

CONVERSÃO TERMO-CATALÍTICA DE ETANOL PARA COMBUSTÍVEL DE AVIAÇÃO

Matheus Lisboa dos Santos

Ma. Gabriela Santanna Zanelli

Profa. Dra. Elisabete Moreira Assaf

IQSC/USP

matheuslisboa@usp.br

Objetivos

O setor de aviação é de extrema importância para a economia global, contudo é responsável pelo agravamento das questões ambientais, liberando cerca de 950 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera no ano de 2023¹.

Dentre as principais estratégias de descarbonização do setor, destacam-se os combustíveis sustentáveis de aviação (SAFs), os quais são obtidos de fontes renováveis de energia, com destaque para o etanol.

Apesar de pesquisas na área, a conversão de etanol em SAFs enfrenta desafios como a seletividade para os produtos e a complexidade de equilibrar diferentes vias reacionais fortemente influenciadas por catalisadores.

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar catalisadores de NiAl e CuZr na conversão termo-catalítica de etanol em combustível sustentável de aviação em uma única etapa.

Métodos e Procedimentos

Os catalisadores foram sintetizados pelo método de coprecipitação a partir dos nitratos para obter catalisadores com 10% em massa

dos de Ni e Cu. Para o catalisador de NiAl foram utilizados Ni(NO₃)₂.6H₂O e Al(NO₃)₃.9H₂O, e para o catalisador de CuZr, Cu(NO₃)₂.3H₂O e ZrO(NO₃)₂.

Soluções aquosas de 25 mL dos nitratos foram gotejadas sob agitação e temperatura ambiente em 100 mL de água destilada por 1 h e precipitados em pH 10 pela adição de NaOH 2 M. Os materiais foram filtrados e lavados com água destilada, secos em estufa a 70 °C por 24 h e calcinados a 400 °C por 3 h.

Os catalisadores tiveram suas propriedades físico-químicas analisadas por diferentes técnicas, análise termogravimétrica (TGA), temperatura programada de redução (TPR), difratometria de raios X (DRX) e fisissoração de N₂.

A reação foi realizada em batelada por 5 h num reator do tipo Parr nas temperaturas de 200 °C e 300 °C, utilizando 200 mg dos catalisadores e razão molar C₂H₅OH:H₂ de 1:0,5.

Resultados

A análise termogravimétrica revela características semelhantes para ambas as amostras, com uma perda de massa inicial correspondendo à desidratação, formando os óxidos, como mostrado na Figura 1.

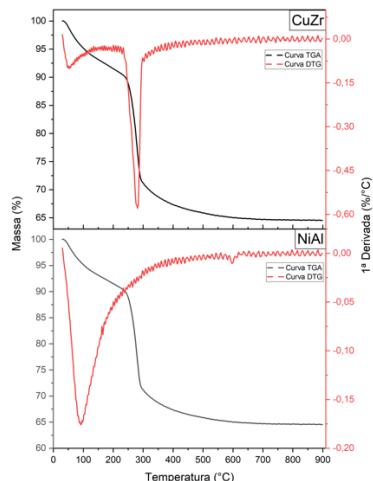


Figura 1: Gráfico de TGA e DTG dos materiais recém-preparados.

O TPR, Figura 2, mostra perfis de redutibilidade bastantes distintos.

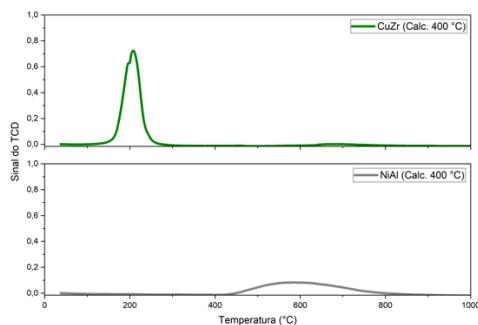


Figura 2: Curva de TPR para os catalisadores.

O NiAl apresenta um pico mais alargado em 585 °C, indicando NiO com forte interação com o suporte. Por sua vez, o pico intenso do CuZr em 205 °C, está relacionado à boa dispersão das partículas de CuO na superfície do suporte. A Figura 3 apresenta os resultados de conversão de etanol e seletividade para os produtos formados nas reações com e sem catalisadores.

Amostra	Pressão inicial (bar)	Pressão final (bar)	Conversão EtOH (%)	Produtos						
				CO ₂	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	CH ₄	CO	C ₆₊
Branco 200 °C	29	30	3,46	75,26	2,00	-	-	3,33	1,11	18,30
Branco 300 °C	30	30	62,2	82,32	11,19	4,30	2,19	-	-	-
NiAl 200 °C	26	22	31,90	6,57	3,60	5,76	-	80,88	3,19	-
NiAl 300 °C	40	44	99,6	23,36	-	3,06	-	73,58	-	-
CuZr 200 °C	22	20	10,93	10,73	17,98	30,46	11,11	4,93	-	24,79
CuZr 300 °C	39	42	68,6	35,43	30,99	26,90	-	1,71	-	4,97

O aumento de temperatura favorece a conversão de etanol, contudo a seletividade é fortemente influenciada pelo catalisador, com apenas o CuZr gerando hidrocarbonetos na faixa SAF, sugerindo o papel dos sítios de cobre no acoplamento C-C.

Conclusões

O diferente comportamento reacional dos materiais reflete suas características físico-químicas. Apesar da alta taxa de conversão de etanol, o catalisador de NiAl não foi capaz de produzir produtos de interesse. Por sua vez, o material de CuZr mostrou significativa seletividade para hidrocarbonetos C₆₊ de potencial aplicação como SAFs, sendo promissor para estudos futuros.

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Autor 1 e Autor 2 realizaram a coleta e análise de dados. Autor 3 concebeu e planejou o estudo. Todos os autores aprovaram a versão final do resumo.

Agradecimentos (opcional)

Agradecemos ao IQSC, à USP e à CAQI pelo financiamento e pelas análises prestadas.

Referências

IEA. Tracking Aviation. [S.I.]. 2025.