

# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**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.

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL	
Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES	
Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 45**

**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL**

Tatiana da Silva Sant'Ana  
Thaís Cardozo Almeida  
Sávio de Meneses Leite Asevedo  
Isabella Muniz Monteiro Neves  
Elisa Barbosa Marra  
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura  
Moisés Teles Madureira  
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.3091916046**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO**

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque  
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo  
Ana Alice Quintans de Araújo  
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima  
Kely Dayane Silva do Ó  
Wilton Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.3091916047**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

**REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA**

Daniel Mantovani  
Aline Takaoka Alves Baptista  
Luís Fernando Cusioli  
Paulo Cardozo Carvalho Araújo  
Renan Araújo De Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.3091916048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

**REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul**

Delzuite Teles Leite  
Adcleia Pereira Pires  
Fabricio Chagas Sobrinho  
Claudia Oliveira dos Santos  
Edson Braz Santana

**DOI 10.22533/at.ed.3091916049**

**CAPÍTULO 10 ..... 79**

**SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H<sub>2</sub>S)**

Abraão Evangelista Sampaio  
Almira dos Santos França Carvalho  
Marylia Albuquerque Braga  
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160410**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>89</b>
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA	
Roberto Rodrigues Cunha Lima Gabriela Medeiros dos Santos Paulla Beatriz França de Sousa Paulo Douglas Santos de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>101</b>
ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTE FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB	
Jéssica Silva Ramalho Adriano Lucena da Silva Maria Deise da Dores Costa Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>111</b>
ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS	
Geisiane Aparecida de Lima Fábio Moreira Teixeira Marcos Vinícius da Silva Rudolf Huebner Lucas Paglioni Pataro Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT	
Stéfano Teixeira Silva Sergio Roberto de Paulo Adriel Martins Lima Leomir Batista Neres Ricardo Vanjura Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>134</b>
LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA ( <i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i> ) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM	
Erika Micheilla Brasil Aurelio Diaz Sonia Maria Bezerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160415</b>	



<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>141</b>
MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos Aurora Mariana Garcia de Franca Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>148</b>
NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING	
Nilsa Toyoko Azana Pei Jen Shieh Talita Mazon Natanael Lopes Dias Antônio Carlos Camargo do Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>157</b>
NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B	
Francisco Xavier Nobre Rosane dos Santos Bindá Elton Ribeiro da Silva Rodrigo Muniz de Souza José Milton Elias de Matos Lizandro Manzato Yurimiler Leyet Ruiz Walter Ricardo Brito Paulo Rogério da Costa Couceiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>175</b>
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR	
Marcelo Vitor Ferreira Machado José Brant de Campos Marilza Sampaio Aguilar Vitor Santos Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>184</b>
BATERIAS LI-O <sub>2</sub> E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO	
Gustavo Doubek Leticia Frigerio Cremasco André Navarro de Miranda Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160420</b>	

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>197</b>
BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS	
Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>214</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS	
Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>227</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO	
Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042123</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>233</b>
CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA ( <i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)	
Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042124</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>239</b>
ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S	
Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges	

Juan Alberto Chavez Ruiz

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA  
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042126**

**CAPÍTULO 27 ..... 261**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,  
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042127**

**CAPÍTULO 28 ..... 271**

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE  
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042128**

**CAPÍTULO 29 ..... 283**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE  
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042129**

**CAPÍTULO 30 ..... 290**

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC  
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042130**

<b>CAPÍTULO 31 .....</b>	<b>296</b>
<b>APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS</b>	

Cleber Alexandre de Amorim  
Kate Cristina Blanco

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042131**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>311</b>
------------------------------------	------------

## ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S

### Cássia Carla de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Anderson Costa Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Alexandre de Souza Campos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Felipe Olobardi Freire

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Filipe Martel de Magalhães Borges

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### Juan Alberto Chavez Ruiz

Centro de Tecnologias do Gás e Energias  
Renováveis

**RESUMO:** Materiais com estrutura de perovskita têm boas propriedades e podem ser aplicados para minimizar a emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs), como o metano, que são prejudiciais à saúde humana. Portanto, surge a necessidade de reduzir esses gases e a perovskita atua convertendo VOC's em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Neste estudo, as perovskitas RE<sub>(1-x)</sub>Ca<sub>x</sub>(Mn ou Co)O<sub>3</sub> (RE = La, Pr ou Gd) (x = 0,2) foram obtidas por diferentes métodos com controle de composição: Pechini, gelatina e combustão, nesta ordem. Os materiais obtidos foram calcinados a 700°C e 900°C / 4h para caracterização estrutural e morfológica por DRX, MEV e avaliação da atividade catalítica. O DRX via o método Pechini apresentou a fase

substituída e pelo método gelatina e combustão apresentaram não substituição e formação de fases de óxidos nas duas temperaturas. Os resultados do MEV apresentaram materiais porosos e homogêneos para todas as rotas. A avaliação catalítica a 800°C para síntese de Pechini mostrou uma conversão na reação de combustão de metano em CO e H<sub>2</sub>O em torno de 99%, e com rampas de aquecimento e resfriamento similares, não havendo desativação do catalisador durante o processo, e por gelatina mostrou um conversão de 77% a 800°C na rampa de aquecimento e resfriamento, com diminuição da estabilidade com o passar do tempo reacional. A amostra de combustão apresentou características semelhantes, sendo favorável à conversão catalítica de COVs.

Palavras chaves: Perovskita, COV's, Método, Catalise.

**ABSTRACT:** Materials with perovskite structure have good properties and can be applied to minimize the emission of volatile organic compounds (VOCs) such as methane, which are harmful to human health. Therefore, the need to reduce these gases arises and the perovskite acts by converting VOCs into CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. In this study, the perovskites RE<sub>(1-x)</sub>Ca<sub>x</sub>(Mn or Co)O<sub>3</sub> (RE= La, Pr or Gd) (x=0.2) were obtained by different composition control methods: Pechini, gelatin and combustion, in

this order. The obtained materials were calcined at 700°C and 900°C/4h for structural and morphological characterization by XRD, SEM and evaluation of the catalytic activity. The XDR by Pechini presented the substituted phase and by gelatin and combustion presented non-substitution and formation of oxides phases at both temperatures. SEM results presented porous and homogeneous materials for all routes. The catalytic evaluation at 800°C for Pechini synthesis showed a conversion in the combustion reaction of methane in CO, and H<sub>2</sub>O around 99%, and with similar heating and cooling ramps, there being no deactivation of the catalyst during the process, and by gelatin showed a conversion of 77% to 800°C in the heating and cooling ramp, with a decrease of stability with the passing of the reaction time. The combustion sample presented similar characteristics, being favorable for catalytic conversion of VOCs.

**KEYWORDS:** Perovskite, VOC's, Method, Catalysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas das grandes cidades é a grande emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's) provenientes da queima de combustíveis fósseis (M. BOSOMOIU, et al, 2008). Os COV's são importantes tipos de poluentes atmosféricos que são emitidos por diversas fontes industriais e domésticas (M. KAMAL, et al, 2016). Esses COV's, quando em contato com o homem, podem causar sérios danos à saúde humana, pois os mesmos são considerados poluentes tóxicos, contendo alta pressão de vapor, baixo ponto de ebulição e forte reatividade, os quais podem causar problemas de visão, pele, respiratórios, podendo levar o indivíduo a óbito (SOUZA LEAL et al, 2013). A tabela 1 mostra os principais COV's e os efeitos que eles causam no corpo humana. Em busca de minimizar esses efeitos, surgiram diferentes tecnologias para reduzir a emissão de COV's e uma delas foi os catalisadores automotivos. Segundo Voorhoeve (1976), um dos catalisadores que apresentaram bom desempenho é o de estrutura perovskita, a qual, quando substituída parcialmente, contem boas propriedades catalíticas, podendo ser aplicados para minimizar a emissão dos COV's (MERINO, et al, 2005), Portanto, este trabalho tem como objetivo sintetizar perovskitas com composições RE<sub>(1-x)</sub>Ca<sub>x</sub>(Mn or Co)O<sub>3</sub> (RE= La, Pr or Gd) (x=0,2) por três métodos químicos úmidos, Pechini, Gelatina como Precursor orgânico e Combustão, respectivamente (ISUPOVA et al, 2018), (DUTRA et al, 2018), (SILVA et al, 2012) e a realização de caracterizações das mesmas como difração de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e avaliação catalítica em reações de combustão de metano.

Poluente	Ação sobre o corpo humano
Gás carbônico	Reduz a capacidade de oxigenação do sangue
Monóxido de Carbono	Causa a perda dos glóbulos vermelhos do sangue e afeta os pulmões
Óxidos de Nitrogênio	Causa irritação sensorial e respiratória, sendo altamente corrosivo
Hidrocarbonetos	Causa irritação sensorial e respiratória, podendo ser cancerígeno

Tabela 1: Principais COV's e os efeitos que causam no corpo humano.

Fonte: [www.unicore.com.br](http://www.unicore.com.br)

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi sintetizada três perovskitas com composições  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ,  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$  e  $\text{Gd}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$ , sintetizado pelos seguintes métodos químicos úmidos: Pechini, Gelatina e combustão, respectivamente. Para a síntese via Pechini e precursor orgânico foram feitas a partir de  $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - cloreto de La à base do  $\text{La}_2\text{O}_3$  - (98%, Dinâmica) e dos nitratos metálicos  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - (99%, Vetec),  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - (98%, Vetec),  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - (97%, Vetec). No método Pechini foi utilizado como complexante etilenoglicol  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  - (99%, Vetec) e como polimerizante ácido cítrico  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  - (99%, Vetec), já para o método precursor orgânico, foi usando gelatina comercial (Farmafórmula). Para o método de combustão, os sais precursores utilizados, foram:  $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (sigma-aldrich 99%),  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (99%, Vetec),  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (98%, Vetec), e o combustível utilizado foi a ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) (99%, Vetec). As massas de reagentes necessários, para obtenção das amostras foram obtidas a partir da realização de cálculos estequiométricos. Para o método combustão o cálculo foi realizado a partir das valências dos elementos reativos, levando em conta, os mols da ureia estequiométrica (CUNHA, 2009). Para ambos os métodos de síntese, houve a dissolução dos seus respectivos sais precursores. Em seguida, o material obtido via Pechini e precursor orgânico foram levadas para pré calcinação a  $300^\circ\text{C}/4\text{h}$  com taxa de aquecimento  $5^\circ\text{C}/\text{min}$  para formação do pó precursor. Para o método combustão, este pó precursor é obtido após a queima dos sais precursores com o combustível ureia, havendo observação de uma chama alaranjada. Os materiais obtidos foram calcinados a temperaturas de  $700^\circ\text{C}$  e  $900^\circ\text{C}/4\text{h}$  mantendo-se uma taxa de aquecimento constante, de  $10^\circ\text{C min}^{-1}$ , em um forno mufla. Após calcinação, os pós-precursores foram desaglomerado por maceração manual e realizado

caracterizações como difração de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e avaliação catalítica.

## 2.1 Difração de raios-X (DRX)

A difração de raios-X é utilizada para determinar as fases cristalinas presentes em diversos materiais. Isso acontece porque os átomos organizam-se em planos cristalinos separados entre si por distâncias da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda do raios-X. Quando se incide um feixe de raios X em um cristal, o mesmo interage com os átomos presentes, gerando o fenômeno de difração de raios X (FILHO, LOPES, 2013). A difração ocorre segundo a Lei de Bragg, que estabelece a relação entre os planos que a originaram (característicos para cada fase cristalina). Neste trabalho foi utilizada radiação  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=1,54 \text{ \AA}$ ) com  $2\theta$  variando de 10 a 80° e velocidade de varredura de 1°/min em equipamento XRD-6000, do fabricante Shimadzu. Para estudo das cartas, foi utilizado o software Crystallographica Search-Match

## 2.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A técnica MEV tem como finalidade avaliar as características morfológicas como porosidade e homogeneidade das superfícies do material (DUARTE, et al, 2013). O princípio de funcionamento do MEV consiste na emissão de feixes de elétrons por um filamento capilar de tungstênio (eletrodo negativo), mediante a aplicação de uma diferença de potencial que pode variar de 0,5 a 30 KV. Essa variação de voltagem permite a variação da aceleração dos elétrons, e também provoca o aquecimento do filamento. A parte positiva em relação ao filamento do microscópio (eletrodo positivo) atrai fortemente os elétrons gerados, resultando numa aceleração em relação ao eletrodo positivo. A correção do percurso dos feixes é realizada pelas lentes condensadoras que alinham os feixes em direção à abertura da objetiva. A objetiva ajusta o foco dos feixes de elétrons antes que eles atinjam a amostra analisada. O equipamento utilizado para microscopia foi o Hitachi TM3000 com aumento de imagem entre 1000 a 4000 vezes.

## 2.3 Avaliação catalítica

O teste catalítico 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  $\text{O}_2/\text{CH}_4 = 4$ . A avaliação catalítica foi realizada a partir da análise da estabilidade, como também a conversão em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  das reações de combustão de metano (MARQUES, et al, 2018). As curvas de estabilidade com tempo reacional de 30 minutos e as rampas de aquecimento e resfriamento foram analisadas na faixa de temperatura de 200°C a 800°C.



### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das figuras 1, 2 e 3, podemos analisar os resultados dos difratogramas de raios-x. Na figura 1, referente à amostra via método Pechini, calcinada a 700 e 900 °C / 4h, houve formação da fase perovskita substituída, que pode ser observada pelo pico de perovskita característico formado com a variação de  $2\theta$  entre 30 e 35. Para essas amostras, houve formação apenas da perovskita substituída, com ausência de fases secundárias. Para os difratogramas das amostras sintetizadas pelo método da gelatina e combustão, figura 2 e 3, as amostras apresentaram formação da perovskita não substituída, bem como a formação de fases secundárias, em ambas as temperaturas de calcinação

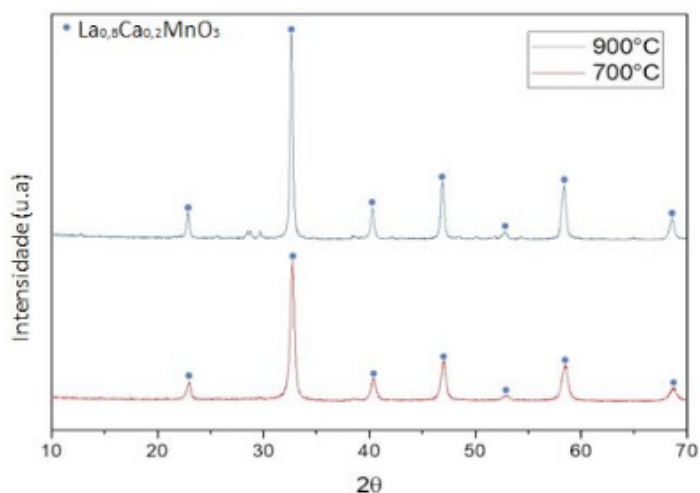


Figura 1: Difratogramas de raios-X das amostras calcinadas a 900 e 700°C/4h via método Pechini.

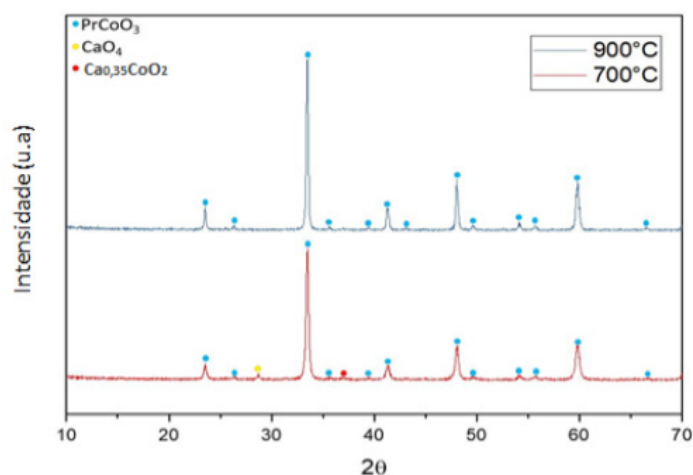


Figura 2: Difratogramas de raios-X das amostras calcinadas a 900 e 700°C/4h via método Gelatina.

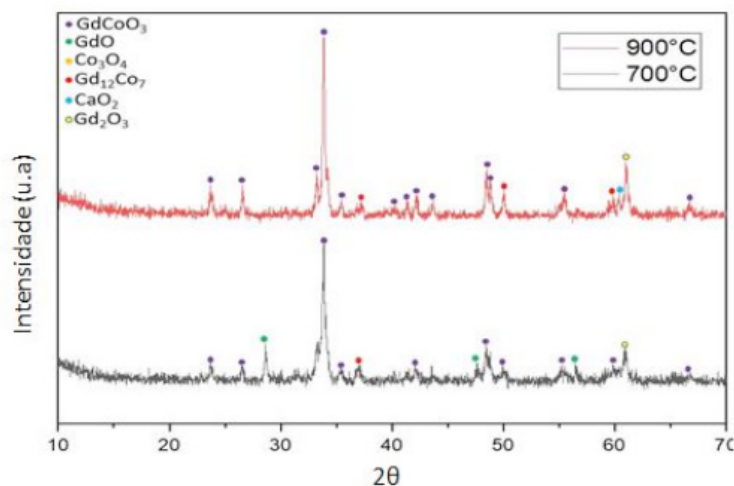


Figura 3: Difratomogramas de raios-X das amostras calcinadas a 900 e 700°C/4h via método Combustão.

A tabela 2 apresenta as fases características e suas respectivas cartas obtidas pelo software Crystallographica Search-Match.

Método / Amostra	Temperatura	Fase	Carta/Literatura
Pechini / $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ( $x=0,2$ )	700 e 900°C	$\text{La}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{MnO}_3$	44-1040
Gelatina / $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$ ( $x=0,2$ )	700°C	$\text{PrCoO}_3$	25-1069
	900°C	$\text{CaO}_4$	21-155
		$\text{Ca}_{0,35}\text{CoO}_2$	52-1550
	700°C	$\text{GdCoO}_3$	ROBERT(1989)
		$\text{Gd}_2\text{O}_3$	96-101-0339
		$\text{Co}_3\text{O}_4$	96-153-8532
$\text{CaO}$		96-100-0045	
Combustão / $\text{Gd}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$ ( $x=0,2$ )	900°C	$\text{GdCoO}_3$	ROBERT(1989)
		$\text{Gd}_2\text{O}_3$	96-101-1289
		$\text{Co}_3\text{O}_4$	96-153-8532
		$\text{CaO}$	96-101-1328

Tabela 2: Fases das amostras e respectivas cartas em função da temperatura de calcinação.

Os resultados das micrografias mostraram que as amostras obtidas por Pechini apresentaram-se porosas e homogêneas. A mesma morfologia é visualizada nas amostras obtidas por gelatina e combustão. Estas propriedades são importantes porque favorecem a possibilidade de conversão de gases tóxicos através de uma catálise oxidativa que ocorre na superfície do catalisador, promovendo a dessorção e adsorção, de modo a realizar a conversão dos gases poluentes (REIS, 2018).

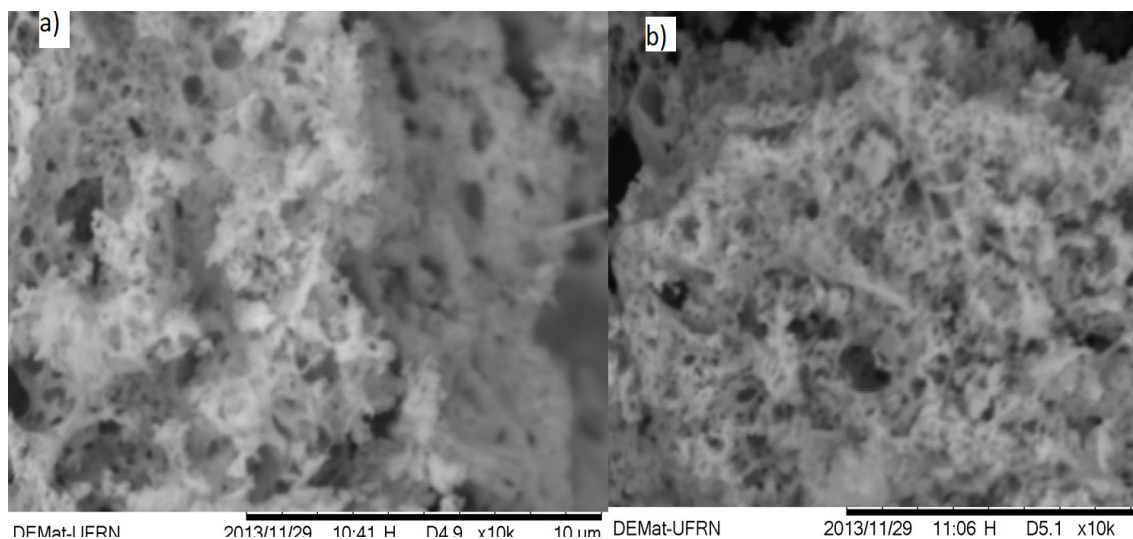


Figura 4: Imagens das amostras composição de La via Pechini calcinadas a: a) 700 e b) 900°C.

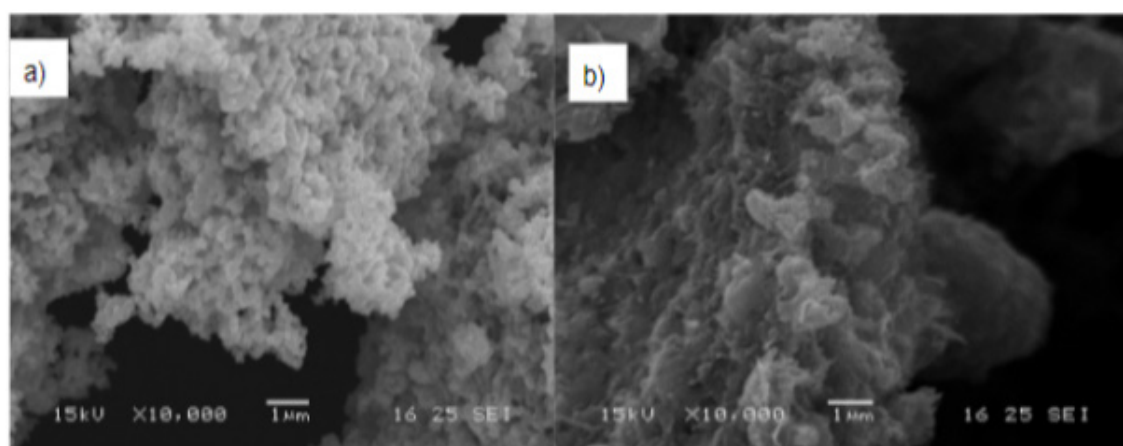


Figura 5: Imagens das amostras composição de Pr via gelatina calcinadas a: a)700°C; b)900°C.

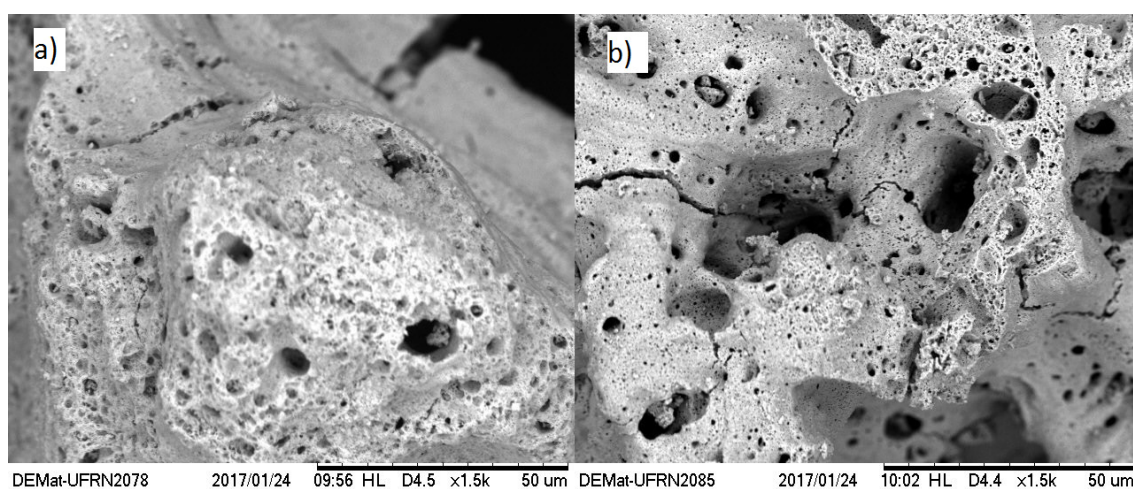


Figura 6: Imagens das amostras da composição de Gd via combustão, calcinadas a: a)700°C; b)900°C.

Para análise da avaliação catalítica para os materiais em estudo foram realizados dois testes, Análise de rampas de aquecimento e resfriamento e curvas de estabilidade. Na avaliação catalítica através das rampas de aquecimento e resfriamento da amostra

via Pechini, a qual foi obtida a substituição parcial, obteve uma alta atividade catalítica (WANG, et al, 2018), apresentando uma conversão de 99%. A amostra de gelatina apresentou uma atividade catalítica mais baixa, em torno de 77% da conversão de gases poluentes. Além disso, a amostra via Pechini apresentou uma maior taxa de conversão em toda faixa de temperatura. Esses resultados podem ser vistos na figura 7. Em relação à amostra de combustão, devido às características favoráveis à catálise, podemos inferir que ela se comporta como potencial catalisador de reações de conversão dos COV's. É possível observar a sobreposição das rampas mais pronunciadas para a amostra sintetizada via Pechini, enquanto as rampas da amostra gelatina apresenta uma defasagem, passando informação da desativação do catalisador.

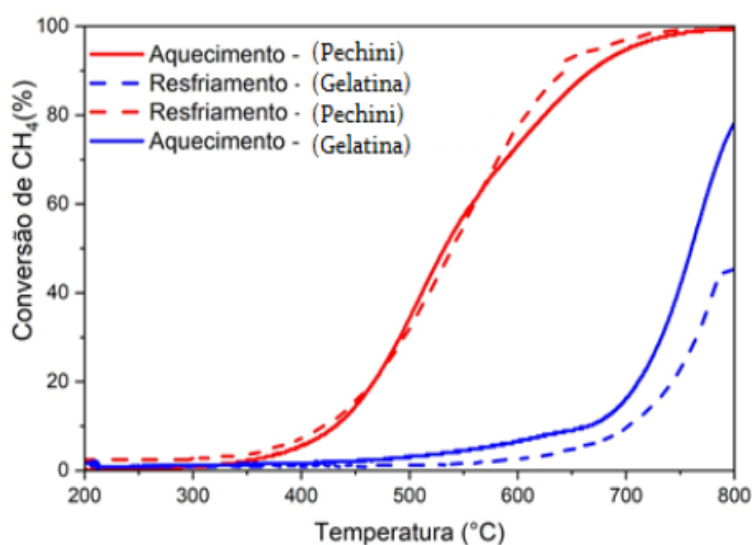


Figura 7: Rampas de aquecimento e resfriamento das amostras calcinadas a 900 °C/4h via métodos Pechini e Gelatina.

Em relação às curvas de estabilidade, podemos observar que a rampa para a composição via Pechini, se comporta estável ao longo do tempo reacional, confirmando assim sua estabilidade durante o ensaio. A rampa de estabilidade para amostra via método gelatina, tem uma queda de estabilidade o que pode ser explicado devido a não substituição da perovskita e a formação de fases secundárias.

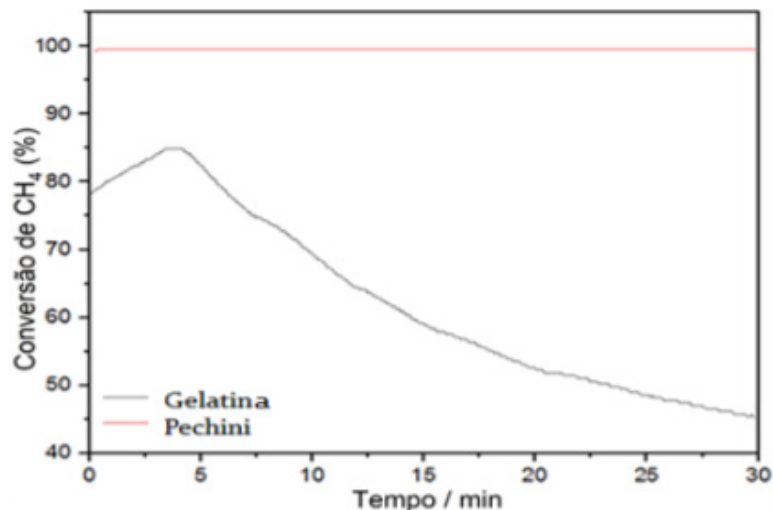


Figura 8: Curvas de estabilidade das amostras via método Pechini e Gelatina calcinadas a 900°C / 4h.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de síntese mostraram-se vantajosos, pois são métodos rápidos e simples que permitem a obtenção da fase perovskita. Neste trabalho foi possível a obtenção de material com estrutura de perovskita substituído pelo método de Pechini com características necessárias para conversão de VOC's o qual apresentou uma boa conversão da reação de combustão do metano, apresentando conversão em torno de 99% em altas temperaturas sendo possível a redução de poluentes gasosos, reduzindo assim os efeitos negativos na saúde humana.

#### 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

A. L. A. DA SILVA; L. DA CONCEIÇÃO; A. M. ROCCO; M. M. V. M. SOUZA “**Synthesis of Sr-doped LaMnO<sub>3</sub> and LaCrO<sub>3</sub> powders by combustion method: structural characterization and thermodynamic evaluation**”, Cerâmica, 01 (2012), Vol.58, p.521-528

CUNHA, FERNANDO, “**Ferritas de Níquel como Catalisadores para Reação de Combustão do Metano na Modelagem para Aplicação em Combustores de Gás Natural**”, (2009), p. 1-131.

DE SOUZA LEAL, Cleverson; DA SILVA, Adriano Willian. “2° Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense”, (2013). p. 248-260.

DUTRA, J.L.S; DANTAS, G.C.B. PIMENTEL, P.M. AQUINO, F.M. COSTA, A.F, LIMA, A.C. OLIVEIRA, R.M.P.B.” Caracterização óptica e estrutural de ortoferritas de lantânio dopadas com cromo e alumínio” Cerâmica, (2018), Vol.64. p.413-417

H. FILHO, G. LOPES. “**Avanços em caracterização de amostras sólidas cristalinas através de Difratomia de Raios-X**”. Estação Científica (UNIFAP), (2013). P. 31-45.

ISUPOVA, L. A. KULIKOVSKAYA, N. A. SAPUTINA, N. F. GERASIMOV, E. YU. “Catalytic Activity of  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3 - \delta$  Perovskites ( $x = 0-1$ ) Prepared by the Pechini Method in the” KINETICS & CATALYSIS, (2018), VOL.59 (4), P.489-498

L. C. DUARTE, P. J. JUCHEM, G. M. PULZ, T. M. M, DE BRUM, N. CHODUR, A. LICCARDO, A. C. FISCHER, R. B, ACAUAN, “**Aplicações de microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), e Sistema de Energia Dispersiva (EDS) no estudo de Gemas: exemplos brasileiros**”. Pesquisa em geociência. (2003). P.3-15.

MARQUES, A.C. et al. “**Ciência e engenharia de materiais**”. V.1, Ponta Grossa (PR): Atena Editora, (2018). P. 1- 159.

MERINO, NA, BARBERO, BP ; GRANGE, P ; CADUS, “ $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$  perovskite-type oxides: preparation, characterisation, stability, and catalytic potentiality for the total oxidation of propane”. Le Journal Of Catalysis, (2005), Vol.231, p.232-244

M. BOSOMOIU, G. BOZGA, D. BERGUER, C. MATEI;” **Studies on combustion catalytic activity of some pure and doped lanthanum cobaltites**” Applied Catalysis B: Environmental, 84. (2008). 758–765.

M. KAMAL, S. RAZZAK, A. SHAIKH , M. M. HOSSAIN, ” **Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs) e A review**” 117. Atmospheric Environment. (2016). P. 117 -134.

REIS, J.V. et al. “**Synthesis of  $\text{CeNb}_3\text{O}_9$  perovskite by Pechini method**”. Materials Letters (2018). v. 227, p. 261–263,

ROBERT H. Borgwar. “**Sintering of nascent calcium oxide energy**”. Engineering Research Laboratory. (1989). p. 53-60.

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 vol. 45, (1976), p. 297-304.

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, (2018), v. 439, p. 475-487.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES:** Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: [tayronnealmeid@gmail.com](mailto:tayronnealmeid@gmail.com) com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

**JOÃO LEANDRO NETO:** Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: [joaoleandro@gmail.com](mailto:joaoleandro@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

**DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO:** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: [dennyura@bol.com.br](mailto:dennyura@bol.com.br) LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-330-9

