



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Química:

Desvendando propriedades e
comportamentos da matéria

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Química:

Desvendando propriedades e
comportamentos da matéria


Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Gabriel Motomu Teshima
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-635-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.352211211>

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Química: Desvendando propriedades e comportamentos da matéria” é constituído por nove capítulos de livro que foram organizados em função da temática avaliada.

Os capítulos I e II apresentam a importância de se analisar as propriedades terapêuticas e os efeitos biológicos adversos provenientes das espécies Jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*) e a Camomila-Vulgar (*Matricaria recutita*) que são bastante utilizadas na medicina popular e na formulação de fármacos. A primeira possui propriedades anti-inflamatória e antifúngica e uso em caso de doenças respiratórias. Já a segunda, é utilizada na formulação de cosméticos, aromatizantes e propriedades terapêuticas: tratamento da insônia, ansiedade, dispepsia e perturbações estomacais.

O capítulo III apresenta a excelente iniciativa por parte de professores e alunos do IFMT *campus* avançado de Sinop, que relataram os detalhes da iniciativa de produzir quase 4100 L de sabonete líquido destinado a atender a demanda de Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), setores e serviços públicos, grupos comunitários e a comunidade interna do IFMT.

Os capítulos de IV a VI procuraram avaliar a eficiência de remoção de poluentes presentes em diferentes matrizes ambientais, respectivamente, a eficiência da enzima *Lacase* na captação e oxidação de corantes em efluentes têxteis, nanopartículas de ferro com extrato orgânico de *Azadirachta indica* para adsorção de mercúrio em águas e aplicação de catalisadores do tipo Perovskita para conversão de poluentes atmosféricos. Os resultados apresentados foram bastante promissores e demandam continuidade das pesquisas com o intuito de ser aplicado em larga escala.

O capítulo VII avaliou a síntese e caracterização de nano compósito magnético funcionalizado com óxido de zinco na superfície pelo método solvotermal assistido por micro-ondas (SAM), que apresentaram resultados promissores para tecnologia em estudos de ótica, catálise e piezoelectricidade. Já o capítulo VIII procurou avaliar os biomarcadores como processos biológicos que podem ocorrer de forma saudável e de forma patogena, podendo desencadear efeitos adversos, entre os quais: obesidade, pré-diabetes e diabetes *mellitus*; indicar e associar doenças como esquizofrenia, asma, Alzheimer, fibrose cística e diversos tipos de cânceres a produção de alguns gases poluentes e presentes na atmosfera. Por fim, o capítulo IX investigou as possíveis causas de derramamento de petróleo em plataformas localizadas no Golfo do México, apontando as possíveis causas que promovem o derramamento e os efeitos adversos a fauna e até mesmo a saúde humana de quem pode vir a ficar exposto a locais de derramamento.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos

com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados no site da Editora e em outras plataformas digitais com acesso gratuito. A associação destes e outros fatores fazem desta Editora, a maior do Brasil em relação à publicação de livros e capítulos de livros resultantes de trabalhos técnicos - científico em todas as áreas do conhecimento.


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

Hymenaea courbaril: ANÁLISE DE PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS E EFEITOS BIOLÓGICOS DESCRITOS NA LITERATURA


Lidiany Damacena Cruvinel
Guilherme Costa Silva
Histeffany de Souza Arantes Dias
Camila Regina do Vale

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112111>

CAPÍTULO 2..... 6

Matricaria recutita: ANÁLISE DE PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS E EFEITOS BIOLÓGICOS DESCRITOS NA LITERATURA


Guilherme Costa Silva
Lidiany Damacena Cruvinel
Juliano Kenzo Watanabe Santana
Camila Regina do Vale

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112112>

CAPÍTULO 3..... 11

O ESSENCIAL: O SABONETE QUE LAVA, HIGIENIZA E PROTEGE


Gilma Silva Chitarra
Fernanda Assis de Oliveira Nascimento
Hélio Coelho de Ornellas
Emerson Rodrigo Coletto
Tony Vicente de Oliveira
Senilde Solange Catelan
Cristiane Silva Chitarra
Bruno Rafael da Silva
Renata Luiza de Castilho Rossoni
Geise Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112113>

CAPÍTULO 4..... 21

IMOBILIZAÇÃO DE ENZIMA LACASE E SUA EFICIÊNCIA NA OXIDAÇÃO E CAPTAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS

Verônica Távilla Ferreira Silva
Pedro Nascimento
Alex Fernando de Almeida
Ezequiel Marcelino da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112114>

CAPÍTULO 5..... 35

SÍNTESES DE NANOPARTÍCULAS DE HIERRO (FeNPs) CON EXTRACTO ORGÁNICO DE *Azadirachta indica* (NEEM) PARA LA ADSORCIÓN DEL MERCURIO EN EL AGUA

Marcel Oswaldo Méndez Mantuano
Gregorio Humberto Vásquez Montúfar


Ida Ivete Campi Mayorga
Bayardo David Caicedo González

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112115>

CAPÍTULO 6..... 61

ESTUDO DE CATALISADORES TIPO PEROVSKITA VISANDO A CONVERSÃO DE POLUENTES


Júlia Alanne Silvino dos Santos
Symone Leandro de Castro
Davidson Nunes de Oliveira
Filipe Martel de Magalhães Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112116>

CAPÍTULO 7..... 74

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANO COMPÓSITO SUPERPARAMAGNÉTICO FUNCIONALIZADO COM WURTZITA POR MÉTODO SOLVOTERMA ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS


Felipe Abreu da Silva
Marcelo Pereira da Rosa
Sergio da Silva Cava
Paulo Henrique Beck

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112117>

CAPÍTULO 8..... 82

POTENCIALIDADE DA TÉCNICA FOTOACÚSTICA PARA A DETECÇÃO DE BIOMARCADORES RESPIRATÓRIOS


Liana Genuncio Silva
Arthur George Tissi Batista
Rosana dos Santos Pereira
Leonardo Mota
Marcelo Silva Sthel
Marcelo Gomes da Silva
Maria Priscila Pessanha de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112118>

CAPÍTULO 9..... 98

CAUSAS DE DERRAMES PETROLEROS EN PLATAFORMAS SEMISUMERGIBLES EN EL GOLFO DE MEXICO

María Patricia Torres Magaña
Miguel Guardado Zavala
Ana Laura Fernández Mena
María Rivera Rodríguez
Karina González Izquierdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3522112119>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 106

ÍNDICE REMISSIVO 107

ESTUDO DE CATALISADORES TIPO PEROVSKITA VISANDO A CONVERSÃO DE POLUENTES

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 06/10/2021

Júlia Alanne Silvino dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/4700151295581789>

Symone Leandro de Castro

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3750857608670963>

Davidson Nunes de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1926314087403033>

Filipe Martel de Magalhães Borges

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3125652251177322>

RESUMO: O crescimento demasiado de automóveis no mundo traz consigo o aumento da poluição atmosférica. O atual trabalho tem como objetivo o estudo da redução de poluentes através da avaliação dos catalisadores do tipo perovskita $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,2$; $x=0,4$) via método pechini e combustão. As amostras foram caracterizadas pelas técnicas DRX, MEV e avaliação catalítica. Com o estudo foi possível esperar um potencial catalisador via combustão, em especial 40 mol% em fator de obtenção e conversão a 700°C.

PALAVRAS-CHAVE: Perovskita; Catalisador;

Método; COVs; Ambiental.

STUDY OF PEROVSKITE-TYPE CATALYSTS FOR THE CONVERSION OF POLLUTANTS

ABSTRACT: The excessive growth of automobiles in the world brings with it the increase of atmospheric pollution. The current work aims to study the reduction of pollutants through the evaluation of perovskite type catalysts $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0.2$; $x=0.4$) via pechini method and combustion. The samples were characterized by XRD, SEM and catalytic evaluation techniques. With the study it was possible to expect a potential catalyst via combustion, in particular 40 mol% in obtaining and conversion factor at 700°C.

KEYWORDS: Perovskite; catalyst; method; VOCs; environment.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescimento exponencial de automóveis no mundo, são necessárias medidas de combate à poluição atmosférica, principalmente em países que detêm altos índices de poluição. Na câmara de combustão do motor do automóvel, é possível que ocorra a combustão completa - a qual tem como produto final dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) - e a incompleta - que pode resultar em monóxido de carbono (CO), carbono elementar (C), aldeídos e materiais particulados. De acordo com Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico (CETESB), em 2019, somente na cidade

de São Paulo (Brasil), foram estimadas emissões de 299.000 t de (CO), 63.000 t de hidrocarbonetos não metano (NMHC), 165.000 t de óxidos de nitrogênio (NO_x), 4.200 t de material particulado, 2.200 t de enxofre (SO_2) e 1.900 t de aldeídos. A figura 1, retirada do relatório de emissões veiculares do estado de São Paulo da CETESB, mostra a evolução das emissões no período de 2006 até 2019.

Além disso, alguns destes gases apresentam grande fator de risco não só ao meio ambiente, mas também são extremamente prejudiciais à saúde humana (Dey e Mehta, 2020). Com a crescente busca por alternativas para ao menos minimizar o máximo possível das emissões de poluentes na atmosfera, altamente nocivos à saúde humana, o presente trabalho tem como objetivo a síntese, caracterização e avaliação catalítica de materiais com estrutura perovskita (Voorhoeve et al., 1976) $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,2$; $x=0,4$ / MP20; MP40) e $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,2$; $x=0,4$ / MC20; MC40), que possuem características catalíticas capazes de converter compostos orgânicos voláteis (COVs) em CO_2 e H_2O (Marques et al., 2018; Chagas, C.A. et al., 2021).

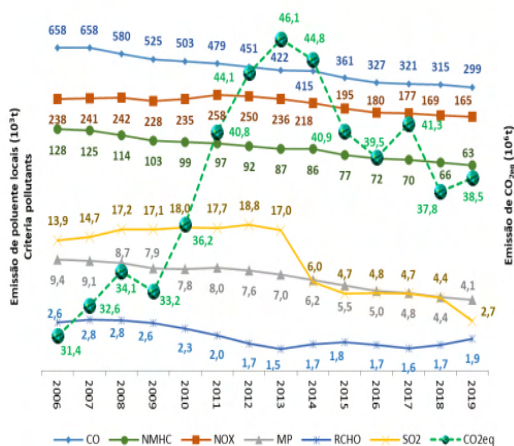


Figura 1. Evolução das emissões de gases poluentes entre 2006 e 2019 no estado de São Paulo.

Fonte – CETESB, 2020.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As perovskitas $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,2$; $x=0,4$ / MP20; MP40) foram sintetizadas via método pechini (MP) e $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,2$; $x=0,4$ / MC20; MC40) foram sintetizadas via método combustão (MC) totalizando quatro (4) amostras. Após cálculos estequiométricos, o procedimento para o método pechini (figura 2) consistiu em dissolver água destilada no ácido cítrico que irá atuar como agente complexante e, em seguida foi adicionado lentamente o nitrato de manganês na proporção metal: ácido cítrico (Me:AC), nitrato de lantânio e o

nitrate de cálcio de acordo com a tabela 1. A solução foi aquecida até aproximadamente 70 °C e mantida sob aquecimento por cerca de 30 min. Etilenoglicol foi adicionado ao sistema, como agente polimerizante, com proporção em relação ao ácido cítrico mostrada na tabela 1, e elevado a temperatura a 90°C até a formação de resina polimérica que foram submetidas a uma pré-calcinação durante 4h com taxa de aquecimento 5 °C/min a 350°C e 300° C/4h, para formação do pó precursor.

Para o procedimento do método combustão (figura 3) foram realizados os cálculos estequiométricos e utilizados os sais precursores conforme especificado na tabela 1, tendo como combustível a uréia, sendo utilizada a estequiometria rica, que garante uma maior eficácia para a formação da chama durante a queima do material. Dessa forma, os nitratos foram diluídos lentamente em água destilada sob agitação magnética e logo após foi adicionado a uréia e agitado a solução por aproximadamente 1 hora até a completa homogeneização. As soluções foram levadas para aquecer dentro de um recipiente de alumínio, sobre uma resistência, onde ocorreu a evaporação da água e logo em seguida perdendo umidade, até a formação de uma chama alaranjada que representa uma característica da síntese de combustão.

Posteriormente os pós obtidos foram macerados manualmente e calcinados a 700 e a 900 °C por 4h a uma razão de aquecimento de 10 °C/min para análises posteriores. Dessa forma, os materiais obtidos foram caracterizados estrutural e morfológicas por difratogramas de raios-X (DRX) e microscopia eletrônica de varreduras (MEV), respectivamente e em seguida a avaliação catalítica para as amostras.

	La _{0,8} Ca _{0,2} MnO ₃ (MP20)	La _{0,6} Ca _{0,4} MnO ₃ (MP40)	La _{0,8} Ca _{0,2} MnO ₃ (MC20)	La _{0,6} Ca _{0,4} MnO ₃ (MC40)
Método de Síntese	Pechini	Pechini	Combustão	Combustão
Reagentes	La(NO ₃) ₃ .6H ₂ O (Vetec, 98,0%)	LaCl ₃ .7H ₂ O (Vetec 98,0%)	La(NO ₃) ₃ .6H ₂ O (sigma-aldrich 99%)	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Vetec, 99%)
	Mn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O (Vetec, 98,0%)	Mn(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Vetec 97,0%)	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Vetec, 99%)	MnCl ₂ .4H ₂ O (98,0%-Vetec)
	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Vetec 99%)	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O (Vetec 99%)	Mn(NO ₃) ₃ .6H ₂ O (Vetec, 98%)	La(NO ₃) ₃ .6H ₂ O (99,5%-Vetec)
	Ácido cítrico (CRQ, 99,5%)	Ácido cítrico (Vetec, 99,5%)	Ureia (Vetec, 99%)	Ureia (Vetec 99%)
	Etilenoglicol (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	700 e 900°C	700 e 900°C
Análises	DRX, MEV, Avaliação Catalítica	DRX, MEV, Avaliação Catalítica	DRX, MEV	DRX, MEV

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



Figura 2. Fluxograma explicativo do método pechini.

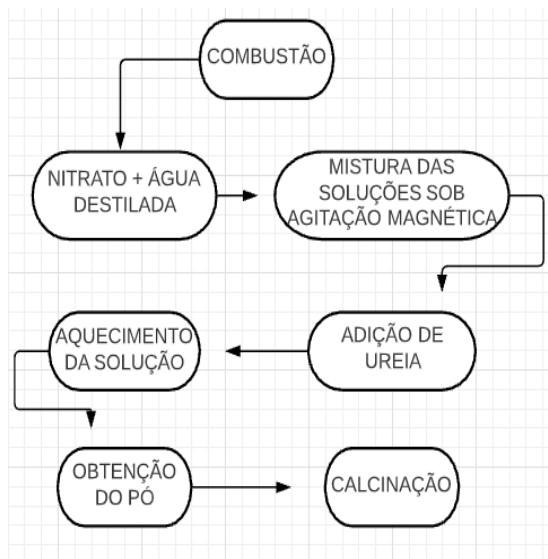


Figura 3. Fluxograma explicativo do método combustão.

Para fins estruturais, o DRX demarca as fases cristalinas do material por intermédio da interação dos feixes de raios-X com os átomos da amostra. Foi utilizada radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda=1,54 \text{ \AA}$) com 2θ variando de 10 a 80° , com velocidade de varredura de $1^\circ/\text{min}$ no equipamento XRD-6000, do fabricante Shimadzu.

O MEV, por sua vez, avalia as características morfológicas do material, quanto à porosidade e a homogeneidade da superfície da amostra. Tal técnica consiste em

emissões de feixes de elétrons por um filamento capilar de tungstênio (eletrodo negativo) submetidos a uma aplicação de diferença de potencial que varia de 0,5 a 30 kV, o que resulta a aceleração dos elétrons, e então, gera-se o aquecimento do filamento. As lentes condensadoras corrigem o percurso dos feixes, e por fim, a objetiva ajusta o foco dos feixes de elétrons secundários antes de chegarem na amostra. Para realizar essa caracterização, foi utilizado o equipamento Hitachi TM3000 com aumento de imagem entre 1.000 a 10.000 vezes.

A avaliação catalítica foi realizada usando um micro reator tubular de leito fixo em forma de “U”. Os reagentes foram submetidos a um fluxo de 100mL/min da mistura reacional de 2,5% de metano e 10% de oxigênio diluídos em nitrogênio, com razão molar do $O_2/CH_4 = 4$. Foi usado 1 grama de silício (diluyente) para cada amostra, as quais têm 0,100g separadamente misturadas com o diluyente, pois a reação é altamente exotérmica. Foi avaliada a estabilidade e a conversão em CO_2 e H_2O . 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.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os difratogramas MP20 (figura 4) e MP40 (Figura 5) sintetizados pelos métodos pechini e apresentaram picos de difração condizente com a literatura para um material cristalino e sem fase secundárias (Marques et al., 2018; Jouannaux, J. et al., 2019) (tabela 2), para o catalisador via método pechini o MP20 apresentou uma maior intensidade de cristalização a 700°C, possuindo seu maior pico no ângulo 32,86°, o MP40 adquiriu sua maior intensidade a 900°C e apresentou seu maior pico no ângulo 33,24°.

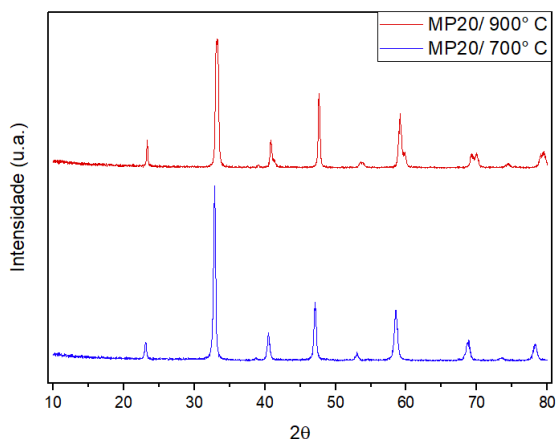


Figura 4. Difratogramas do catalisador $La_{0,8}Ca_{0,2}MnO_3$ sintetizado pelo método Pechini e calcinado a 700 e 900°C.

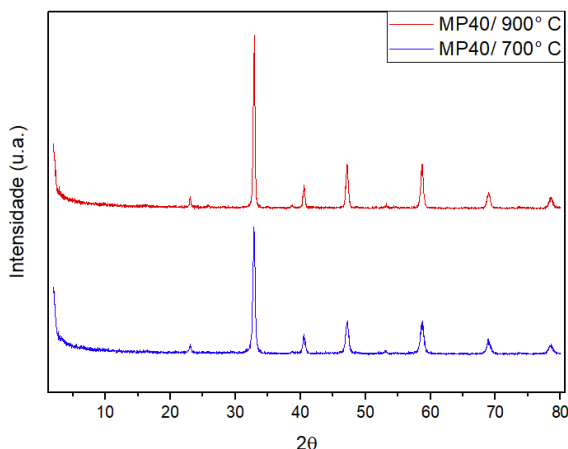


Figura 5. Difratogramas do catalisador $\text{La}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$ sintetizado pelo método Pechini e calcinado a 700 e 900° C.

Os difratogramas MC20 (figura 6) e MC40 (Figura 7) sintetizadas pelo método combustão foi possível observar que todas as amostras apresentaram fases condizentes com a literatura para um material cristalino (Carvalho et al., 2019; Ashok A. et al., 2018), apresentado uma maior intensidade na temperatura de 900°C para o catalisador MC20, com o seu maior pico de intensidade entre os ângulos 30 e 35°, e intensidade semelhantes para ambas temperaturas de calcinação no catalisador MC40, com picos maiores entre os ângulos 30 e 35°. Picos estes que segundo a literatura (Carvalho et al., 2019) é característico da fase perovskita e quanto maior é a sua intensidade, maior o grau de cristalização do material.

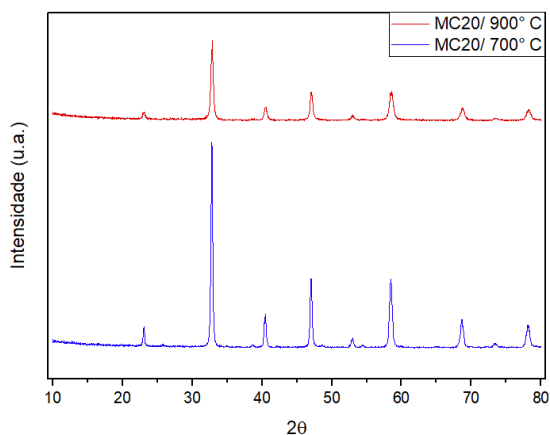


Figura 6. Difratogramas do catalisador $\text{La}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{MnO}_3$ sintetizado pelo método combustão calcinado a 700 e 900° C.

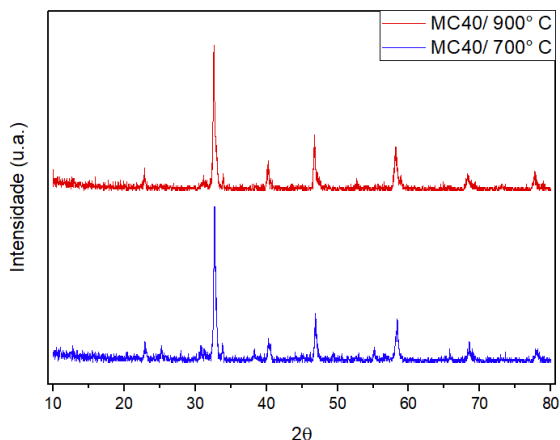


Figura 7. Difratogramas do catalisador $\text{La}_{0,6}\text{Ca}_{0,4}\text{MnO}_3$ sintetizado pelo método combustão e calcinado a 700 e 900° C.

Síntese	Temperatura	Carta	Software
Pechini (MP20)	700°C 900°C	PDF 44-1040	X'pert-Highscore
Pechini (MP40)	700°C 900°C	PDF 46-0513	Crystallographica Search-Match
Combustão (MC20)	700°C 900°C	JCPDF 11-152-1156	MATCH! (Phase Identification from Powder Diffraction)
Combustão (MC40)	700°C 900°C	PDF 46-513	Crystallographica Search-Match

Tabela 2. Cartas e Softwares das sínteses MP20, MP40, MC20 e MC40 referente às temperaturas de 700 e 900°C.

Logo, tendo em vista o estudo dos catalisadores por ambos métodos de calcinação a temperaturas de 700 e 900°C é possível observar que o método combustão está se apresentando favorável para a aplicação, tendo como ênfase econômica o catalisador MC40 que obteve uma intensidade semelhante a 900°C, comprovando assim que não há necessidade de uma maior temperatura de calcinação.

Os resultados das micrografias obtidas em ambos métodos de síntese apresentaram porosidade e homogeneidade, entretanto para o método pechini (Castro et al., 2021; Castro et al., 2020) o catalisador MP20 (Figuras 8 e 9) apresentou uma porosidade maior que o catalisador MP40 (Figuras 10 e 11), para o método combustão (Carvalho et al., 2019) (Figuras 12, 13, 14 e 15) ambas micrografias apresentaram excelentes resultados, sendo possível observar alguns sistemas cristalinos na temperatura de 900°C, contribuindo para a expectativa de um material com excelentes resultados de conversão, pois características de porosidade e homogeneidade segundo Wang et al. (2018) favorecem a possibilidade de conversão de gases tóxicos, através do mecanismo de dessorção e adsorção por meio

dos poros.

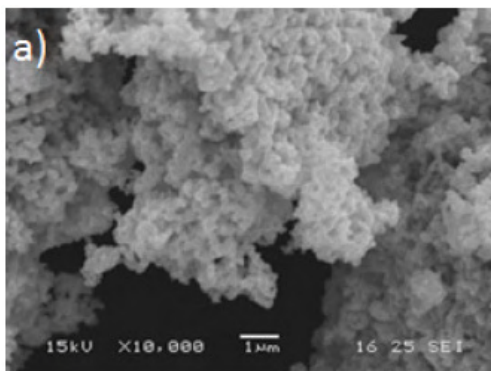


Figura 8. Micrografia da composição obtida pelo método de pechini a 20 mol% (MP20) na temperatura de calcinação de 700°C/4h.

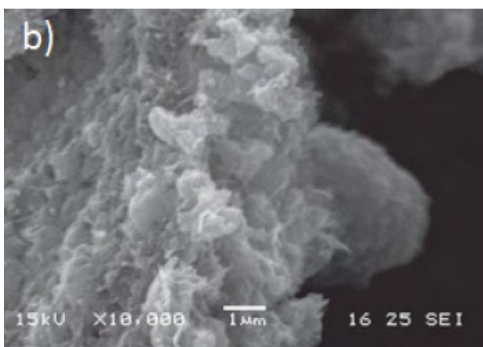


Figura 9. Micrografia da composição obtida pelo método de pechini a 20 mol% (MP20) na temperatura de calcinação de 900°C/4h.

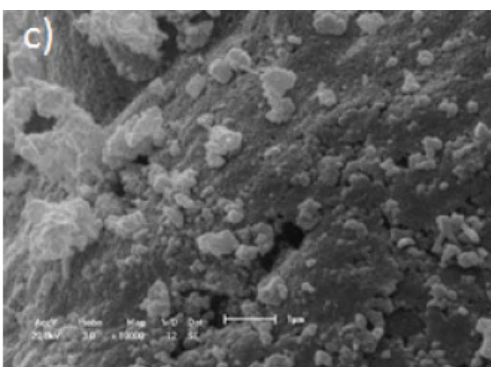


Figura 10. Micrografia da composição obtida pelo método de pechini a 40 mol% (MP40) na temperatura de calcinação de 700°C/4h.

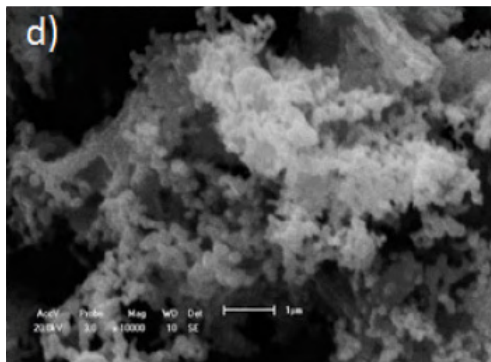


Figura 11. Micrografia da composição obtida pelo método de lechagem a 40 mol% (MP40) na temperatura de calcinação de 900°C/4h.

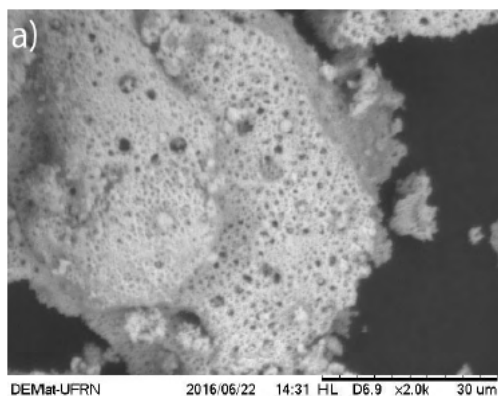


Figura 12. Micrografia da composição obtida pelo método de combustão a 20 mol% (MC20) na temperatura de calcinação de 700°C/4h

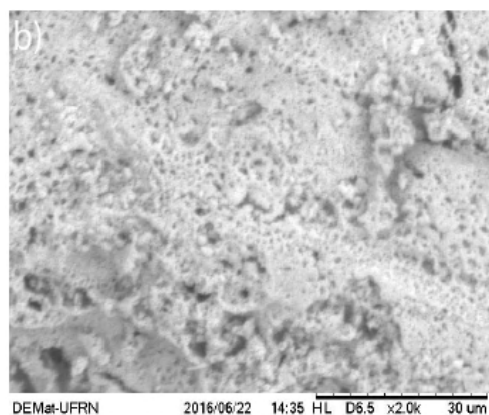


Figura 13. Micrografia da composição obtida pelo método de combustão a 20 mol% (MC20) na temperatura de calcinação de 900°C/4h.

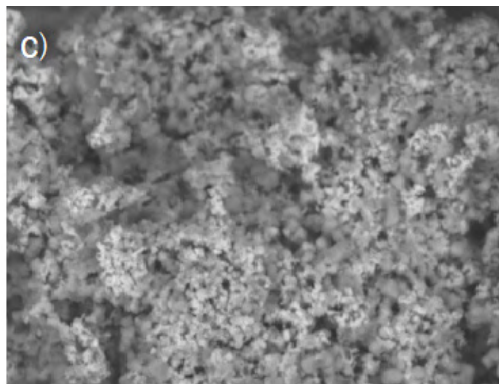


Figura 14. Micrografia da composição obtida pelo método de combustão a 40 mol% (MC40) na temperatura de calcinação de 700°C/4h.

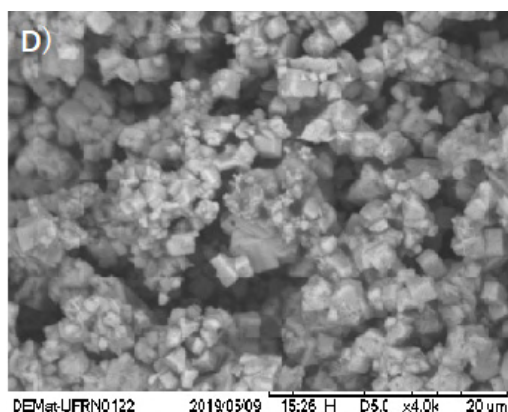


Figura 15. Micrografia da composição obtida pelo método de combustão a 40 mol% (MC40) na temperatura de calcinação de 900°C/4h.

Para o método pechini (Marques et al., 2019) foi realizada a avaliação catalítica (Figuras 16 e 17), nela foi obtido 99% de conversão para o catalisador MP20 e 97% de conversão para o catalisador MP40. Seguindo os estudos das caracterizações por DRX e MEV em que o melhor catalisador era MP20, MC20 e MC40 é possível esperar que o catalisador sintetizado pelo método combustão obtenha uma boa conversão, semelhante ao método pechini, tendo como ênfase o catalisador MC40 que foi possível, em uma maior substituição, a obtenção de bons resultados a 700°C (Carvalho et al., 2020) .

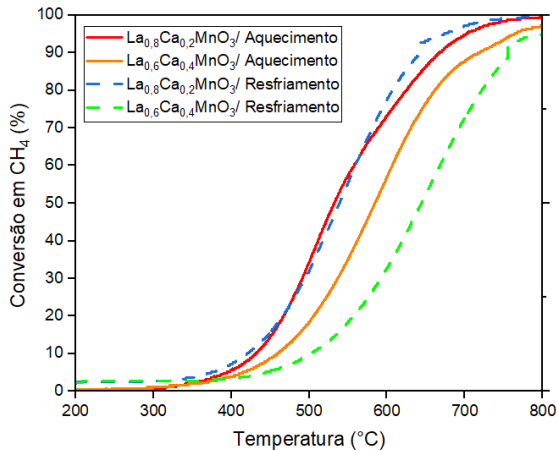


Figura 16. Rampas de aquecimento (linha contínua) e resfriamento (linha pontilhada) dos catalisadores La_{0,8}Ca_{0,2}MnO₃ e La_{0,6}Ca_{0,4}MnO₃.

As rampas de aquecimento e resfriamento do catalisador MP20, obtiveram uma maior sobreposição, e o material se manteve estável durante todo o tempo reacional. O catalisador MP40, apresentou rampas de aquecimento e resfriamento com uma menor sobreposição, devido a uma leve queda na estabilidade durante o tempo reacional. Para a perspectiva MC20 e MC40, a rampa de aquecimento e resfriamento, também é possível esperar resultados semelhantes seguindo a estudos anteriores (Marques et al., 2019)

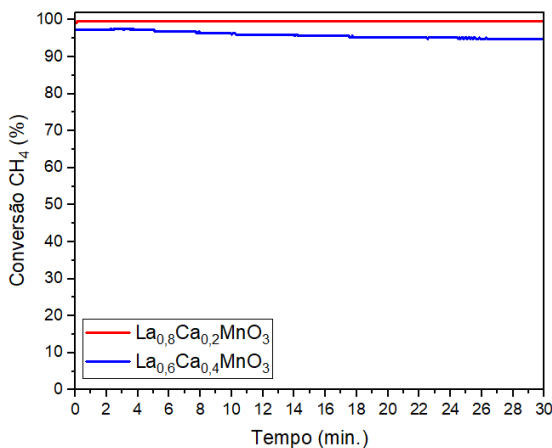


Figura 17. Curva de estabilidade dos catalisadores La_{0,8}Ca_{0,2}MnO₃ e La_{0,6}Ca_{0,4}MnO₃.

4 | CONCLUSÃO

Tendo em vista os efeitos prejudiciais da emissão destes gases (COVs) não só

ao meio ambiente, mas também a saúde humana. A partir dos estudos e observações realizados das caracterizações e da avaliação catalítica, é possível esperar um potencial catalisador pelo método combustão em quesitos de obtenção e conversão, em especial o catalisador com substituição a 40 mol% (MC40), onde obteve relevantes resultados a 700°C, auxiliando assim no combate à emissões excessivas de gases poluentes na atmosfera que podem causar danos graves e até mesmo, em ocasionais circunstâncias, levar uma pessoa à óbito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), à Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN (ECT/UFRN), ao Laboratório de Materiais Multifuncionais e Experimentação Numérica (LAMMEN) da EC&T ao Departamento de Engenharia de Materiais da UFRN (DEMat-UFRN), à Pró-reitoria de Pesquisa da UFRN (PROPESQ), e ao Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER).

REFERÊNCIAS

- Ashok A. et al. **Combustion synthesis of bifunctional LaMO₃ (M = Cr, Mn, Fe, Co, Ni) perovskites for oxygen reduction and oxygen evolution reaction in alkaline media.** Journal of Electroanalytical Chemistry 809, 2018, p. 22–30
- Carvalho, C.C.; Borges, F.M.M.; Marques, A.C.; Castro, S. L.; Oliveira, D.N. **Influência da substituição de cálcio e bário em composições de perovskita TR_(1-x)M_xO₃ (TR =Pr,Gd), (M= Ca, Ba) (X=0,2) na atividade catalítica.** In: Henrique Ajuz Holzmann. (Org.). *Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais*. 1ed.Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020, v. , p. 108-118.
- Carvalho, C.C.; Borges, F.M.M.; Marques, A.C.; Campos, A. S.; Freire, F. O.; Ruiz, J. A. C.; **Estudo comparativo de perovskitas catalíticas obtidas por métodos químicos molhados para conversão dos COVs.** In: Tayronne de Almeida Rodrigues; João Leandro Neto; Dennyura Oliveira Galvão. (Org.). *Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4*. 1ed.Ponta Grossa /PR: Atena Editora, 2019, v. 4, p. 239-248.
- Castro, S. L.; Oliveira, D. N.; Santos, J. A. S.; Borges, F. M. M. **Estudo comparativo de catalisadores La_(x-1)Ca_xMnO₃ (x= 0,3) via métodos úmidos para aplicabilidade econômica industrial automobilística.** In: Sales, Francisco Odécio. *Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 4*. Ponta Grossa- PR. Editora Atena. 2021. P. 100-110
- Castro, S. L.; Oliveira, D. N.; Santos, J. A. S.; Borges, F. M. M.; Marques, A.C.; Carvalho, C.C. **Análise potencial de catalisador tipo perovskita via métodos úmidos para conversão de COVs.** Braz. J. of Develop.,Curitiba, v.6, n.10, p. 74454-74466, oct.2020.
- Chagas, C.A. et al. **The LaCo_{1-x}V_xO₃ Catalyst for CO Oxidation in Rich H₂ Stream.** Catalysis Letters, 2021, 151:409–421
- Dey, S.; Mehta, N. S. **Automobile pollution control using catalysis.** Resources, Environment and Sustainability, p. 100006, 2020.

Emissões veiculares no estado de São Paulo 2019 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales ; Elaboração Antônio de Castro Bruni... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2020, p. 10.

Jouannaux, J. et al. **Lanthanum manganite perovskite ceramic powders for CO₂ splitting: Influence of Pechini synthesis parameters on sinterability and reactivity.** *Ceramics International* 45, 2019, p. 15636–15648

Marques, A.C Campos, A. S.; Borges, F.M.M.; Carvalho, C.C.; Freire, F. O.; Ruiz, J. A. C.; **Efeito da contração lantanídica na atividade catalítica das perovskitas $A_{1-x}Ca_xMnO_3$ (A = La, Pr, Gd).** In: Tayronne de Almeida Rodrigues; João Leandro Neto; Dennyura Oliveira Galvão. (Org.). *Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia* 5. 1ed.Ponta Grossa (PR): Editora Atena, 2019, v. 5, p. 261-271.

Marques, A. C.; Campos, A. S.; Borges, F. M. M.; Carvalho, C. C.; Fernandes, M. C. M.; Freire, F. O.; Ruiz, J. A. C.; Paiva, A. K. O. **Estudo da influência da proporção do substituinte cálcio na atividade catalítica na rede perovskita $La_{(1-x)}Ca_{(x)}MnO_3$ (X=0,2 e 0,4).** In: Marcia Regina Werner Schneider Abadala. (Org.). *Ciência e Engenharia de Materias*. 1ed.Ponta Grossa-PR: Atena Editora, 2018, v. 1, p. 51-60.

Voorhoeve. R. J. H. El al.. **HCN from the Reduction of NO over Platinum, Palladium, Ruthenium, Monel and Perovskite Catalysts.** *Journal of catalysis*, New Jersey, 45, 297-304, 1976.

Wang, Y. et al. **“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.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agentes químicos 13
Analgésico 4
Ansiedade 6, 7, 9
Antiasmáticos 4
Antifúngica 1, 2
Anti-inflamatório 4, 8, 9
Antimicrobiano 4
Antioxidantes 4, 9
Aromatizantes 6
Azul Ácido 74 22
Azul Brilhante de Rimazol 22
Azul de Bromotimol 22
Azul de Metileno 22
Azure B 21, 22, 25, 29, 30, 32

B

Band gap 75
Bioacumulación 36
Biomarcadores 82, 83, 84, 85, 86, 87, 92, 93, 94
Black Reativo 5 22

C

Camomila 6, 7, 8, 9, 10
Casca de arroz 21, 22, 23, 26, 32, 74, 76, 77
Catalisador 61, 65, 66, 67, 70, 71, 72
Cicatrizante 4
Cloruro 35, 44, 46, 51
Combustão 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 72
Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico - CETESB 61
Compostos fenólicos 4, 9
Compostos Orgânicos Voláteis - COVs 62, 85
Compostos xenobióticos 22

Contaminantes 35, 56, 106
Corantes têxteis 21
Coronavírus 12, 13, 14, 19, 20
Covid-19 12, 14, 19

D

Difratogramas de Raios-X - DRX 63

E

Ecosistema aquático 22
Efeitos biológicos 1, 6
Efluentes 21, 106
Enzima 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Estrutura perovskita 62

F

Fármacos 3
Flavonóides 4, 8, 9
Fotoacústica 82, 83, 84, 89, 90, 91, 92, 93, 96

H

Hierro 35, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 56, 57, 58, 59, 60
Higiene 12, 13, 14, 20
Hymenaea courbaril 1, 2, 4, 5

I

Insônia 6, 7

L

Lacase 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32

M

Materiais particulados 61
Matricaria recutita 6, 7, 8, 9, 10
Meio ambiente 10, 62, 72, 73
Microbiota 13, 87
Micro-ondas 74, 75, 76, 79

N

Nanocompósitos 79

Nanopartículas 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 79

O

Organização Mundial de Saúde - OMS 2, 7, 84, 96

Oxidação 21, 24, 27

P

Patogênicos 82, 83

Plantas medicinais 1, 2, 5, 7, 10

Poluentes 61, 62, 72, 76, 86

Poluição atmosférica 61

Processos oxidativos 22, 106

Produto artesanal 16

Propriedades terapêuticas 1, 6, 8

R

Remédios 4

Resíduos agroindustriais 22

S

Sabão 11, 12, 13, 14, 19

Sabonete 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19

Saúde humana 62, 72

Semicondutores 75, 91

Solvoterma 74, 76

Superparamagnético 74, 79

V

Verde Malaquita 21, 22, 25, 26, 29, 30, 31, 32



Química:

Desvendando propriedades e comportamentos da matéria

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Química:

Desvendando propriedades e comportamentos da matéria

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br