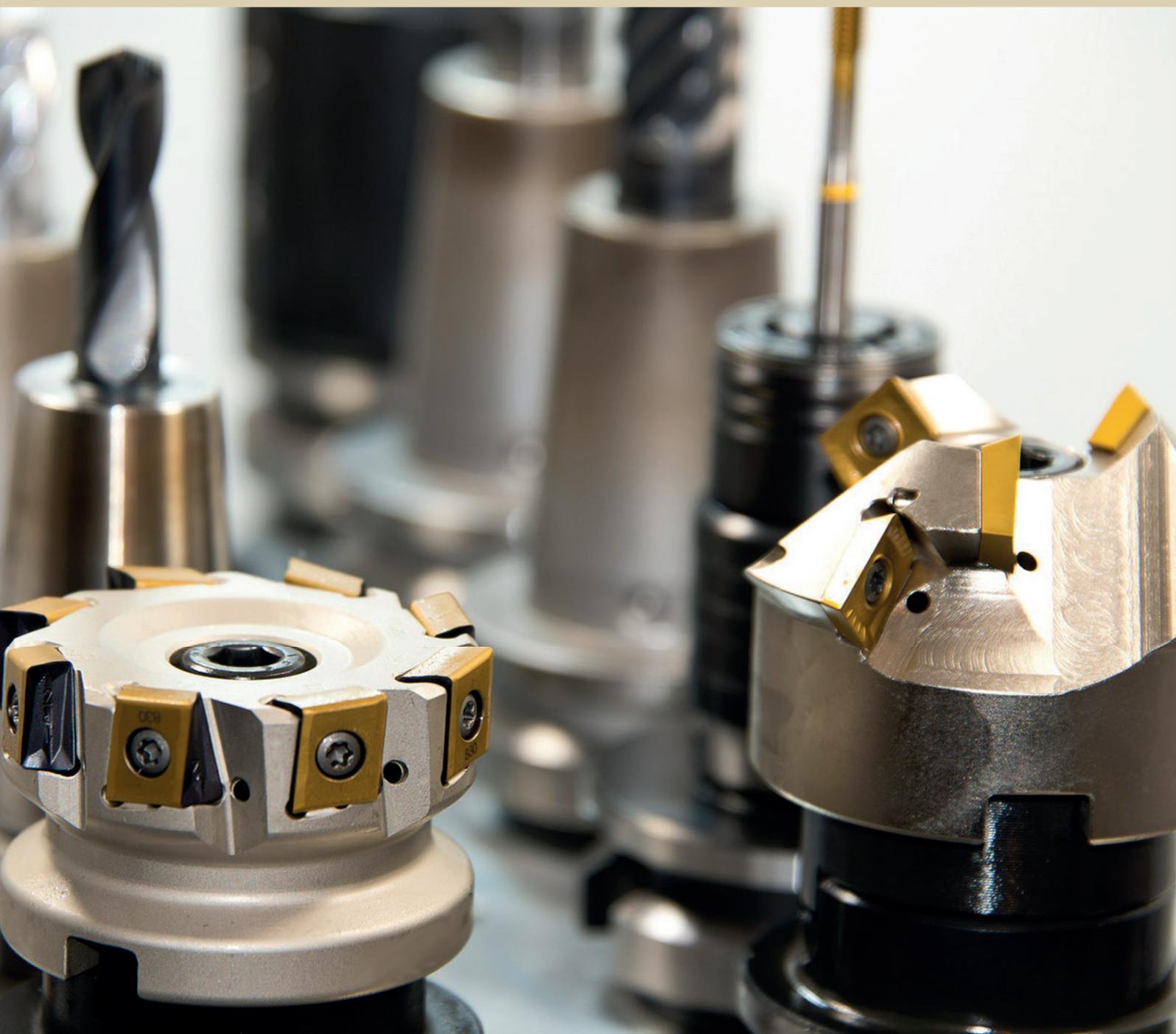


# Ciência e Engenharia de Materiais

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA**

(Organizadora)

# **Ciência e Engenharia de Materiais**

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**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)

C569 Ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-62-8

DOI 10.22533/at.ed.628183010

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

**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.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

## APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
COMPÓSITOS AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZRO <sub>2</sub> : PROCESSAMENTO E PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>João Domingos Covello Carregosa</i>	
<i>Luiz Fernando Grespan Setz</i>	
<i>Rosane Maria Pessoa Betânio Oliveira</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
PROPRIEDADES DE ÓXIDO DE CÉRIO OBTIDO VIA SÍNTESE HIDROTHERMAL ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS	
<i>João Domingos Covello Carregosa</i>	
<i>Rosane Maria Pessoa Betânio Oliveira</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> REFORÇADO COM NANOPARTÍCULAS DE ZRO <sub>2</sub> (3%MOL Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	
<i>Caio Marcello Felbinger Azevedo Cossú</i>	
<i>Claudinei dos Santos</i>	
<i>Manuel Fellipe Rodrigues Paes Alves</i>	
<i>Leonardo Queiroz Bueno Campos</i>	
<i>Bruno Galvão Simba</i>	
<i>Roberto de Oliveira Magnago</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>42</b>
EFEITO DA ADIÇÃO DO RESÍDUO DE POLIMENTO DE PORCELANATO NAS PROPRIEDADES DE BLOCOS CERÂMICOS	
<i>Geovana Lira Santana</i>	
<i>Manoel da Cruz Barbosa Neto</i>	
<i>Ricardo Peixoto Suassuna Dutra</i>	
<i>Daniel Araújo de Macedo</i>	
<i>Lizandra Fernanda Araújo Campos</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DO SUBSTITUINTE CÁLCIO NA ATIVIDADE CATALÍTICA NA REDE DA PEROVSKITA LA <sub>(1-x)</sub> CA <sub>(x)</sub> MNO <sub>3</sub> (X=0,2 E 0,4)	
<i>Anderson Costa Marques</i>	
<i>Mariza de Carvalho Montenegro Fernandes</i>	
<i>Cássia Carla de Carvalho</i>	
<i>Ana Karenina de Oliveira Paiva</i>	
<i>Filipe Martel de Magalhães Borges</i>	
<i>Felipe Olobardi Freire</i>	
<i>Alexandre de Sousa Campos</i>	
<i>Juan Alberto Chaves Ruiz</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
INCORPORAÇÃO DO ÓXIDO DE MAGNÉSIO NA ZEÓLITA MCM-22 UTILIZANDO A TÉCNICA DE IMPREGNAÇÃO POR COMPLEXAÇÃO	
<i>André Miranda da Silva</i>	
<i>Vitória de Andrade Freire</i>	
<i>Caroline Vasconcelos Fernandes</i>	
<i>Franciele Oliveira Costa</i>	
<i>Bianca Viana de Sousa</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 69**

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DO PÓ DE RESÍDUO DE MANGANÊS EM MATRIZ CERÂMICA PARA REVESTIMENTO

*Ana Claudia Rangel da Conceição*  
*Eval Oliveira Miranda Junior*  
*Helen Fernandes de Sousa*  
*Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto*  
*Victor Antunes Silva Barbosa*  
*Oswaldo Cruz Santos*  
*Mirtânia Antunes Leão*

**CAPÍTULO 8 ..... 81**

ANÁLISE DO CUSTO DE FABRICAÇÃO BASEADO NA GEOMETRIA DE PEÇAS CERÂMICAS USANDO ERP - ESTUDO DE CASO EM MPE

*Suellen de Mendonça Terroso Ferreira Jacoboski*  
*Marcia Silva de Araujo*  
*José Alberto Cerrí*

**CAPÍTULO 9 ..... 93**

SÍNTESE TERMAL DE PENEIRA MOLECULAR DE ÓXIDO DE MN K-OMS-2 A PARTIR DE K-BIRNESSITA OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL

*Bruno Apolo Miranda Figueira*  
*Dayane dos Santos Rezende*  
*Kássia Lene Lima Marinho*  
*Milena Carvalho de Moraes*  
*Gilvan Pereira de Figueiredo*  
*José Manuel Rivas Mercury*

**CAPÍTULO 10 ..... 99**

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INCORPORAÇÃO DO ÓXIDO DE COBALTO NA PENEIRA MOLECULAR SBA-15

*Franciele Oliveira Costa*  
*Jonas Santana Albuquerque*  
*Bianca Viana de Sousa*

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

ATIVAÇÃO POR CALCINAÇÃO DO ÓXIDO DE ZIRCÔNIA UTILIZANDO DIFERENTES TEMPERATURAS INCORPORADO NA PENEIRA MOLECULAR MCM-41

*Maria Rosiane de Almeida Andrade*  
*Carlos Eduardo Pereira*  
*José Jaílson Nicácio Alves*  
*Bianca Viana de Sousa Barbosa*

**CAPÍTULO 12 ..... 119**

PROCEDIMENTOS NA SIMULAÇÃO MATEMÁTICA PARA DETERMINAÇÃO DE VALORES E MAXIMIZAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE NOVOS MATERIAIS CERÂMICOS

*José Vidal Nardi*  
*Aline Souza Lopes Ventura Nardi*

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

PRODUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO A PARTIR DE RESÍDUO DA PEDRA CARIRI VISANDO SUA APLICAÇÃO EM BIOMATERIAIS

*Tiago Maia Esmeraldo Alves*  
*Ana Cândida de Almeida Prado*

**CAPÍTULO 14..... 148**

SÍNTESE DE NANOCATALISADORES CERÂMICOS DE COMPOSIÇÃO  $ZR_{1-x}CE_xO_2$  PARA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL GASOSO ECOLOGICAMENTE CORRETO

*Pedro Henrique Pinheiro Lima*  
*Gislayne Rayane Alves da Silva*  
*Francisco Natanael Félix Barbosa*  
*Maria Isabel Brasileiro*  
*Laédna Souto Neiva*

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 159**

## SÍNTESE TERMAL DE PENEIRA MOLECULAR DE ÓXIDO DE MN K-OMS-2 A PARTIR DE K-BIRNESSITA OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL

### **Bruno Apolo Miranda Figueira**

Universidade Federal do Oeste do Pará,  
Programa de Pós-Graduação em Sociedade,  
Ambiente e Qualidade de Vida  
Santarém-Pará

### **Dayane dos Santos Rezende**

Universidade Federal do Oeste do Pará,  
Instituto de Engenharia e Geociências  
Santarém-Pará

### **Kássia Lene Lima Marinho**

Universidade Federal do Oeste do Pará,  
Programa de Pós-Graduação em Sociedade,  
Ambiente e Qualidade de Vida  
Santarém-Pará

### **Milena Carvalho de Moraes**

Universidade Federal do Pará, Instituto de  
Geociências  
Belém-Pará

### **Gilvan Pereira de Figueiredo**

Instituto Federal do Maranhão, Programa de  
Pós-Graduação em Química  
São Luís, Maranhão

### **José Manuel Rivas Mercury**

Instituto Federal do Maranhão, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Materiais  
São Luís, Maranhão

**RESUMO:** Neste trabalho, apresenta-se a síntese termal de peneira molecular com estrutura K-OMS-2 a partir do processo de

“tunelamento” de K-birnessita, um óxido de Mn com estrutura em camada. De acordo com os dados obtidos por difratometria de raios-X foi possível monitorar a conversão da estrutura em camada em torno de 550 °C para túnel (K-OMS-2) com sistema tetragonal e grupo espacial I2/m. As principais bandas do espectro de FTIR de K-OMS-2 foram observadas na região de 700, 525 e 470 cm<sup>-1</sup> e são referentes ao estiramento Mn<sup>3+</sup>-O e Mn<sup>4+</sup>-O na estrutura em túnel. A morfologia do produto identificada por microscopia eletrônica de varredura pôde ser verificada como pseudotetragonal, refletindo externamente o sistema cristalográfico da estrutura criptomelana. Os resultados aqui descritos revelam uma simples rota para a síntese de peneira molecular de óxido de Mn com estrutura K-OMS-2.

**PALAVRAS-CHAVE:** Peneira molecular, birnessita, K-OMS-2, sol-gel, síntese.

**ABSTRACT:** In this work, a thermal synthesis of manganese oxide octahedral molecular sieve (OMS-2) from “tunnelling” of K-birnessite, a layered manganese oxide-type material has been presented. The “tunnelling process” was monitored by X-ray diffraction analysis, which indicated temperature transformation for K-OMS-2 (tetragonal, I2/m) around 550°C. FTIR bands of Mn<sup>3+</sup>-O and Mn<sup>4+</sup>-O stretching at 700, 525 and 470 cm<sup>-1</sup> were observed. Scanning

electron microscopy K-OMS-2 showed a pseudotetragonal morphology. The results obtained indicated a single synthetic route to produce manganese oxide octahedral molecular sieve with OMS-2 structure.

**KEYWORDS:** Molecular sieve, birnessite, K-OMS-2, sol-gel, synthesis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os óxidos de Mn estão entre os sólidos porosos, tais como as zeólitas e outras peneiras moleculares, que se destacam por sua estrutura em túnel com interessante variação nas cavidades intracristalina, que podem ser micro, meso e macroporos. O tamanho do poro desses materiais (especialmente os tamanhos de microporos, que tem dimensões próximas a molecular) são fundamentais as suas propriedades catalíticas de separação e seletividade devido a sua forma e tamanho (POST, 1999, Suib et al., 2005).

Dentre as diversas estruturas observadas, pode-se destacar aquelas com estrutura OMS-2 (octahedral molecular sieve) em razão de sua importância científica e tecnológica. Elas são formadas por cadeias duplas compartilhadas através dos vértices de octaedros  $MnO_6$  produzindo esqueletos com seções transversais quadradas. Os largos túneis são parcialmente preenchidos com moléculas de água e/ou cátions tais como  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ , dentre outros (DEGUZMAN et al., 1994).

Óxidos de manganês com estrutura K-OMS-2 possuem várias aplicações e interesse, dentre elas estão: oxidação em catálise, trocadores iônicos, condutores sólido-iônico, imobilizadores de lixo radioativo, alta capacidade de adsorção de  $SO_2$  e  $SO_3$ , com aplicação na remoção de  $SO_x$  gerados em fábricas, veículos automotores e caminhões (FENG et al., 1999; YAMASAKI et al. 1999).

Neste trabalho, reporta-se a síntese de K-OMS-2 a partir do processo termal de “tunelamento” de um produto lamelar tipo birnessita obtido por método sol-gel, empregando-se sacarose como agente redutor.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a síntese de K-OMS-2, inicialmente se obteve a estrutura lamelar via método sol-gel, proposto por CHING et al. (1997), mas com aumento de concentração do agente redutor. Em torno de 50 mL da solução de  $KMnO_4$  0,38 M foram adicionados para uma solução de sacarose de 1,7 mol.L<sup>-1</sup>, que gerou um gel marrom no intervalo de 45 segundos. O gel obtido foi deixado por 2 horas e neste intervalo de tempo, água foi drenada periodicamente por 20 minutos, visto que o gel sofreu sineresis. O gel foi deixado em estufa a 110 °C por 24 h para obtenção de um xerogel marrom. A calcinação deste xerogel por 2h a 400 °C produziu um material cinza-preto (K-bir/SG) que foi

lavado e secado a 70 °C durante a noite. K-OMS-2 foi obtida a partir do tratamento termal de 2 g de K-bir-SG a 550 °C durante 2 h, baseando-se em informações da literatura. A amostra foi codificada como K-hol.

A caracterização dos produtos foi realizada por difração de raios X usando um difratômetro X'PERT PRO MPD, da PANalytical, com goniômetro PW3050/60 (Theta/Theta) e com tubo de raios X cerâmico de anodo de Cu ( $K\alpha$  1,56 Å), 2200 W, 60 kV. O detector utilizado foi RTMS, X'Celerator. O espectro de infravermelho (FTIR) foi obtido por pastilha prensada a vácuo contendo 0,200 g de KBr e 0,0013 g de amostra pulverizada e um espectrômetro de absorção molecular na região IV (Perkin Elmer) com transformada de Fourier. Para a obtenção da morfologia de K-OMS-2 (K-hollan), utilizou-se um microscópio da marca LEO-Zeiss, 430 Vp. A amostra foi preparada em lâmina orientada a 25 °C e metalizada com ouro.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Fig. 1 apresenta o difratograma de raios-X da amostra KBir/SG, no qual se observa a presença do material lamelar de óxido de Mn com sistema monoclinico, com grupo espacial C2/m (PDF 87-1497), bem comum a birnessita sintetizada. Também se observa um baixo grau de cristalinidade, apesar de a intensidade ser dependente do efeito de textura (orientação dos microcristalitos), a largura a meia altura dos picos a 7 e 3,5 Å, assim como a pouca definição das reflexões na faixa de 28-65° (2 $\theta$ ), revelam a baixa cristalinidade dos produtos. Esta baixa cristalinidade segundo Post e Veblen (1990) está relacionada ao desordenamento estrutural e às posições que os cátions  $K^+$  e as moléculas de água ocupam entre as camadas.

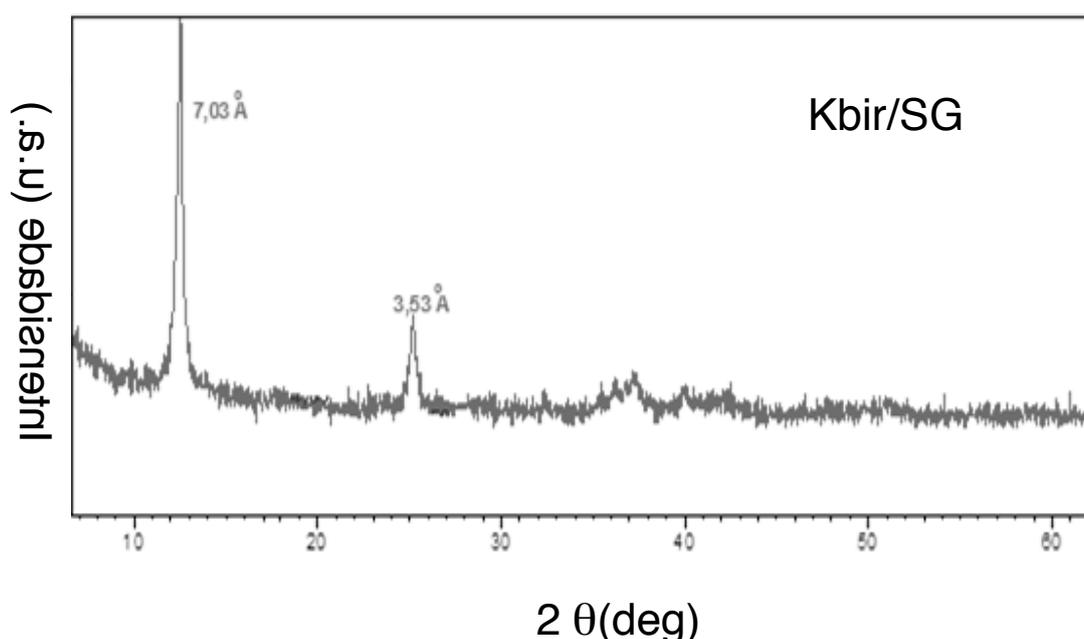


Fig. 1: Padrão de difração de raios-X de KBir/SG.

O produto obtido de tratamento termal de K-Bir/SG acima de 550 °C pode ser observado na Fig. 2. É possível verificar a transformação para a fase em túnel com estrutura hollandita (PDF 42-1348) a partir da presença dos picos mais intensos em torno de 6,9; 18,0; 25,0; 28,64 e 37 ° (2 $\theta$ ), que se referem aos planos (110), (200), (220), (310), (211). A fase obtida possui sistema tetragonal e grupo I2/m.

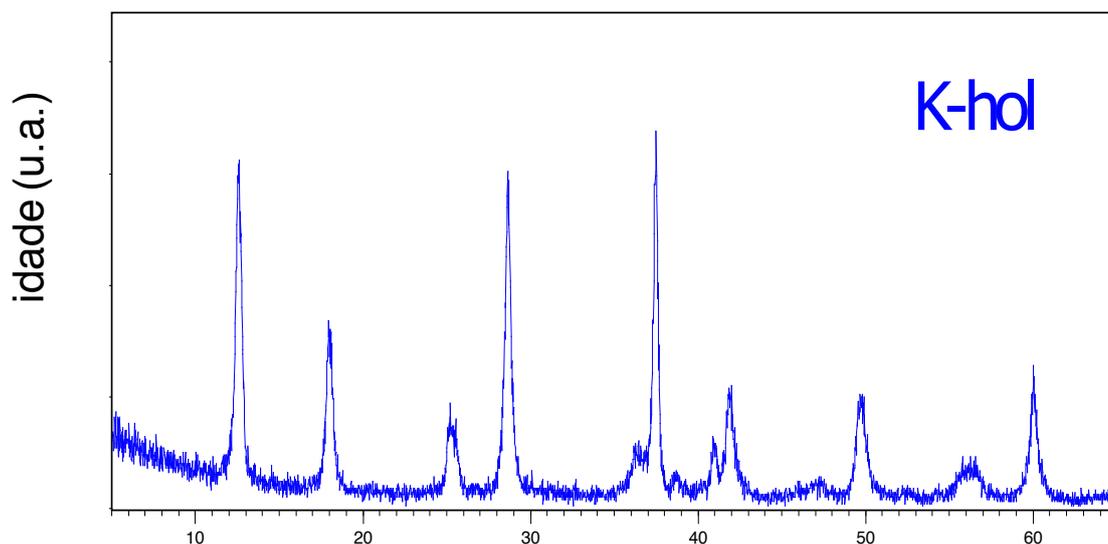


Fig. 2: Padrão de difração de raios-X de K-hol.

O espectro de infravermelho de K-hol é mostrado na Fig. 3. Bandas diagnósticas de K-OMS-2 podem ser identificadas em torno de 700, 525 e 470  $\text{cm}^{-1}$ , que são referentes ao estiramento  $\text{Mn}^{3+}\text{-O}$  e  $\text{Mn}^{4+}\text{-O}$  na estrutura em túnel (LUO et al., 2000; CAI et al., 2001; LIU et al., 2003). Tais bandas possuem uma pequena intensidade e definição indicando uma baixa organização das ligações Mn-O neste composto.

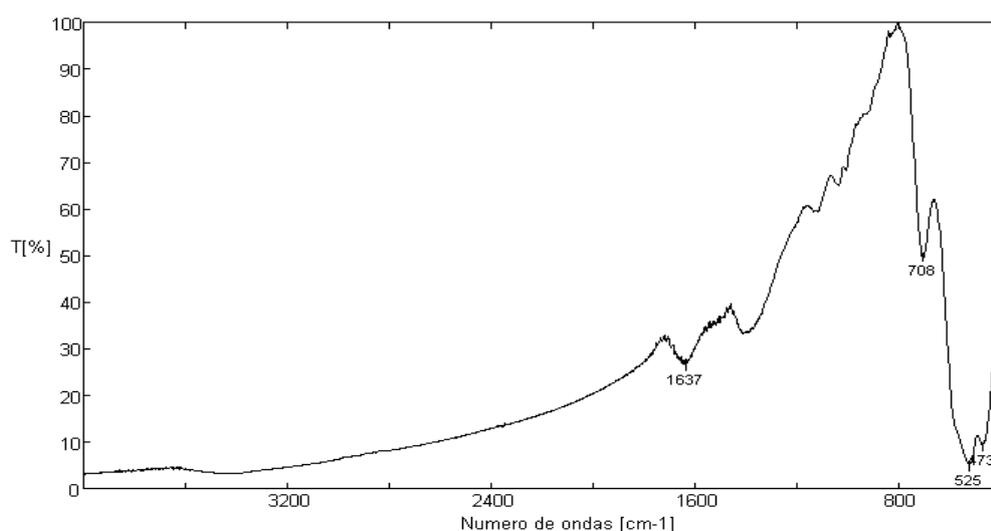


Fig. 3: Espectro de IV de K-hol.

A imagem obtida na micrografia eletrônica de varredura de K-hol revela que o método utilizado na obtenção de K-OMS-2 leva a formação de partículas com aglomerados de agulhas, morfologia já descrita de K-OMS-2 obtida por outros métodos (CHING et al. 2002, LIU et al., 2004).

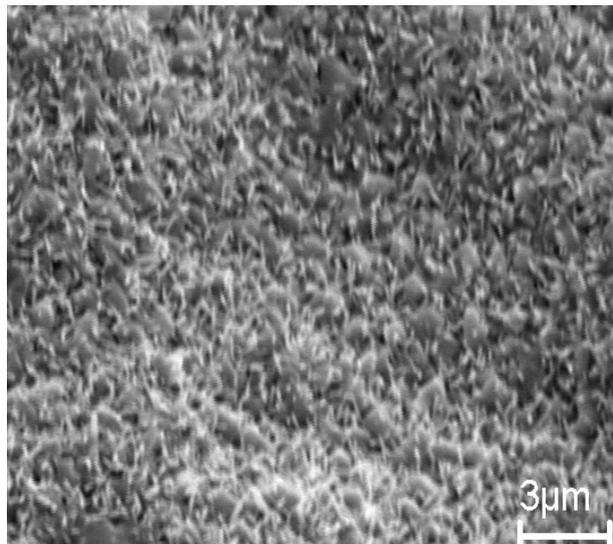


Fig. 4: Morfologia da amostra K-hol obtida por MEV.

#### 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que peneira molecular de óxido de Mn com estrutura K-OMS-2 pode ser facilmente obtida por “tunelamento” de K-birnessita gerada a partir do método sol-gel.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências de fomento CNPq (Universal 420169/2016-4) e CAPES (88881.160695/2017-01) e FAPEMA (Universal 01235/16).

#### REFERÊNCIAS

CAI, J.; LIU, J.; WILLIS, W. S.; SUIB, S. L. Framework doping of iron in tunnel structure cryptomelane. *Chem. Mater.*, v. 13, p. 2413-2422, 2001.

CHING, S.; PETROVAY, D. J.; JORGENSEN, M. L.; SUIB, S. L. **Sol-gel synthesis of layered Birnessite type manganese oxides**. *Inorg. Chem.*, v. 36, p. 883 - 890, 1997.

CHING, S.; WELCH, E. J.; HUGHES, S. M.; BAHADOOR, A. B. F.; SUIB, S. L. **Nonaqueous Sol-gel syntheses of microporous manganese oxides**. *Chem. Mat.*, v. 14, p. 1292-1299, 2002.

DEGUZMAN, R. N.; SHEN, Y-F.; NETH, E. J.; SUIB, S. L.; O'YOUNG, C-L.; LEVINE, S.; NEWSAM, J.

**M. Synthesis and characterization of octahedral molecular sieves (OMS-2) having the hollandite structure.** Chem. Mat., v.6, p.815 - 821, 1994.

FENG, Q.; KANO, H.; OOI K. **Manganese Oxide Porous Crystals.** J. Mater. Chem., v. 9, p. 319-333, 1999.

LIU, J.; Makwana, V.; CAI, J.; SUIB, S. L.; AINDOW, M. **Effects of alkali metal and ammonium cation templates on nanofibrous cryptomelane-type manganese oxide octahedral molecular sieves (OMS-2).** J. Phys. Chem. B, v.107, p. 9185-9194, 2003.

LIU, J.; SON, Y-C.; CAI, J.; SHEN, X.; SUIB, S. L.; AINDOW, M. **Size control, metal substitution, and catalytic application of cryptomelane nanomaterials prepared using cross-linking reagents.** Chem. Mater., v.16, p. 276-285, 2004.

LUO, J.; ZHANG, Q.; HUANG, A.; SUIB, S. L. **Total oxidation of volatile organic compounds with hydrophobic cryptomelane-type octahedral molecular sieves.** Microporous and Mesoporous Materials, v. 35 - 36, p. 209-217, 2000.

POST, J. E. **Manganese oxide minerals: crystal structures and economic and environment significance.** Proc. Natl. Acad. Sci., v. 96, p. 3447-3454, 1999.

POST, J. E.; VELEN, D. R. **Crystal structure of synthetic sodium, magnesium, and potassium birnessite using TEM and the Rietveld method.** Amer. Miner., v. 75, p. 477-489, 1990.

SUIB, S. L.; SHEN, X-F.; DING, Y-S.; LIU, J.; CAI, J.; LAUBERND, K.; **Control of nanometer-scale tunnel sizes of porous manganese oxide octahedral molecular sieve nanomaterials.** Adv. Mat., v. 17, p. 805-809, 2005.

YAMASAKI, K.; FENG, Q.; YANAGISAWA, K.; **Hydrothermal Soft Chemical Process for Synthesis of Manganese Oxides with Tunnel Structures,** J. Porous Mat., v. 5, p. 153-161, 1999.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala:** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação lato sensu; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-62-8

