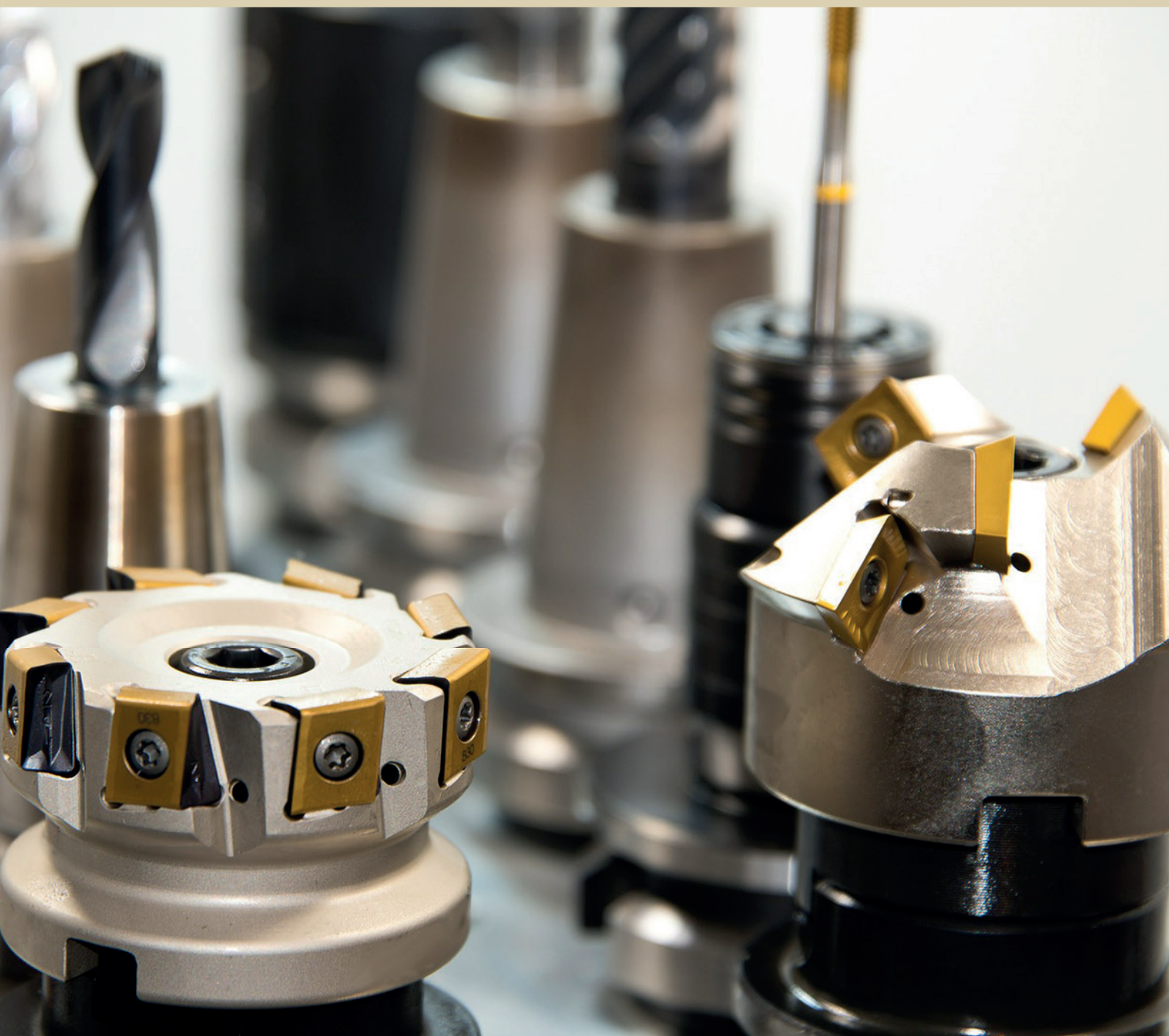


Ciência e Engenharia de Materiais

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

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

CAPÍTULO 1	1
COMPÓSITOS AL ₂ O ₃ -ZRO ₂ : PROCESSAMENTO E PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>João Domingos Covello Carregosa</i>	
<i>Luiz Fernando Grespan Setz</i>	
<i>Rosane Maria Pessoa Betânio Oliveira</i>	
CAPÍTULO 2	16
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>	
CAPÍTULO 3	25
AL ₂ O ₃ REFORÇADO COM NANOPARTÍCULAS DE ZRO ₂ (3%MOL Y ₂ O ₃)	
<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>	
CAPÍTULO 4	42
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>	
CAPÍTULO 5	51
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DO SUBSTITUINTE CÁLCIO NA ATIVIDADE CATALÍTICA NA REDE DA PEROVSKITA LA _(1-x) CA _(x) MNO ₃ (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>	
CAPÍTULO 6	61
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

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DO SUBSTITUINTE CÁLCIO NA ATIVIDADE CATALÍTICA NA REDE DA PEROVSKITA



Anderson Costa Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia, Natal-RN

Mariza de Carvalho Montenegro Fernandes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia de Materiais, Natal-
RN

Cássia Carla de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia, Natal-RN

Ana Karenina de Oliveira Paiva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia de Materiais, Natal-
RN

Filipe Martel de Magalhães Borges

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia, Natal-RN

Felipe Olobardi Freire

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia, Natal-RN

Alexandre de Sousa Campos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia, Natal-RN

Juan Alberto Chaves Ruiz

Centro de Tecnologias do Gás e Energias
Renováveis, Natal-RN
andersoncosta.m@hotmail.com

RESUMO: O estudo de materiais com estrutura perovskita vem crescendo devido ao interesse na produção de catalisadores automotivos com

esse material. Esses catalisadores têm como objetivo converter gases de escape nocivos em outros menos prejudiciais ao meio ambiente. Estudos mostram que a substituição parcial do átomo de lantânio, por um átomo de cálcio, melhora a atividade catalítica do material. Neste trabalho foram comparadas duas proporções de substituição parcial: 20 e 40 mol%. O objetivo foi avaliar o comportamento da atividade catalítica em reações de combustão de metano. A síntese foi realizada pelo método dos precursores poliméricos segundo Pechini. O material foi calcinado a 700 e a 900 °C por 4h e caracterizado pelas análises termogravimétrica (ATG/DTG), difração de raios-X e microscopia eletrônica de varredura. As amostras foram submetidas a um teste catalítico em reações de combustão de metano. A composição de 20 mol% apresentou maior atividade catalítica.

PALAVRAS-CHAVE: Perovskita, Substituinte, Pechini, Caracterização, Catálise Automotiva.

ABSTRACT: The study of perovskite structured materials has grown due to the interest in producing automotive catalysts with this material. These catalysts aim to convert pollutant gases in gases less harmful the environment. Studies show that the partial substitution of lanthanum atom by a calcium atom improves the material's catalytic activity. In this work two proportions of partial substitution, 20 and 40

mol% were compared. The objective was evaluate the behavior of catalytic activity in methane combustion reactions. The synthesis were made by polymeric precursors method according to Pechini. The material was calcined at 700 and 900 °C for 4h and characterized by Thermogravimetric analysis (ATG/DTG), X-ray diffraction and Scanning electron microscopy. The samples were submitted to Catalytic test in methane combustion reactions. The composition with 20 mol% presented a greater catalytic activity.

KEYWORDS: Perovskite, substituent, Pechini, Characterization, Automotive Catalysis.

1 | INTRODUÇÃO

Pesquisas com catalisadores automotivos tem ganhado destaque na área de engenharia de materiais, devido à capacidade desses dispositivos, de converter gases tóxicos em gases menos nocivos ao meio ambiente (CHENG, 2018, p.554). No Brasil, esses dispositivos são obrigatórios nos escapes dos carros, segundo a resolução 315 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Os materiais mais comumente utilizados para este tipo de aplicação são constituídos de paládio e platina, metais nobres. Porém pesquisadores como Voorhoeve et al (1976, p.300), pioneiro no desenvolvimento de materiais catalíticos conversores de gases tóxicos, estudou a obtenção de perovskitas catalíticas com terras raras em sua composição, mostrando que estes materiais podem ser tão eficientes quanto os catalisadores normalmente utilizados no mercado.

Vários métodos têm sido propostos para a obtenção da perovskita do tipo ABO_3 , sendo um deles o método de precursores poliméricos, utilizado neste trabalho. A partir dessa estrutura, temos A, sendo geralmente um lantanídeo e B um metal de transição. Permitindo assim, a formação do composto, manganato de lantânio ($LaMnO_3$). Segundo Ribeiro et al (2011, p. 348), no sítio A, localiza-se um cátion, possuindo um raio maior e sendo mais iônico, comparado com os outros, tendo número de coordenação 12 com oxigênios. Em relação ao sítio B, temos número de coordenação 6 com os oxigênios, apresentando uma estrutura geométrica octaédrica, sendo o cátion mais covalente e de raio atômico menor. Assim, temos como formador de rede, o manganês e, como modificador de rede, o lantânio, substituído parcialmente por cálcio. De acordo com Paiva et al (2014, p.147) e Merino et al (2005, p.243) mostram que a substituição parcial do átomo de lantânio por um átomo de cálcio (metal alcalino terroso), melhora a atividade catalítica do material, devido à diferença entre as valências destes átomos, gerando uma carga excedente que melhora a mobilidade de oxigênio do material, favorecendo assim as reações de oxi-redução.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A síntese das perovskitas $\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$ (A20) e $\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$ (A40) foi realizada pelo método dos precursores poliméricos segundo Pechini (1967) e Paiva et al (2014, p.147). O procedimento para ambas as amostras consistiu em dissolver ácido cítrico, como agente complexante, em água destilada e, em seguida, o nitrato do metal formador de rede na proporção metal:ácido cítrico (Me:AC) especificada na tabela 1. Foi adicionado sal precursor do modificador de rede na mesma proporção e em seguida o nitrato de cálcio. A solução foi aquecida até aproximadamente 70 °C e mantida sob aquecimento por cerca de 30 min. Etilenoglicol (EG) foi adicionado ao sistema, como agente polimerizante, com proporção em massa em relação ao ácido cítrico mostrada na tabela 1, e a temperatura do sistema foi elevada a 90 °C. Foram obtidas resinas poliméricas e estas foram submetidas a uma pré-calcinação durante 4h com taxa de aquecimento 5 °C/min nas temperaturas especificadas na tabela 1, para formação do pó precursor.

Os pós obtidos foram caracterizados termicamente a partir da análise termogravimétrica e a sua derivada ATG/DTG em equipamento da marca Shimadzu, modelo TGA50, nas condições de intervalo de temperatura entre 25 e 900 °C e taxa de aquecimento de 10 °C/min, sob atmosfera inerte de nitrogênio num fluxo de 50 ml/min. Realizou-se a calcinação dos pós a 700 e 900 °C por 4 h visando obtenção da fase perovskita. Foi realizada a caracterização estrutural, a partir da difração de raios X (DRX) utilizando radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda=1,54 \text{ \AA}$) com 2θ variando de 10 a 80° e velocidade de varredura de 1°/min em equipamento da marca Shimadzu, modelo XRD-6000. A caracterização morfológica por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com elétrons secundários em equipamento da marca Philips, modelo XL30 ESEM.

O teste catalítico com reações modelos, como a reação de combustão do metano foi realizado num micro reator tubular de leito fixo na forma de “U”, Os reagentes foram adicionados sob fluxo de 100mL/min da mistura reacional de 2,5% de metano e 10% de oxigênio, ambos diluídos em nitrogênio, onde a razão molar do $\text{O}_2/\text{CH}_4 = 4$. Os testes foram realizados utilizando-se aproximadamente 0,100 g das amostras $\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$ (A20) e $\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$ (A40), misturada mecanicamente para cada amostra, com um grama de carbetto de silício que serviu como diluente devido à reação ser muito exotérmica. A avaliação catalítica foi realizada a partir da análise da estabilidade, como também a conversão em CO_2 e H_2O a partir de reações de combustão de metano, segundo Zhu et al (2010, p.1010). As curvas de estabilidade com tempo reacional de 30 minutos e rampas de aquecimento e resfriamento foram analisadas na faixa de temperatura de 200 a 800°C.

	$\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$ (A20)	$\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$ (A40)
Reagentes	$\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Vetec, 98,0%) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Vetec, 98,0%) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Vetec 99%) Ácido cítrico (CRQ, 99,5%) Etilenoglicol (Vetec, 99,5%)	$\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Vetec 98,0%) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Vetec 97,0%) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Vetec 99%) Ácido cítrico (Vetec, 99,5%) Etilenoglicol (Vetec, 99,5%)
Me:AC	1:1,5	1:3
AC:EG	40:60	40:60
Pré calcinação	350 °C/4h	300 °C/4h
Calcinação	700 e 900 °C	700 e 900 °C
Análises	ATG/DTG, DRX, MEV, Teste Catalítico	ATG/DTG, DRX, MEV, Teste Catalítico

Tabela 1. Reagentes, proporções e caracterizações de cada amostra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas ATG/DTG do material com substituição de 20 mol% de cálcio tiveram perda de massa de aproximadamente 34% e a estabilidade ocorreu a aproximadamente 750°C e a derivada da curva termogravimétrica do mesmo material apresentou três estágios: o primeiro estágio é decorrente da perda de água proveniente da desidratação e os demais estágios referentes a decomposição da matéria orgânica remanescente. O material com substituição de 40 mol% de cálcio teve cerca de 22,5% de perda de massa e a estabilidade ocorreu a aproximadamente 850 °C e a derivada da curva termogravimétrica do mesmo material apresentou três estágios: o primeiro estágio é decorrente da perda de água proveniente da desidratação e os demais estágios referentes a decomposição da matéria orgânica remanescente.(fig. 1 e 2).

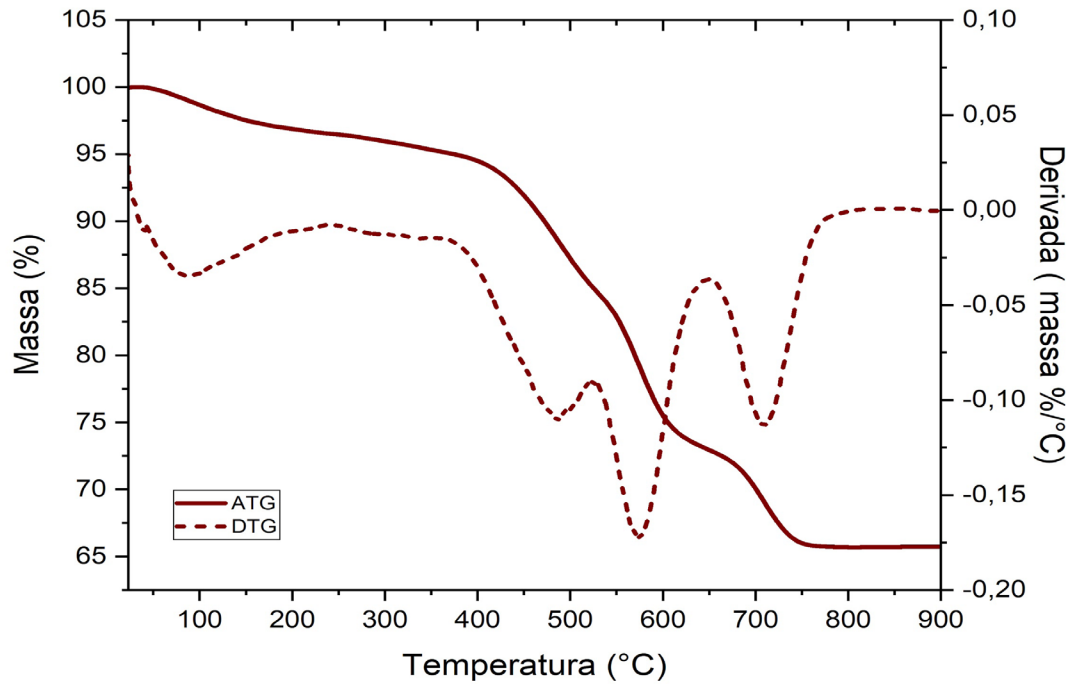


Figura 1: Curva ATG/DTG do pó precursor calcinado a 350 °C/4h da amostra A20 em atmosfera de nitrogênio.

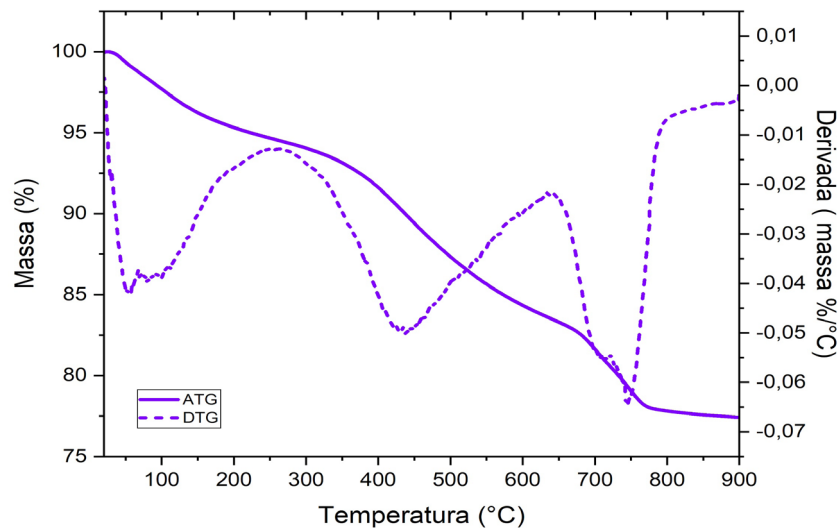


Figura 2: Curva ATG/DTG do pó precursor calcinado a 300 °C/4h da amostra A40 em atmosfera de nitrogênio.

Os difratogramas de raios-X, de ambas as temperaturas de calcinação, de acordo com as cartas analisadas pelos softwares X'pert-Highscore e Crystallographica Search-Match, a composição com 20 mol% apresentou a fase desejada referente à carta PDF 44-1040 (Fig.3) e para a composição com 40 mol% foi obtida a fase desejada segundo a carta PDF 46-0513 (Fig.4), no qual, pode-se observar os índices de Miller, referentes a cada pico de difração correspondente.

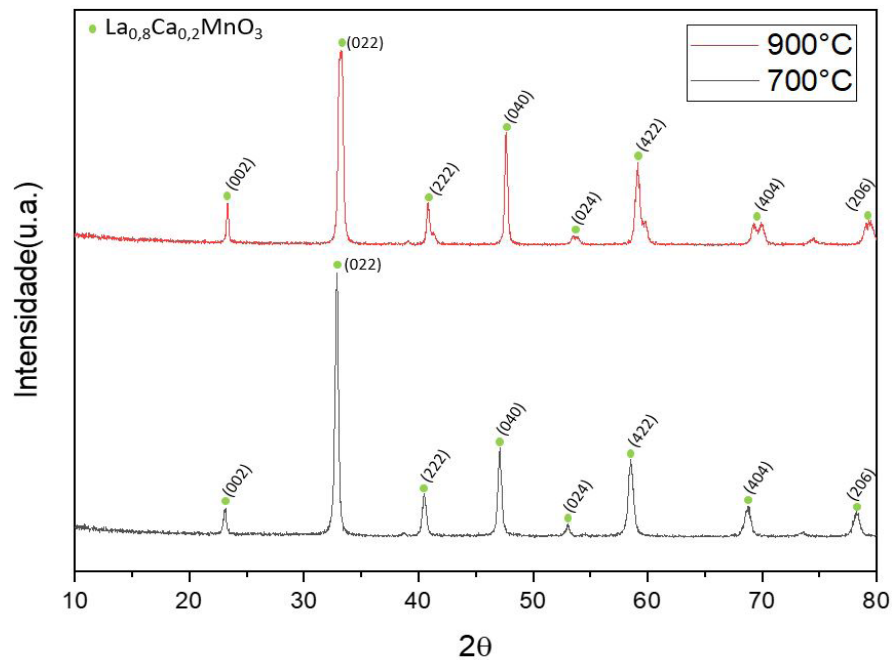


Figura 3: Difratogramas de raios-X da amostra: A20 calcinada a 700 °C/4h e 900 °C/4h.

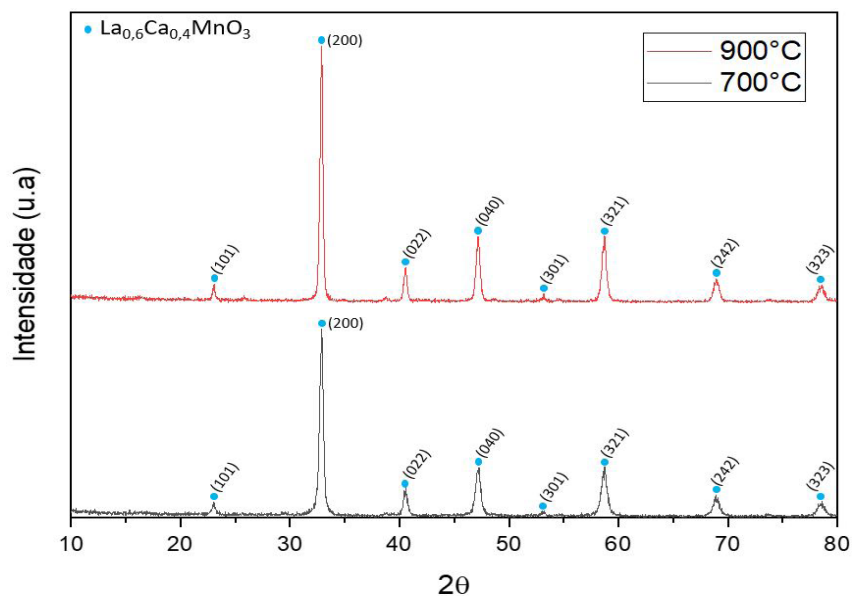


Figura 4: Difratogramas de raios-X da amostra: A40 calcinada a 700 °C/4h e 900 °C/4h.

Nas análises dos difratogramas, a partir dos dados da intensidade e ângulo de difração (2θ), correspondente ao pico mais intenso, este característico da fase perovskita. Observou-se que na amostra A20 na temperatura de calcinação de 700°C apresentou valores de intensidade de 2012 no ângulo de 32,86° sendo mais cristalino do que na temperatura de 900°C com intensidade de 1490 no ângulo de 33,24°, efeito que se mostra contrário na amostra A40 a 700 °C, apresentando intensidade de 842 no ângulo de 32,84° sendo este, menos cristalino que na temperatura de 900 °C com intensidade de 1144 no ângulo de 32,90°. Isso pode indicar que uma menor proporção de substituição pode ser obtida em temperaturas menores, melhorando assim a eficiência do catalisador em temperaturas de operação mais baixas.

Os resultados das micrografias mostraram que os materiais são porosos e pouco homogêneos, sendo a amostra A20 um pouco mais homogênea que a A40 (Fig.5). Essas propriedades são importantes pois, segundo Wang et al (2018, p.476), favorecem a possibilidade de conversão de gases tóxicos, através do mecanismo de dessorção e adsorção por meio dos poros.

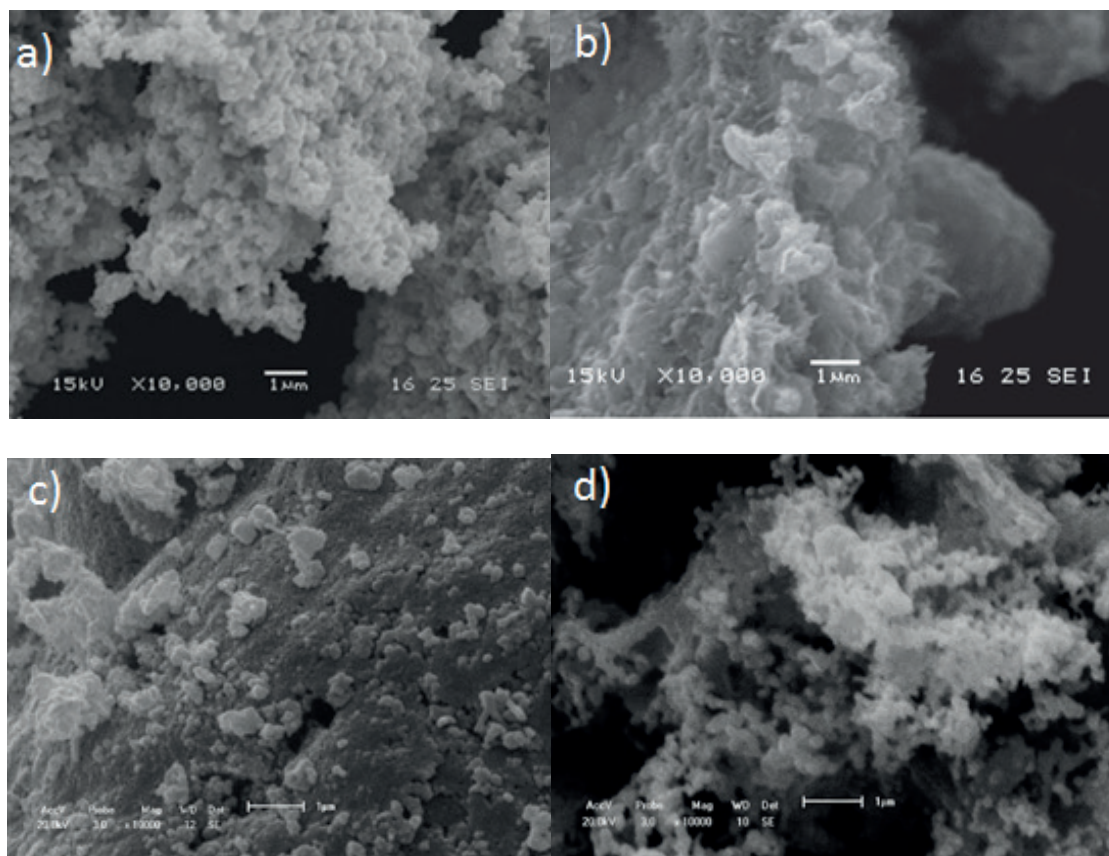


Figura 5: Micrografias das amostras calcinadas a 700 e 900 °C/4h. a) A20 a 700 °C; b) A20 a 900 °C; c) A40 a 700 °C d) A40 a 900 °C

O teste catalítico da amostra com substituição parcial de 20 mol% ($\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$) de cálcio teve uma conversão de 99% de metano em dióxido de carbono e água a 800 °C e a amostra com substituição parcial de 40 mol% ($\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$) teve conversão de 97% a 800 °C, apresentando assim uma alta atividade catalítica a temperaturas elevadas (DING et al, 2017, p.91), como pode ser visto nas figuras 6 e 7. As rampas de aquecimento e resfriamento do catalisador, $\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$, tiveram uma maior sobreposição, e o material se manteve estável durante todo o tempo reacional. O catalisador, $\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$, apresentou rampas de aquecimento e resfriamento com uma menor sobreposição, devido a uma leve queda na estabilidade durante o tempo reacional. Ao analisar a porcentagem de conversão à temperaturas mais baixas (ver tabela 2), percebe-se que a amostra A20 converteu cerca de 16% a mais que a A40 na temperatura de 600°C, e se mantendo com uma maior conversão durante todo o teste. A diferença na conversão entre os catalisadores está associada a menor temperatura

de calcinação de obtenção da fase perovskita, como pode-se observar na tabela 2, para a composição de 20 mol%

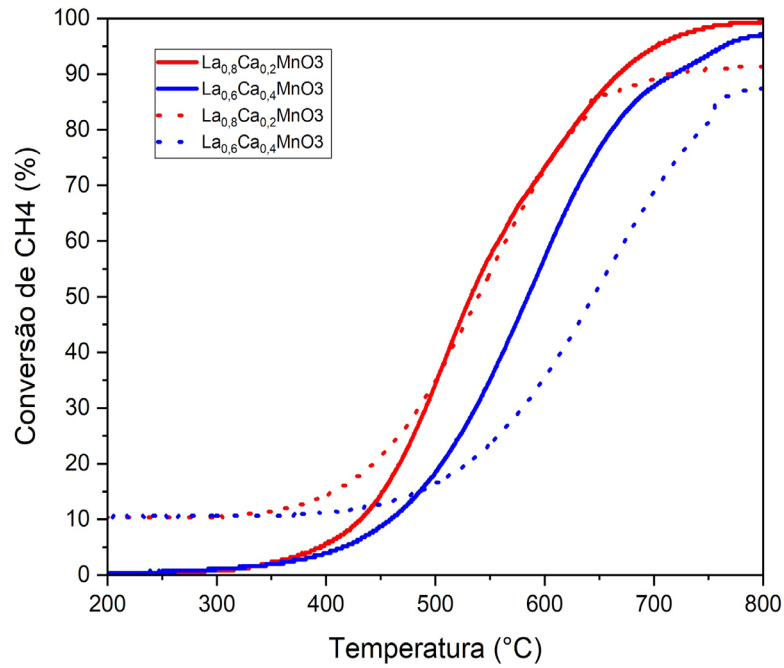


Figura 6: Rampas de aquecimento (linha contínua) de 200 a 800 °C e de resfriamento (linha pontilhada) 800 a 200 °C a uma taxa de 5 °C/min das amostras calcinadas a 900 °C/4h. A curva vermelha corresponde à amostra A20 e a curva azul corresponde à amostra A40.

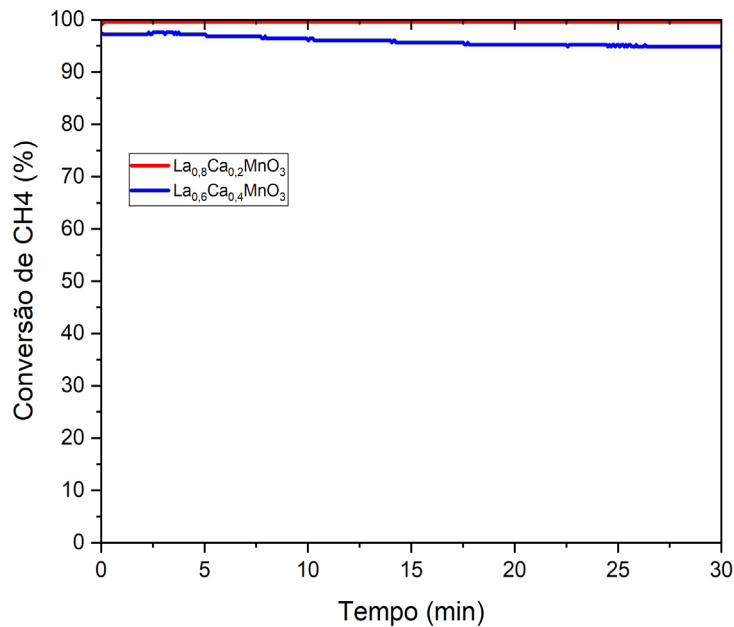


Figura 7: Gráfico de estabilidade a 800 °C durante 30 minutos. A curva vermelha corresponde à amostra A20 e a curva azul à amostra A40.

	$\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$ (A20)	$\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$ (A40)
500 °C	34%	18%
600 °C	73%	57%

700 °C	94%	87%
800 °C	99%	97%

Tabela 2: Porcentagens de conversão de CH₄ em CO₂ e H₂O em diferentes temperaturas

4 | CONCLUSÕES

A amostra de La_{0,8}Ca_{0,2}MnO₃ se manteve com uma maior conversão durante todo o teste, observada através da análise da atividade catalítica, confirmando que o catalisador com substituição parcial de 20 mol% foi mais eficiente e mostrando que o aumento da substituição não aumentou a capacidade de conversão do catalisador.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), à Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN (ECT/UFRN), ao Instituto de química da UFRN (IQ-UFRN), ao Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduo (NUPPRAR), ao Departamento de Engenharia de Materiais da UFRN (DEMat-UFRN), à Pró-reitoria de Pesquisa da UFRN e ao Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGás-ER).

REFERÊNCIAS

CHENG, J.; ZHANG, Y.; WANG, T.; XU, H.; NORRIS, P.; PAN, W.; “**Emission of volatile organic compounds (VOCs) during coal combustion at different heating rates.**” Fuel, China, v. 225, p. 554-562, 2018.

DING, Y; SHENG, W; ZHANG, L; ZHIPING C; MINGZHE, W; WANG, S. “**A facile method to promote LaMnO₃ perovskite catalyst for combustion of methane**”. Catalysis Communications, China, v. 97, p. 88-92, 2017.

MERINO, N. A.; BARBERO, B. P.; GRANGE, P.; CADÚS, L. E.; “**La_{1-x}Ca_xCoO₃ perovskite-type oxides: preparation, characterization, stability, and catalytic potentiality for the total oxidation of propane**”. Journal of Catalysis, Argentina, v.231, p.232–244, 2005.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA; **Resolução conama nº 315**, Diário Oficial da União, Seção 1, páginas 90-92, 2002.

PAIVA, A. K. O.; BATISTA, J. J. S.; WANDERLEY, J. B. M.; BORGES, F. M. M.; MELO, D. M. A. “**Estudo comparativo de perovskitas La_{0,6}Ca_{0,4}(Co,Mn)O₃ obtidas pelo método dos precursores**

poliméricos para utilização em catálise de combustão". Cerâmica, Rio grande do Norte, v.60, p.144-148, 2014.

PECHINI, M. P. "**Method of preparing lead and alkaline earth titanates and niobates and coating methods using the same to form a capacitor**", US Patent 3.330.697, July 1 1967.

RIBEIRO, J. P.; BORGES, F. M. M.; P. M. PIMENTEL; OLIVEIRA, R. M. P. B.; MELO, D. M. A.; BICUDO, T. C. "**Síntese e estudo microestrutural de perovskitas tipo $\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MO}_3$ (M: Co e Mn) para aplicação em catálise automotiva**". Cerâmica, Rio Grande do Norte, v.57, p.343-348, 2011.

VOORHOEVE, R. J. H.; PATEL, C. K. N.; TRIMBLE, L. E.; KERL, R. J.; GALLAGHER, P. K. "**HCN from the reduction of NO over platinum, palladium, ruthenium, monel and perovskite catalysts**". Journal of Catalysis, New Jersey, v. 45, p. 297-304, 1976.

WANG, Y.; WANG, J.; DU, B.; WANG, Y.; XIONG, Y.; YANG, Y.; ZHANG, X. "**Synthesis of hierarchically porous perovskite-carbon aerogel composite catalysts for the rapid degradation of fuchsin basic under microwave irradiation and an insight into probable catalytic mechanism**". Applied Surface Science, Shanghai, v. 439, p. 475-487, 2018.

ZHU L; LU G; WANG Y; GUO Y; GUO Y; "**Effects of Preparation Methods on the Catalytic Performance of $\text{LaMn}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_3$ Perovskite for Methane Combustion**". CHINESE JOURNAL OF CATALYSIS, Chine, v. 31, p. 1006–1012, 2010.

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

