

Estudo da exsolução de metais em matriz de óxido de cério para a produção de hidrogênio

Júlia Prudêncio Rodrigues, Emerson Luiz Veiga e Fabio Coral Fonseca
Centro de Células a Combustível e Hidrogênio – CECCO (IPEN)

INTRODUÇÃO

O uso crescente de combustíveis fósseis na geração de energia é um dos principais fatores que impulsionam as emissões de gases de efeito estufa, agravando significativamente os processos que levam ao aquecimento global. Diante dessa crise climática, a busca por fontes de energia alternativas e sustentáveis tem ganhado cada vez mais relevância, como o uso do gás hidrogênio (H_2), que emerge como um combustível limpo[1].

A produção de hidrogênio a partir de biocombustíveis, como o bioetanol, destaca-se como uma abordagem. O bioetanol pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de H_2 por meio de diversos processos termoquímicos, com destaque para a reforma a vapor do etanol (RVE). Tornar o bioetanol mais atraente e competitivo em relação aos combustíveis fósseis exige avanços tecnológicos, especialmente no desenvolvimento de catalisadores de nova geração. Nesse contexto, a pesquisa no desenvolvimento de catalisadores heterogêneos configura-se como uma estratégia importante para alcançar um desempenho eficiente na produção de H_2 via RVE.

Nesse contexto, compostos baseados em óxido de cério (CeO_2) têm se destacado como suportes ativos na fabricação de catalisadores heterogêneos. Para aprimorar ainda mais as propriedades catalíticas dos materiais à base de CeO_2 , nanopartículas metálicas podem ser incorporadas à superfície do óxido por meio de métodos de impregnação. Contudo, para evitar a rápida sinterização das partículas metálicas e a consequente desativação do catalisador, a síntese de nanopartículas por meio do

processo de exsolução surge como uma alternativa promissora[2-5].

OBJETIVO

Síntese e caracterização de catalisadores de níquel (Ni) exsolvido em matriz de óxido de cério (CeO_2) com propriedades otimizadas para a produção de hidrogênio (H_2) a partir da reação de reforma do etanol.

O método de síntese utilizado para esse estudo foi o hidrotermal assistido por microondas. Em sequência, o material foi submetido a um processo de redução à 800 °C sob fluxo de H_2 . A seguir as amostras resultantes foram caracterizadas pela análise de difração de raios X (DRX) - Rigaku modelo SmartLab- e sua atividade catalítica para a reforma a vapor do etanol foi testada de forma a avaliar a distribuição dos produtos.

A síntese das nanopartículas de céria (CeO_2) dopadas com Ni foi efetiva. Sua estrutura cristalina, do tipo CFC, foi confirmada pela análise de DRX, representada na figura 1. O difratograma permite verificar a eficiência do processo de exsolução das partículas, devido ao surgimento dos picos referentes ao níquel metálico.

A atividade catalítica e a distribuição dos produtos da RVE com o uso do catalisador NCO (Ni- CeO_2) estão mostrados na figura 2.

O catalisador apresenta uma conversão de etanol próxima de 80% e uma ótima taxa de

produção de H₂, em torno de 70% dos produtos.

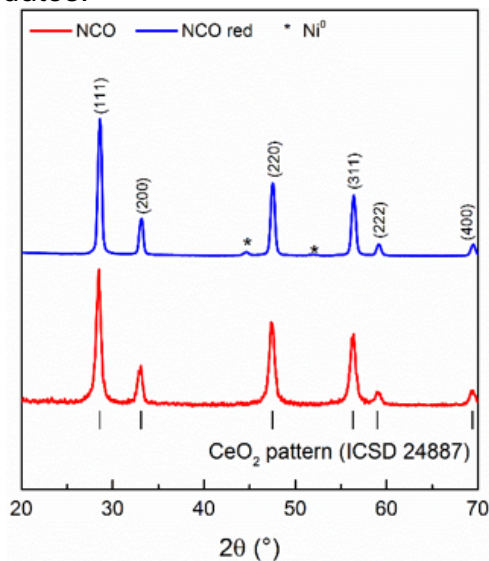


Figura 1. Padrões de difração de raios X (NCO = Ni-CeO₂).

Como produtos secundários há formação de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e acetaldeído. Com isso, é possível concluir que a reação favorecida é a de reforma (equação 1); há também ocorrência da reação de deslocamento gás-água (equação 2).

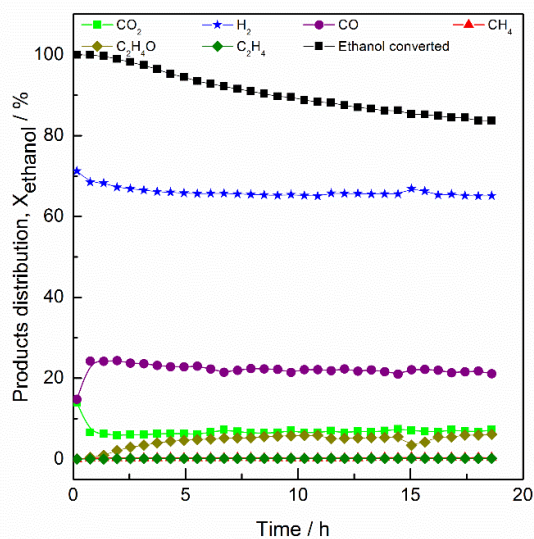
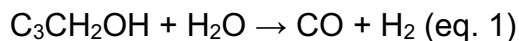


Figura 2. Testes de RVE à 600 °C para o

catalisador NCO.

A síntese de nanopartículas de céria dopadas com níquel (Ni-CeO₂) foi eficaz e a exsolução do níquel metálico eficiente. O catalisador demonstrou boa atividade catalítica para a reação de reforma do etanol com uma alta produção de hidrogênio.

[1] I. Manisalidis, E. Stavropoulou, A. Stavropoulos, E. Bezirtzoglou, Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review, **Front. Public Heal.** 8 (2020).

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

[2] W. Cai, F. Wang, E. Zhan, A. Vanveen, C. Mirodatos, W. Shen, Hydrogen production from ethanol over Ir/CeO₂ catalysts: A comparative study of steam reforming, partial **Catal.** 257 (2008) 96–107.

<https://doi.org/10.1016/j.jcat.2008.04.009>.

[3] M. Machado, L.N. Rodrigues, V.B. Vilela, T.S. Moraes, A.S. Ferlauto, F.C. Fonseca, Shape Control of Ceria Catalytic Supports for Enhanced Ethanol Reforming in Solid Oxide Fuel Cells, **ACS Appl. Energy Mater.**

7 (2024) 1766–1776.
<https://doi.org/10.1021/acsaem.3c02757>.

[4] C.D. Savaniu, J. Irvine, Intermediate Temperature SOFC Anode Component based on A-site Deficient La-doped SrTiO₃, **ECS Trans.** 25 (2009) 2213–2222.
<https://doi.org/10.1149/1.3205771>.

[5] A.J. Carrillo, L. Navarrete, M. Laqdiem, M. Balaguer, J.M. Serra, Boosting methane partial oxidation on ceria through exsolution of robust Ru nanoparticles, *Mater. Adv.* 2 (2021) 2924–2934.
<https://doi.org/10.1039/D1MA00044F>.

CNPq, CNEN