

## SINTESE DAS ESTRUTURAS OXIDO DE CERIO (CeO<sub>2</sub>) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE SINTESE.

Adélio J.M.G. Santos<sup>1</sup> (IC), Ana L.P. Figueredo<sup>1</sup> (IC), Otto M. A. Cordeiro<sup>1</sup> (IC), Daniel C. Amaral<sup>1</sup> (PG), Hugo M. S. Nascimento<sup>1</sup>(PG), Francisco M. Filho (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá- Campus Itabira.

**Palavras-chave:** Síntese hidrotermal. Óxido de cério. Nanopartículas.

### Introdução

A síntese de nanopartículas de óxido de cério (CeO<sub>2</sub>) tem se destacado como um campo de pesquisa fundamental para aprimorar as propriedades e aplicações desse material(1).

O método hidrotermal assistido por micro-ondas (HAM) é uma técnica avançada para a síntese de materiais inorgânicos. Ele usa micro-ondas para aquecer uma solução de reação, proporcionando vantagens como maior controle da morfologia das partículas, menor tempo de síntese e maior pureza (2). Apesar de suas vantagens, o HAM também apresenta desafios, como complexidade e distribuição menos homogênea do tamanho das partículas.

O HAM está em constante evolução, com melhorias em dispositivos de micro-ondas, uso de diferentes solventes e reagentes, e combinação com outras técnicas de síntese. É amplamente aplicado na síntese de nanopartículas metálicas, catalisadores e materiais zeolíticos, com aplicações potenciais em medicina, biotecnologia e indústria de alimentos (5).

O objetivo principal deste trabalho é sintetizar o material de óxido de cério pelo método hidrotermal assistido por microondas.

### Metodologia

O nitrato de cério III foi dissolvido em um meio aquoso sob constante agitação. Em seguida, a solução foi aquecida a uma temperatura de 60 °C enquanto continuava sendo agitada constantemente, e seu pH foi ajustado adicionando-se, lentamente, uma solução aquosa de KOH com uma concentração de 2 M até atingir o valor de pH igual a 10. A solução

foi mantida sob agitação por um período de 40 minutos para garantir uma completa homogeneização. Em seguida, as soluções resultantes foram transferidas para um reator feito de politetrafluoroetileno (PTFE), um material transparente às micro-ondas. O reator foi lacrado e colocado em um forno de síntese hidrotérmica assistida por micro-ondas (2,45 GHz, 800 W). O sistema foi submetido a um tratamento térmico a 50°C e 100 °C por 8 minutos, com uma taxa de aquecimento constante de 10 °C/min. Após a síntese de HMO, o reator foi resfriado naturalmente até atingir a temperatura ambiente. A suspensão resultante foi transferida para tubos de centrifugação e submetida a três ciclos de lavagem com água destilada, utilizando uma centrífuga a 2000 rpm durante 45 minutos cada. Por fim, os precipitados foram coletados e secos em uma estufa a 100 °C por 48 horas.

### Resultados e discussão

Foi sintetizado nanopartículas de óxido de cério, para alcançar esse objetivo, empregamos o método hidrotermal assistido por micro-ondas, variando a temperatura de síntese. Destacamos a eficácia do método HMO, que possibilitou um aquecimento rápido e um controle preciso da temperatura de síntese (2). A aplicação de micro-ondas para o aquecimento direto e rápido de materiais baseia-se na interação da radiação eletromagnética com as moléculas do solvente e dos reagentes. A síntese assistida por micro-ondas (HAM) revela vantagens notáveis, como a redução do tempo de síntese e um controle aprimorado da morfologia das partículas, particularmente quando associada ao uso de KOH

como mineralizador. Além disso, esta técnica demanda menos reagentes e o uso de solventes menos tóxicos, minimizando a geração de resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Isso a torna uma opção ambientalmente amigável e econômica. A seleção criteriosa dos precursores é essencial para assegurar que possam formar compostos com as propriedades desejadas durante a reação hidrotérmica. A energia de micro-ondas desempenha um papel fundamental ao acelerar tais reações, reduzindo o tempo necessário e aumentando a eficiência geral. Ela também proporciona um ambiente homogêneo e controlado para as reações, contribuindo para a obtenção de maior pureza e uniformidade no produto final (4).

#### Conclusões

O estudo utilizou o método hidrotermal assistido por micro-ondas (HAM) para produzir nanopartículas de óxido de cério ( $\text{CeO}_2$ ). O HAM provou ser uma técnica eficaz, permitindo um controle preciso da temperatura e proporcionando várias vantagens, incluindo redução no tempo de síntese e maior controle na morfologia das partículas. Além disso, a aplicação de KOH como mineralizador mostrou-se benéfica. De acordo com a didática a energia de micro-ondas acelera as reações, garantindo produtos finais mais puros e uniformes. Esses resultados destacam o potencial do HAM na produção de materiais avançados, com aplicações em áreas como catálise e eletrônica (2). A pesquisa enfatiza a importância da sustentabilidade na síntese de nanomateriais, considerando o uso de solventes menos tóxicos e a redução de resíduos. Esse estudo contribui para o avanço da síntese de materiais inorgânicos e ressalta a relevância das técnicas de síntese avançadas no desenvolvimento de materiais com propriedades personalizadas. O HAM representa uma abordagem promissora para futuras inovações na área.

#### Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao CNPQ, CAPES, LIMAV, FAPEMIG e à UNIFEI por seu apoio fundamental em minha pesquisa, suas contribuições foram grande importância para o meu crescimento e desenvolvimento, permitindo-me alcançar meus objetivos e realizar pesquisas

significativas, muito obrigado pelo seu valioso suporte contínuo.

#### Referências

- 1- QUIRINO, M. R.; OLIVEIRA, M. J. C.; KEYSON, D.; NEIVA, L. S.; OLIVEIRA, J. B. L.; e GAMA, L. Síntese hidrotérmica assistida por micro-ondas do aluminato de zinco. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.7.3, p. 159–164, 2012.
- 2- OCAKOGLU, K. et al. Microwave-assisted hydrothermal synthesis and characterization of ZnO nanorods. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 148, p. 362-368, 2015.
- 3- MENG, Ling-Yan et al. The progress of microwave-assisted hydrothermal method in the synthesis of functional nanomaterials. **Materials Today Chemistry**, v. 1, p. 63-83, 2016.
- 4- MENG, L.-Y.; WANG, B.; MA, M.-G.; e LIN, K. -L. The progress of microwaveassisted hydrothermal method in the synthesis of functional nanomaterials. *Materials Today Chemistry*, v. 1, n. 2, p. 63-83, 2016.
- 5-MENG, Ling-Yan et al. The progress of microwave-assisted hydrothermal method in the synthesis of functional nanomaterials. **Materials Today Chemistry**, v. 1, p. 63-83, 2016.