marcos Augusto de Lima Nobre**  
(Organizador)



**EDITORA  
ARTEMIS**  
2020

THE  
GREAT  
WORLD  
OF  
**NANOTECHNOLOGY**

**Marcos Augusto de Lima Nobre**  
**(Organizador)**

 **EDITORA  
ARTEMIS**  
2020

2020 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis  
**Edição de Arte:** Bruna Bejarano  
**Diagramação:** Helber Pagani de Souza  
**Revisão:** Os autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*.  
Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

**Editora Chefe:**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora Executiva:**

Viviane Carvalho Mocellin

**Organizador:**

Marcos Augusto de Lima Nobre

**Bibliotecário:**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College, USA

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia

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

G786 The great world of nanotechnology / Organizador Marcos Augusto Lima Nobre. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
Edição bilíngue  
ISBN 978-65-87396-17-0  
DOI: 10.37572/EdArt\_170251020

1. Nanociência. 2. Nanotecnologia. I. Nobre, Marcos Augusto Lima.

CDD 620.5

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



## APRESENTAÇÃO

O mundo em escala dos nanômetros tem-se mostrado cada vez mais presente no cotidiano. Em qualquer área encaixamos o nano, e muitas palavras têm sido criadas com o prefixo nano. Algo que exiba uma de suas dimensões na escala de um bilionésimo de metro pertence a este universo, que de forma gradual tem alcançado a ciência e a tecnologia. A nanociência e nanotecnologia têm modificado tintas, tecidos, metais, cerâmicas, polímeros a compreensão dos minérios e minerais, por fim criando a necessidade de cursos para otimizar a compreensão de seus conceitos aplicados a engenharia, a medicina e áreas correlatas. O mundo dos “nano” tem alcançado as ligas metálicas, os argilominerais, o ensino aplicado, a mecânicas dos fluidos e pós cerâmicos funcionais com partículas com tão baixa densidade que podem ser consideradas apenas casca. Cada um destes tópicos está sendo desenvolvido neste exato momento para ganharmos durabilidade, novos materiais mais fortes, mas com menos peso, novas técnicas de ensino para conceitos novos e inovadores, transporte mais eficiente de combustíveis e biocombustíveis em linhas e dutos cada vez menores e pós nanométricos funcionais capazes de acelerar reações químicas. Este livro traz um conjunto de textos abordando diversos aspectos dos conceitos materiais em escala dos nanômetros.

Desejo a todos uma excelente leitura!!

Marcos Augusto de Lima Nobre

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO COMPOSTO INTERMETÁLICO TERMOELÉTRICO TINISN	
Ernest Pedroza Araujo Silva	
Daniela Menegon Triches	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510201</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
MICROSTRUCTURAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATIONS OF A CLAY MINERAL FROM THE SOUTHWEST REGION OF THE BRAZILIAN STATE OF SÃO PAULO FOR APPLICATION IN NANOCOMPOSITES	
Delia do Carmo Vieira	
Felipe Ferreira Lopes	
Rebeca Abreu Nascimento	
Alessandra Stevanato	
Elisângela Corradini	
Janksyn Bertozzi	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510202</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF DISTANCED LEARNING STRATEGIES FOR NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY SUBJECTS APPLIED TO HEALTH SCIENCES	
Jackeline Neres Bellucci	
Felipe Silva Bellucci	
Gilberto Lacerda Santos	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510203</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS NANOESTRUTURADAS OCAS	
Marcos Augusto Lima Nobre	
Felipe Silva Bellucci	
Silvania Lanfredi	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510204</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
EFEITOS DE NANOESTRUTURAS DE GRAFITE SOBRE A VISCOSIDADE DE BLENDA DIESEL-S10 E BIODIESEL	
Túlio Begena Araújo	
Marcos Augusto Lima Nobre	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510205</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
FENÔMENO DE CONTORNO DE NANOGRÃO EM MICROESTRUTURAS NANOMÉTRICAS CERÂMICAS	
Marcos Augusto Lima Nobre Silvania Lanfredi	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510206</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
SÍNTESE DE NANOCOMPÓSITO CERÂMICO DE ZIRCÔNIA-HIDROXIAPATITA	
Carolina Cury Lopes Fabiana Barbara Piveta Flores Fabíola Stahlke Prado Ana Júlia Machado Merino Alejandra Hortencia Miranda González	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1702510207</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>80</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>81</b>

## SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS NANOESTRUTURADAS OCAS

*Data de submissão: 25/07/2020*

*Data de aceite: 18/10/2020*

### **Marcos Augusto Lima Nobre**

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Departamento de Física, Presidente Prudente – SP,  
<http://orcid.org/0000-0003-4843-3975>

### **Felipe Silva Bellucci**

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)  
Brasília, Distrito Federal (DF), Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5606324184113459>

### **Silvania Lanfredi**

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Departamento de Química e Bioquímica, Presidente Prudente – SP  
<http://lattes.cnpq.br/0239752189917951>

**RESUMO:** Uma parte da nanotecnologia é função da síntese de novos materiais com partículas em escala nanométrica. Nanopartículas podem unir-se de forma química formando nanoestruturas. Se a nanoestrutura permanece no intervalo de 1 a 100 nm, têm-se nanopartículas nanoestruturadas. Tais nanoestruturas podem ser ocas, baixa densidade, como função do material e método de preparação, como alguns titanatos sintetizados pelo método de spray

pirólise. As variáveis que afetam a preparação de nanoestruturas ocas de titanato de cálcio são analisadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanotecnologia, nanoestruturas, nanopartículas nanoestruturadas, nanopartículas ocas.

### CHEMICAL SYNTHESIS OF HOLLOW NANOSTRUCTURED NANOPARTICLES

**ABSTRACT:** A part of the nanotechnology is function of both method of synthesis and type of oxide materials with size particle belong to nanometric scale. Nanoparticles can be joined in a chemical way resulting in the nanostructures. Such nanoparticles nanostructured can reach low density material due mass distribution in a shell type structure with hollow characteristic, which are function of the synthesis method and compound, as example calcium titanate synthesized by Spray Pyrolysis method. The variables that affect the preparation de hollow nanostructured nanoparticles of calcium titanate are analyzed.

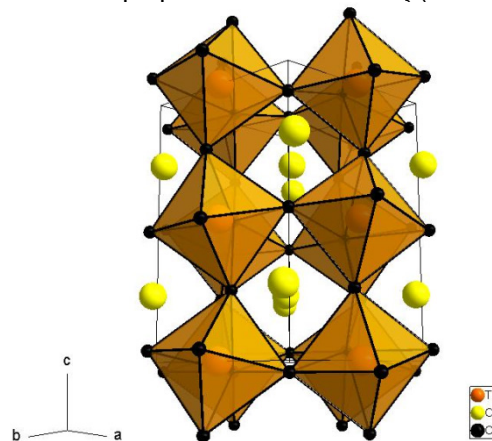
**KEYWORDS:** Nanotechnology, nanostructures, nanostructured nanoparticles, hollow nanoparticles.



## 1 . INTRODUÇÃO

Os nanomateriais têm atraído atenção da área acadêmica, industrial e governamental, devido às suas excelentes propriedades elétricas, ópticas, magnéticas, catalíticas e fotocatalíticas, além do potencial disruptivo e de agregação de valor tecnológico e econômico. Dentre os nanomateriais, destaca-se aqueles de estrutura perovskita, os quais têm atraído a atenção devido grande potencial e diversidade de suas propriedades físicas e químicas, além da capacidade em acomodar uma variedade de íons de diferentes valências nos sítios A e B. A estrutura perovskita simples é representada pela estequiometria  $ABO_3$ , sendo A um cátion de tamanho grande e coordenado por 12 íons de oxigênio, enquanto B é um cátion de tamanho menor, coordenado por 6 íons de oxigênio, como mostrado na Figura 1.

**Figura 1.** Estrutura do tipo perovskita do  $CaTiO_3$  (Lanfredi et al., 2017).



Compostos de estrutura perovskita são versáteis, capazes de originar uma grande família de sólidos. Estes compostos foram inicialmente estudados devido às suas propriedades físicas como: semicondutoras, ferroelétricas, dielétricas, piroelétricas, piezoelétricas, além de serem multiferróicos, podendo ser utilizados em áreas de telecomunicações, na região de micro-ondas e satélites (Davies et al., 1997). As propriedades dielétricas/ferroelétricas (dielétrico não lineares) e semicondutoras exibem um maior potencial de aplicação envolvendo dispositivos como sensores, atuadores, memórias, transdutores, filtros e capacitores (Koduri Lopez, 2008). Ainda, compostos de estrutura perovskita têm sido utilizados como catalisadores para decomposição direta de NO e CO (Tanabe e Assaf, 2006), catalisadores para combustão de fuligem diesel (Ura et al., 2011) e na síntese de biodiesel (Suarez et al., 2011). Dentre a classe de óxidos da estrutura perovskita, destaca-se o  $CaTiO_3$ . O titanato de cálcio é um importante material, o qual é usado como base para a obtenção de novos materiais em muitos campos de pesquisa (Lee et al., 2005; Wang et al., 2005). No entanto, fatores como o processamento, estequiometria, homogeneidade química e textura podem influenciar nas suas propriedades. Assim, o controle da síntese de nanomateriais, com novas morfologias, tem recebido muita atenção.

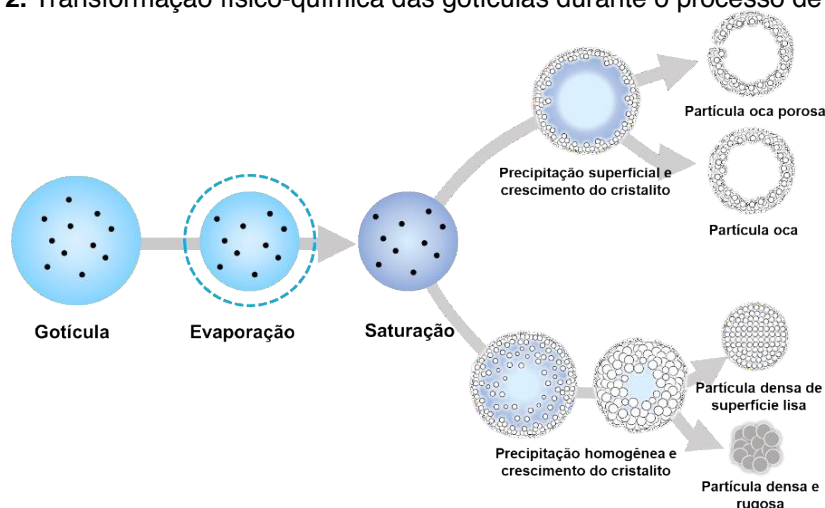
Neste trabalho, um conjunto de materiais nanométricos, baseados na estrutura hospedeira do  $\text{CaTiO}_3$ , foi sintetizado pelo método de spray pirólise. Este método permitiu obter esferas ocas nanoestruturadas com alta reprodutibilidade química e estrutural. Partículas ocas têm sido aplicadas em vários campos, sendo utilizadas na administração de medicamentos (Liu et al., 2010), como catalisadores (Arai et al., 2008) e em baterias recarregáveis (Wang et al., 2012). Devido à sua alta área superficial e porosidade, as partículas esféricas ocas receberam grande atenção na catálise. Esses materiais, com a fórmula  $\text{Ca}_{1-x}\text{K}_x\text{TiCu}_{x/2}\text{O}_3$ , onde  $x = 0, 0,2$  e  $0,3$ , foram estudados como catalisadores heterogêneos promissores na reação de transesterificação para a produção de biodiesel pela rota etílica.

## 2 . SÍNTESE DOS PÓS DE TITANATOS PELO MÉTODO DE SPRAY PIRÓLISE

O método de spray pirólise consiste na pirólise de um aerossol produzida por pulverização ultrassônica. A nebulização da solução precursora ocorre por meio da vibração ultrassônica de uma pastilha piezoelétrica direcionada a uma interface gás-líquida, cuja altura da fonte de água quente é em função da intensidade acústica. O comprimento de onda da vibração é dependente da frequência de ultrassom e das características da solução precursora (Rayleigh, 1945). O diâmetro das gotículas, formadas no processo, podem ser relacionadas com a frequência e a densidade da solução precursora. A solução, contendo os sais precursores, é atomizada e o aerossol formado é transportado pelo gás de arraste para a zona de pirólise. O processo de pirólise inicial consiste na evaporação do solvente na superfície da gotícula e saturação da solução no núcleo, resultando na precipitação do óxido na superfície. A precipitação poderá ser homogênea, com a formação de partículas densas, ou heterogênea, com a formação de partículas ocas.

A formação de partículas ocas é devido a uma pressão interna, gerada pelos gases provenientes da decomposição da solução remanescente, no interior do sistema partícula/gotícula (Cho et al., 2014). A representação do processo, desde a formação da gotícula até a etapa no qual são obtidas as partículas ocas ou densas, é ilustrado na Figura 2.

**Figura 2.** Transformação físico-química das gotículas durante o processo de pirólise.



Fonte. Autoria própria.

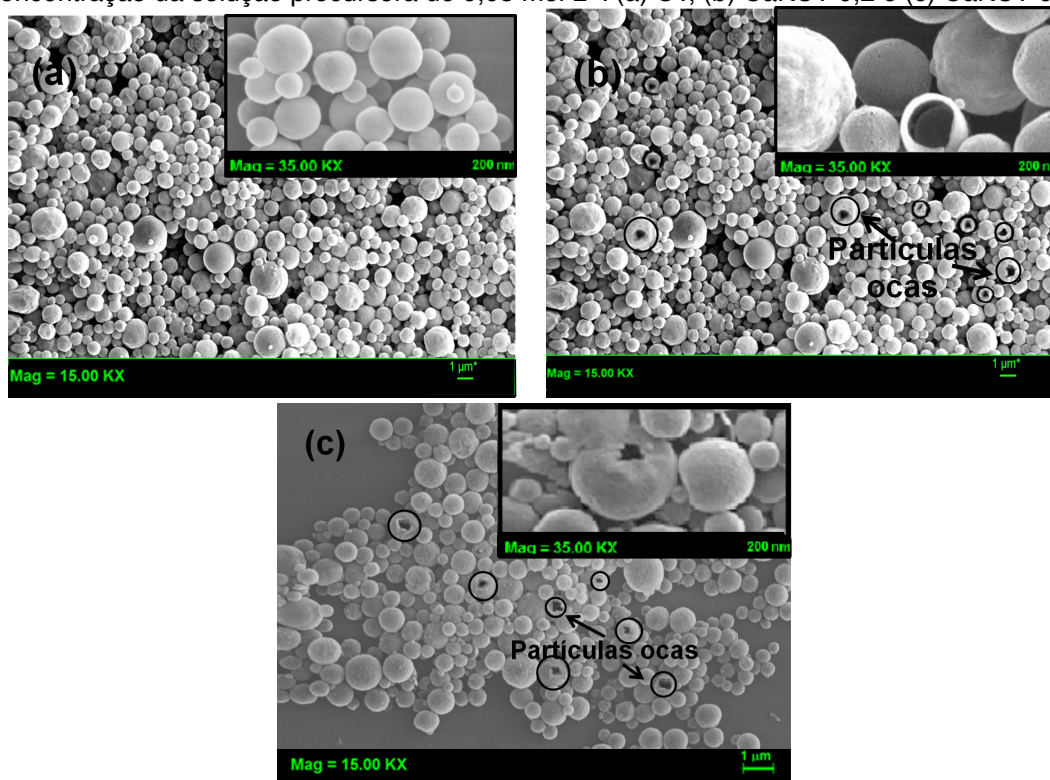
A síntese, por spray pirólise, de novos compostos, baseados em titanato de cálcio (CT) e titanato de cálcio dopado com cátions de cobre e potássio,  $\text{Ca}_{1-x}\text{K}_x\text{Cu}_x\text{TiO}_3$  (CaKCT-x), onde  $x = 0,2$  e  $0,3$ , denominadas de CaKCT-0,2 e CaKCT-03, respectivamente, foram otimizadas variando-se a concentração da solução precursora e a temperatura do forno, mantendo fixas a velocidade do fluxo de ar e a frequência de vibração do ultrassom. As soluções precursoras foram preparadas a partir da mistura estequiométrica de isopropóxido de titânio ( $\text{Ti}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_4$ , 97% Aldrich) com ácido cítrico monohidratado, ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 99.5% Nuclear) e nitrato de cálcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 99.0% Reagen). A solução de titânio foi preparada a partir da reação de ácido cítrico e isopropóxido de titânio na razão molar 3:1 com aquecimento a  $70^\circ\text{C}$ . As concentrações investigadas foram  $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ ,  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  e  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . As soluções foram atomizadas por um gerador de ultrassom a alta frequência (1,7 Mhz). O aerosol gerado foi transportado para um forno tubular de 60 mm em diâmetro e 1000 mm de comprimento, usando um gás de arraste constituído de  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$  com velocidade de fluxo  $3 \text{ L.mim}^{-1}$ . O forno foi programado para as temperaturas entre  $750^\circ\text{C}$  e  $850^\circ\text{C}$ . Diferentes experimentos foram realizados a fim de quantificar a influência dos parâmetros como a concentração da solução precursora e a temperatura do forno.

### 3 . ANÁLISE DA MORFOLOGIA DOS PÓS

Uma análise da morfologia dos pós de CT, CaKCT-0,2 e CaKCT-0,3, em função de alguns parâmetros de processamento, foi realizada a partir da Microscopia Electrónica de Varredura (MEV) e da Microscopia Electrónica de Transmissão (MET).

A Figura 3 mostra as micrografias dos pós de CT, CaKCT-0,2 e CaKCT-0,3 sintetizados a  $850^\circ\text{C}$ , com concentração da solução precursora de  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Figura 3.** Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos pós obtidos a 850°C, com concentração da solução precursora de 0,05 mol L<sup>-1</sup>: (a) CT, (b) CaKCT-0,2 e (c) CaKCT-0,3.



As micrografias obtidas pelo método de spray pirólise exibem partículas nanométricas de forma esférica e superfície rugosa. Algumas partículas exibem apenas uma casca. A formação de partículas ocas pode estar associada ao processo de pirólise. A degradação da matéria orgânica dos reagentes de partida, durante o tratamento térmico, pode levar à formação de gases e a um aumento da pressão dentro do sistema de casca / gota formado, produzindo uma estrutura oca com porosidade.

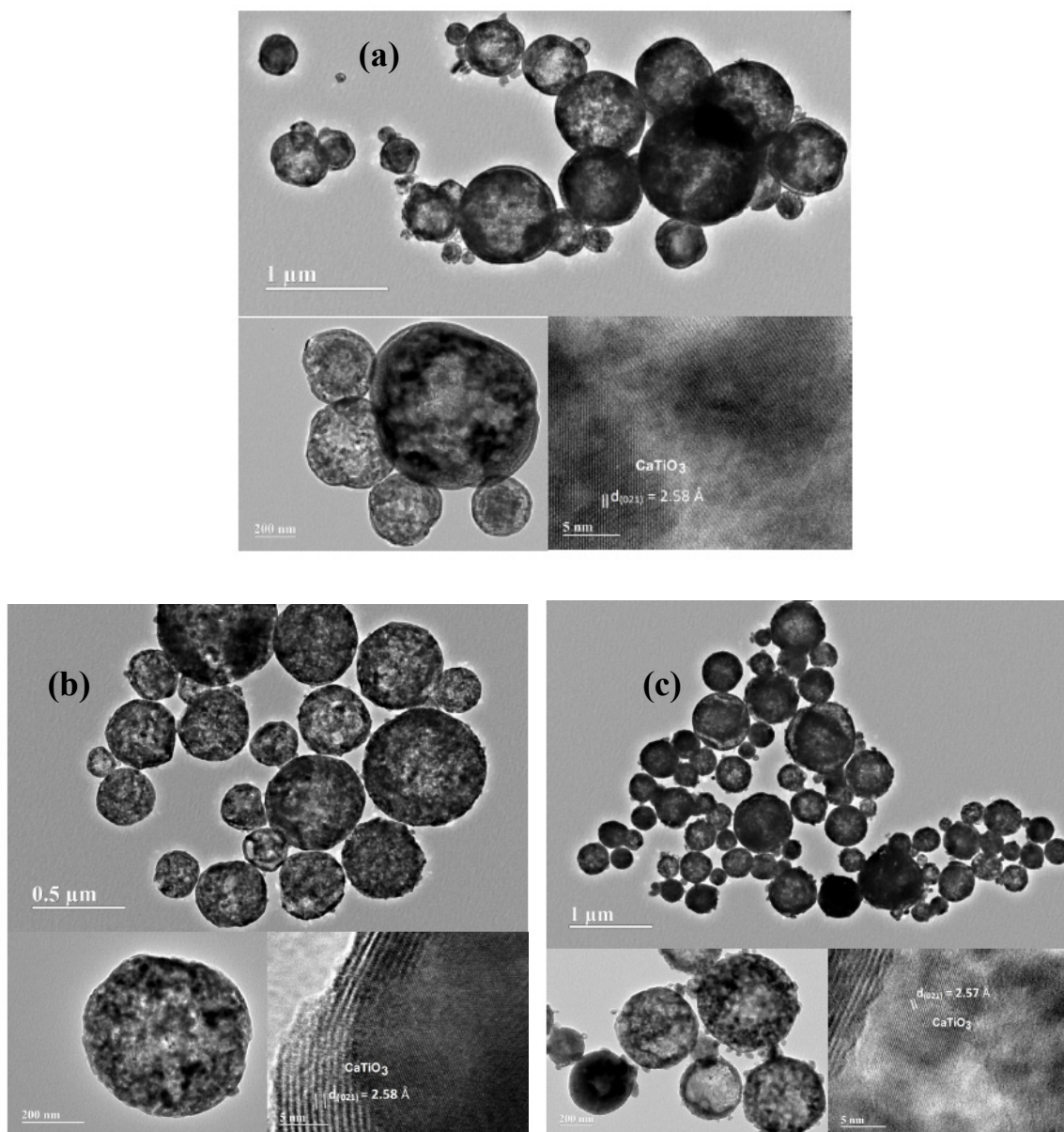
Comparando os pós CaKCT-x, onde  $x = 0,2$  e  $0,3$ , pode-se observar que o aumento no valor  $x$  também mostrou uma alteração na superfície das partículas. Para os pós CaKCT-0,2 e CaKCT-0,3, uma parte das partículas é oca. No entanto, para os pós de CaKCT-0,3, as partículas mostram uma superfície mais rugosa e uma grande parte deles apresenta uma camada de sal na superfície. Este fenômeno sugere que a estequiometria modifica a superfície da partícula. Este aspecto pode ser visualizado a partir da microscopia eletrônica de transmissão (MET), mostrado na Figura 4.

As imagens de microscopia eletrônica de transmissão (MET) mostram que o aumento do valor  $x$  observa-se um aumento de massa das partículas, as quais cristalizam e tendem a aglomerar-se, formando partículas com cristais múltiplos, como mostrado nas imagens de MET da solução sólida CaKCT-0,3 (Fig. 4 (c)). Neste caso, a evaporação do solvente conduz a um gradiente de concentração do sal precursor. Quando a concentração da solução precursora excede o limite de solubilidade, o precursor precipita na superfície da gota.



A precipitação ocorre devido à rápida evaporação do solvente, enquanto a difusão do solvente é muito mais lenta. Esta tendência resulta em poros e subsequente em uma crosta oca, e adicionalmente, em um aumento na rugosidade das partículas. Desta forma, entre os parâmetros analisados no método de spray pirólise, a concentração da solução tem uma influência importante na esfericidade e na rugosidade das partículas, bem como no tamanho das partículas e na distribuição do tamanho das partículas. O plano cristalino indexado nas imagens de MET foi o (021), associado à estrutura  $\text{CaTiO}_3$  de simetria ortorrômica.

**Figure 4.** Imagens de microscopia eletrônica de transmissão (MET): (a) pós de CT, (b) pós de CaKCT-0,2 e (c) pós de CaKCT-0,3 obtidos a partir da concentração inicial de solução de  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  a  $850^\circ\text{C}$ .



## 4 . CONCLUSÃO

Recentes esforços, na síntese de nanomateriais, levam à preparação de materiais com diferentes morfologias. Dentre elas, a obtenção de partículas ocas nanoestruturadas pode ser um avanço para o desenvolvimento de novas propriedades e aplicações da nanotecnologia como, por exemplo, nas áreas de catalisadores, pigmentações especiais e liberação controlada de substâncias.

## 5 . LABORATÓRIO DE COMPÓSITOS E CERÂMICAS FUNCIONAIS – LACCEF-FCT-UNESP

Os resultados apresentados neste capítulo foram obtidos em pesquisas científicas realizadas no Laboratório de Compósitos e Cerâmicas Funcionais – LaCCeF, da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, em Presidente Prudente, Estado de São Paulo, Brasil. O Laboratório, fundado em 2002 e coordenado pelos dois principais autores deste capítulo, recebeu investimentos da ordem de R\$ 3 milhões das principais agências de fomento do país e possui infraestrutura única para síntese, caracterização e modulação de propriedades da matéria na escala nanométrica. Nos últimos anos, o LaCCeF serviu de base para a formação de recursos humanos especializados, com destaque para os mais de 100 pesquisadores formados, nos mais diversos níveis.

## REFERÊNCIAS

ARAI, T. et al. Cu-doped ZnS hollow particle with high activity for hydrogen generation from alkaline sulfide solution under visible light. **Chemistry of Materials**, v. 20, p.1997–2000, 2008.

CHO, J. S. et al. Effect of grain size and density of spray-pyrolyzed hydroxyapatite particles on the sinterability of hydroxyapatite disk. **Ceramic International**, v. 40, p. 6691–6697, 2014.

DAVIES, P. K.; TONG, J. Z.; NEGAS, T. Effect of ordering-induced domain boundaries on low-loss  $\text{Ba}(\text{Zn}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ - $\text{BaZrO}_3$  perovskite microwave dielectrics, **Journal of American Ceramic Society**, v. 80, p.1727-1740, 1997.

KODURI, R.; LOPEZ, M. Influence of Mn on dielectric and piezoelectric properties of A-site and B-site modified PLZT nano-ceramics for sensor and actuator applications, **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 19, p. 669-675, 2008.

LANFREDI, S.; STORTI, F.; SIMÕES, L.P.M.; DJURADO, E.; NOBRE, M.A.L. Synthesis and structural characterization of calcium titanate by spray pyrolysis method, **Materials Letters**, v. 201, p. 148-151, 2017.

LEE, H. N.; CHRISTEN, H. M.; CHISHOLM, M. F.; ROULEAU, C. M.; LOWNDES, D. H. Strong polarization enhancement in asymmetric three-component ferroelectric superlattices, **Nature**, v. 433, p. 395-399, 2005.



LIU, J.; QIAO, S. Z.; HARTONO, S. B.; LU, G. Q. Monodisperse yolk-shell nanoparticles with a hierarchical porous structure for delivery vehicles and nanoreactors. **Angewandte Chemie - International Edition** v. 49, p. 4981–4985, 2010.

RAYLEIGH, J.W. S. **The theory of sound**, 2. ed., New York, Dover Publ., 1945, vol. 2, p. 344.

SUAREZ, FRANZ-EDWIN L.; BUENO-LOPEZ, A.; ILLAN-GOMEZ, M.J.; ILLAN-GOMEZ, M. J.; URAB, B.; TRAWCZYNSKI, J. Study of the uncatalyzed and catalyzed combustion of diesel and biodiesel soot, **Catalysis Today**, v.176, p. 182-186, 2011.

TANABE, E. Y.; ASSAF, E. M. Óxidos do tipo perovskitas para reação de decomposição direta de NO e redução de NO com CO, **Química Nova**, v. 29, p. 1129-1137, 2006.

URA, B.; TRAWCZYNSKI, J.; KOTARBA, A.; BIENIASZ, W.; ILLÁN-GÓMEZ, M.J.; BUENO-LÓPEZ, A.; LÓPEZ-SUÁREZ, F.E. Effect of potassium addition on catalytic activity of SrTiO<sub>3</sub> catalyst for diesel soot combustion. **Applied Catalysis B: Environmental**, v.101, p. 169-175, 2011.

WANG, X. S.; XU, C. N.; YAMADA, H.; NISHIKUBO, K.; ZHENG, X. G. Electro-Mechano-Optical Conversions in Pr<sup>3+</sup>-Doped BaTiO<sub>3</sub>-CaTiO<sub>3</sub> Ceramics, **Advanced Materials**, v. 17, p. 1254-1258, 2005.

WANG, Z.; ZHOU, L.; LOU, X. W. Metal oxide hollow nanostructures for lithium-ion batteries. **Advanced Materials**, v. 24, p. 1903–1911, 2012.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

Professor Doutor **MARCOS AUGUSTO DE LIMA NOBRE**: Graduado em Licenciatura Plena em Física (1993), Mestre em Química (subárea Físico-química) (1995) e Doutor em Ciências (subárea Físico-química) (1999), Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Pós-Doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2000), Departamento de Metalurgia e Engenharia de Materiais. Bolsista do programa Jovem Pesquisador em Centros Emergentes JP-FAPESP (2002-2006). Professor Assistente Doutor, concurso RDIDP: MS-3.1 em 2006, nível atual MS-3.2, com mais de 4000 horas/aula ministradas (2003-atual), e Pesquisador da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, FCT, Departamento de Física (2006); orienta 1 Doutorado. Fundador (2002) e Coordenador do Laboratório de Compósitos e Cerâmicas Funcionais - LaCCeF, Grupo de Compósitos e Cerâmicas Funcionais, certificado PROPE-UNESP/CNPq. Membro permanente (2010-atual) e Orientador de M/D do Programa de Pós-Graduação em Química, IBILCE/UNESP-SP, com mais de 2600 horas/aula ministradas (2010-atual). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Pesquisador PQ-2 CNPq CA: QU (Química), 2010-2012. Bolsista de Produtividade em Pesquisa, pesquisador PQ-2 CNPq/CA: QU (Química), 2019-2021. Editor Associado do Micro & Nano Letters IET (2019-atual). Membro do Conselho Editorial da Editora Artemis (2020-atual). Recebeu mais de 75 Prêmios e Honrarias. Publication-Ethical Editor do Applied Mathematical Sciences -m-Hikari Ltd Ruse Bulgary (2015-presente); Membro do corpo Editorial do MAYFEB Journal of Materials Science, Toronto-Ontario Canada (2016-presente) e Modern Research in Catalysis, Irvine-CA, USA (2017-presente). Possui 02 Patentes. Publicou 80 artigos, em 40 periódicos diferentes, indexados e indexados no sistema QUALIS/CAPES, de editoras: IET, IEEE, MDPI, North-Holand, Royal Society of Chemistry (RSC), Academic Press Inc./ Els. Sci - USA, American Ceramic Society - USA, American Institute of Physics - USA, American Scientific Publishers - USA, Chapman & Hall, IOP Publishing Ltd - UK, Kluwer Academic Publishers - Netherlands, WILEY (John Wiley & Sons), Pergamon/Els. Sci. Ltd - UK e Springer - USA, outras. Atua como Referee em 30 periódicos distintos. Conta com 76 artigos indexados no ex-sistema Research ID, atual Publons, 47 deles com 1292 citações, Fator de Impacto H INDEX = 22 e 96 revisões, em 08/10/2020. Publicou mais de 580 trabalhos em Congressos, sendo mais de 150, trabalhos completos em anais. É autor/coautor de 2 livros e 17 outros capítulos envolvendo divulgação de Ciências e Ensino de Física e Química sendo a estratégia principal a divulgação de Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia, 28 produtos tecnológicos e três processos ou técnicas. Tem experiência na área de Processamento Avançado de Materiais Cerâmicos: Matérias primas, cerâmicas vermelha, estruturais e avançadas, Física dos Materiais Dielétricos Lineares, não Lineares, Química do Estado Sólido: Difração de Raios X, Espectroscopia de Impedância e Infravermelho FTIR, Transições de fase: Estruturais e não estruturais. Interações Moleculares em Biocombustíveis. Atua nos temas: Síntese Novos-Materiais e Química de Nanopartículas aplicada ao desenvolvimento de: ferroelétricos, catalisadores e fotocatalisadores. Caracterização de eletrocerâmicas em altas temperaturas com ênfase em fenômenos de contorno de grão e interfaces, Caracterização dielétrica e térmica (condutividade e resistividade térmica): nanopartículas, nanofluidos e blendas biocombustíveis à base de biodiesel e aditivos anti-congelantes. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4843-3975>; <http://lattes.cnpq.br/7201928600704530>

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Biodiesel 41, 42, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 80

Blendas 48, 54, 55, 56, 57, 80

Blends 48, 49, 58

### C

Cerâmica de  $\text{KSr}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$  59, 60, 65, 67

Ciências da Saúde 29

Clay 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Clay minerals 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

### D

Diesel 41, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58

Distance Education 28, 30, 31, 39

### E

Educação a Distância 29, 39

Estratégias Metodológicas 29

### G

Graphite nanostructures 49

### H

Half-Heusler 1, 10

Health Sciences 28, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39

High energy ball milling 1, 2, 3

Hollow nanoparticles 40

### I

Intermetálico 1

Intermetallic 1, 2

### K

$\text{KSr}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$  ceramic 59

### M

Mechanical alloying 1, 4, 9, 10

Methodological Strategies 28

Moagem de alta energia 1  
Montmorillonite - nontronite species 12, 82

## **N**

Nanociência e Nanotecnologia 29  
Nanoestruturas 40, 48, 56, 57, 59  
Nanoestruturas de grafite 48  
Nanograins 59  
Nanogrão 59, 66  
Nanopartículas nanoestruturadas 40  
Nanopartículas ocas 40  
Nanoscience and Nanotechnology 28, 30, 31, 32, 33, 38, 39  
Nanostructured nanoparticles 40  
Nanostructures 10, 40, 47, 48, 49, 59  
Nanotechnology 27, 28, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 40, 48, 59, 72  
Nanotecnologia 29, 40, 46, 48, 49, 59, 71, 73, 80

## **S**

SEM images 11, 12, 23, 24

## **T**

TErmoelétrico 1  
Thermal analysis 11, 12, 14, 19, 20  
Thermoelectric 1, 2, 5, 10  
Thixotropic behavior 12, 23

## **V**

Viscosidade 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 74  
Viscosity 21, 22, 26, 48, 49, 57, 58