

DESENVOLVIMENTO DE CATALISADOR SELETIVO À FORMAÇÃO DE ACETALDEÍDO A PARTIR DE ETANOL, COMO PRODUTO INTERMEDIÁRIO DA REFORMA DO ETANOL COM VAPOR D'ÁGUA.

Claudinei Thomaz Junior (PIC/UEM), Gustavo Cesar Xavier Santana, Jhuan Carlos De Lívio De Almeida, Júlia Giacomelli, Isabela Dancini-Pontes (Coorientadora), Marcelino Luiz Gimenes (Orientador). E-mail: mlgimenes@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias / Processos Industriais de Engenharia Química

Palavras-chave: Desidrogenação; Reforma do etanol; Seletividade.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do catalisador Cu/SnO₂ na reforma do etanol com vapor d'água, visando a formação seletiva de acetaldeído. A reação foi realizada a 250 °C, com vazão de 1,312 mL/min e razão molar etanol:água de 1:10. Os resultados mostraram que, nas condições estudadas, o experimento não apresentou resultados animadores, havendo pouca formação de acetaldeído nas condições operacionais utilizadas.

INTRODUÇÃO

A reforma do etanol a vapor constitui um processo de grande relevância, pois possibilita a produção de hidrogênio a partir de uma fonte renovável, sendo uma alternativa ao uso de combustíveis fósseis (CIAMBELLI; PALMA; RUGGIERO, 2020). Nesse contexto, o acetaldeído destaca-se como intermediário fundamental, resultante principalmente da desidrogenação do etanol (HE; HIRATA; LIU; MIYAKE; OHIRA; SANO; SUZUKI, 2018). A seletividade para esse composto é determinante, uma vez que sua presença regula etapas subsequentes da reação e minimiza a formação de subprodutos indesejados, como coque e eteno, os quais comprometem a eficiência do processo (CIAMBELLI; PALMA; RUGGIERO, 2020). Para favorecer essa rota reacional, foi empregado um catalisador à base de Cu/SnO₂, desenvolvido com o objetivo de direcionar seletivamente a formação de acetaldeído, de modo a otimizar a reforma do etanol e maximizar a eficiência na geração de H₂ (AGUIAR; MEDEIROS, 2025). Essa estratégia permite o avanço no desenvolvimento de sistemas catalíticos mais eficientes e adequados às atuais necessidades de produção de energia limpa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo foi produzir o suporte de óxido de estanho, a partir de precipitação, dissolução em quantidade suficiente de água deionizada e SnCl₂·2H₂O, titulado com

NH_4OH para a precipitação. Deixou-se a solução repousando por 24 h. Após isso, o precipitado foi filtrado, lavado com água deionizada, seco em estufa e calcinado. Depois da pesagem, o nitrato de cobre ($Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) foi dissolvido em um béquer com água. A solução de nitrato dissolvido e o SnO , hidratados com água deionizada, foram inseridos em balão volumétrico, que foi acoplado a evaporador rotativo até que a água evaporasse e apenas restasse o catalisador sólido. Por fim, após 1 dia de estufa à $50^\circ C$, o catalisador foi submetido à calcinação em rampa de $10^\circ C/min$ até alcançar $500^\circ C$, permanecendo nesta por 1 h.

As caracterizações realizadas foram Difração de Raios-X, Dessorção de NH_3 a temperatura programada e Redução a temperatura programada.

Para a realização dos experimentos, foi utilizado um módulo reacional contendo um reator equipado com o catalisador Cu/SnO_2 , sendo empregadas 5 g do material. O procedimento se estendeu por dois dias, sendo o primeiro destinado à ativação do catalisador com uma mistura de N_2 e H_2 , cuja proporção foi controlada e monitorada. No segundo dia, realizou-se a reação propriamente dita, conduzida a $250^\circ C$, com uma solução de reagentes na proporção 1:10 etanol:água e vazão mássica de 1,312 mL/min, controlada pela bomba, juntamente ao N_2 o gás de arraste. Durante a reação, a cada hora foram coletadas amostras da fase gasosa para análise no cromatógrafo gasoso, como também amostras do líquido do condensador, que foram pesadas e analisadas no cromatógrafo líquido. O bolhômetro foi utilizado para monitoramento dos gases, e o condensador permitiu a coleta dos líquidos, garantindo o acompanhamento completo da reação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O difratograma de raios-X apresentou linhas difratográficas de SnO e SnO_2 . A redução ocorreu em duas temperaturas diferentes, a $250^\circ C$ referente à redução de Cu^{2+} a cobre metálico e a $340^\circ C$ referente a redução de SnO_2 . O teste de Dessorção de amônia indicou acidez praticamente inexistente.

A desidrogenação do etanol visando à produção seletiva de acetaldeído e hidrogênio, representada pela reação $C_2H_5OH \rightarrow CH_3CHO + H_2$, foi analisada com base nos dados experimentais obtidos. Apesar das análises realizadas, a seletividade para acetaldeído não foi satisfatória. A reação ocorreu predominantemente por vias de produção de dióxido de carbono, resultando em aproximadamente 85% de CO_2 e apenas 15% de acetaldeído.

Os resultados mostram que apesar de ocorrer desidrogenação do etanol, não ocorreu a desidrogenação seletiva esperada. A formação predominante de CO_2 , proporcionou a redução na produção de acetaldeído. Provavelmente, a baixa temperatura não favoreceu a seletividade de acetaldeído como o esperado.

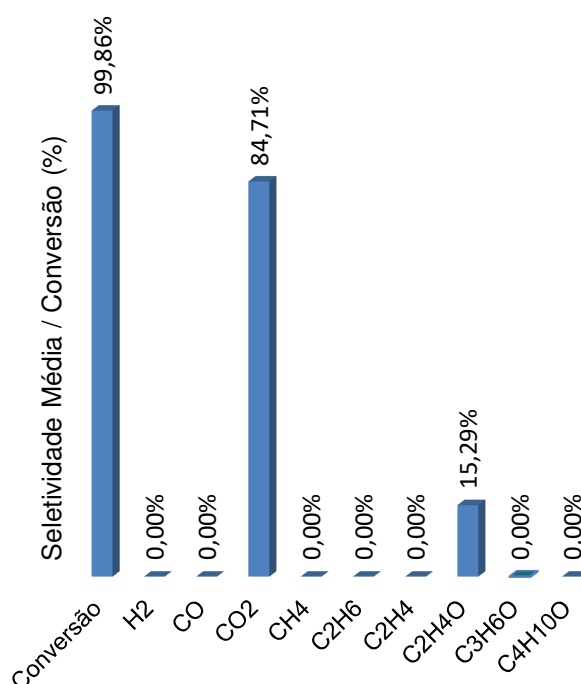


Figura 1 – Seletividade e conversão da solução a 250°C

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a desidrogenação do etanol a acetaldeído ocorreu a uma baixa seletividade, com predominância na formação de CO₂. Fatores como temperatura e vazão de reagentes mostram-se determinantes para justificar os resultados obtidos. Ajustes nessas condições podem favorecer a produção de acetaldeído e hidrogênio, constituindo um ponto importante para investigações futuras.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Universidade Estadual de Maringá-UEM, DEQ-UEM e ao LSPQ-UEM, por meio do Programa de Iniciação Científica (PIC).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Thais Akemi Anzai; MEDEIROS, Fernando Ehlert. **Síntese e caracterização de catalisadores que favoreçam rota seletiva a H₂ e CO₂ de reforma de etanol com vapor d'água.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2025.

CIAMBELLI, P.; PALMA, V.; RUGGIERO, A. Low temperature catalytic steam reforming of ethanol. 1. The effect of the support on the activity and stability of Pt

catalysts. **Applied Catalysis B: Environmental**, [S. l.], v. 96, n. 1-2, p. 18-27, 26 abr. 2010. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926337310000524>. Acesso em: 30 ago. 2025.

HE, D.; HIRATA, Y.; LIU, H.; MIYAKE, T.; OHIRA, M.; SANO, M.; SUZUKI, T. Catalytic performance and reaction pathways of Cu/SiO₂ and ZnO/SiO₂ for dehydrogenation of ethanol to acetaldehyde. **Journal of the Japan Petroleum Institute**, v. 61, n. 4, p. 205-212, 2018. Disponível em:
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpi/61/4/61_205/_article. Acesso em: 30 ago. 2025.