

# PESQUISA MOVIMENTA INOVAÇÃO. INOVAÇÃO MOVIMENTA O FUTURO.

XXVIII ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES E  
X MOSTRA ACADÊMICA DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

07 e 08 de OUTUBRO de 2020  
UCS CAMPUS-SEDE - CAXIAS DO SUL



UCS  
UNIVERSIDADE  
DE CAXIAS DO SUL  
PESSOAS EM  
MOVIMENTO

PROBITI –  
FAPERGS

## ESTUDO SOBRE O EFEITO DA ATIVAÇÃO DE CATALISADOR NiO/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> COM H<sub>2</sub> PRODUZIDO COM ULTRASSOM Projeto maienita

Autores: Willian Belincanta Ribeiro, Christian Manera, Marcelo Godinho (orientador)



### INTRODUÇÃO / OBJETIVO

O crescimento acentuado no consumo mundial de energia é um dos maiores desafios da atualidade. A demanda energética global é suprida por fontes fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural. Neste contexto, as fontes de energia biomássicas destacam-se como uma fonte de energia renovável e limpa. Os processos de conversão de biomassa em energia podem ser divididos em termoquímicos (gaseificação, pirólise e liquefação) e biológicos (digestão anaeróbia). A gaseificação é um processo de oxidação parcial da biomassa por um agente gaseificante que tem como produto um gás combustível composto basicamente por CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, hidrocarbonetos leves e alcatrão.

O maior obstáculo enfrentado na geração de energia a partir da gaseificação de biomassa são os problemas relacionados ao alcatrão produzido no processo. A condensação do alcatrão presente no gás combustível ocasiona uma série de complicações e problemas operacionais em equipamentos como turbinas e motores de combustão interna (DEVI; PTASINSKI; JANSSEN, 2003). Além disso, a produção do alcatrão representa um desperdício da energia contida na biomassa, contrariando a característica sustentável que o processo representa. Atualmente, duas abordagens são amplamente utilizadas para remoção do alcatrão: absorção de gases e craqueamento catalítico (LONG et al., 2012). O craqueamento catalítico do alcatrão é uma abordagem promissora do ponto de vista econômico, pois aumenta a eficiência energética global do sistema, pela conversão do alcatrão em hidrocarbonetos leves, evitando também a geração de um efluente líquido.

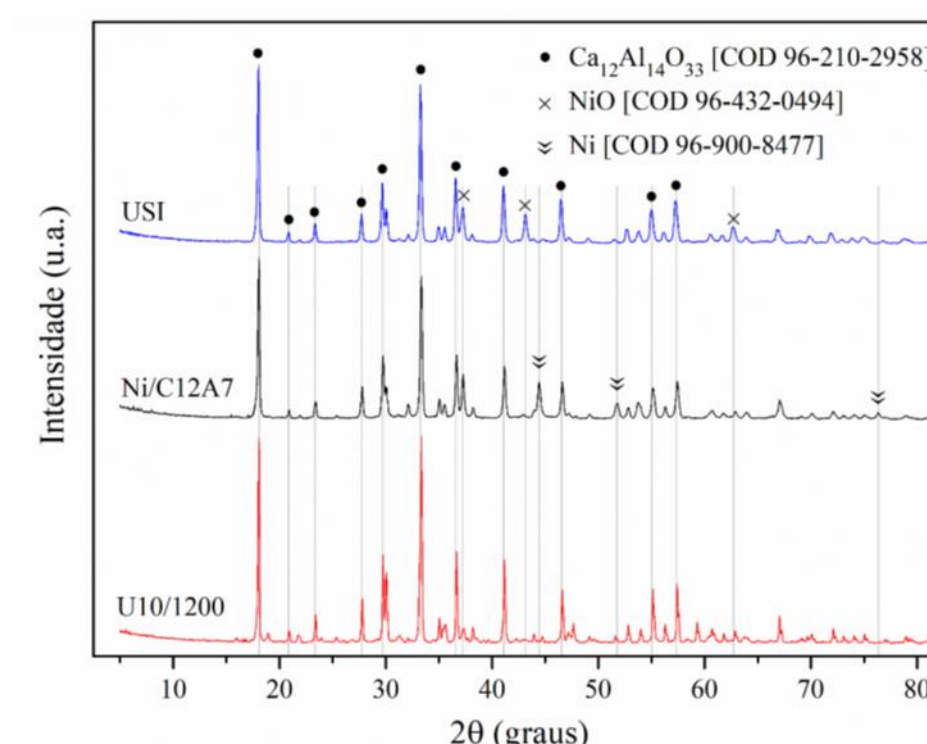
O presente trabalho tem como objetivo o estudo sobre o efeito da ativação de catalisador NiO/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> com H<sub>2</sub> produzido com ultrassom.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra difratogramas das amostras produzidas por ultrassom (USI), após o processo de redução de níquel. Os aluminatos de cálcio Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, CaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> não foram apontados no difratogramas, embora estejam presentes em todas as amostras.

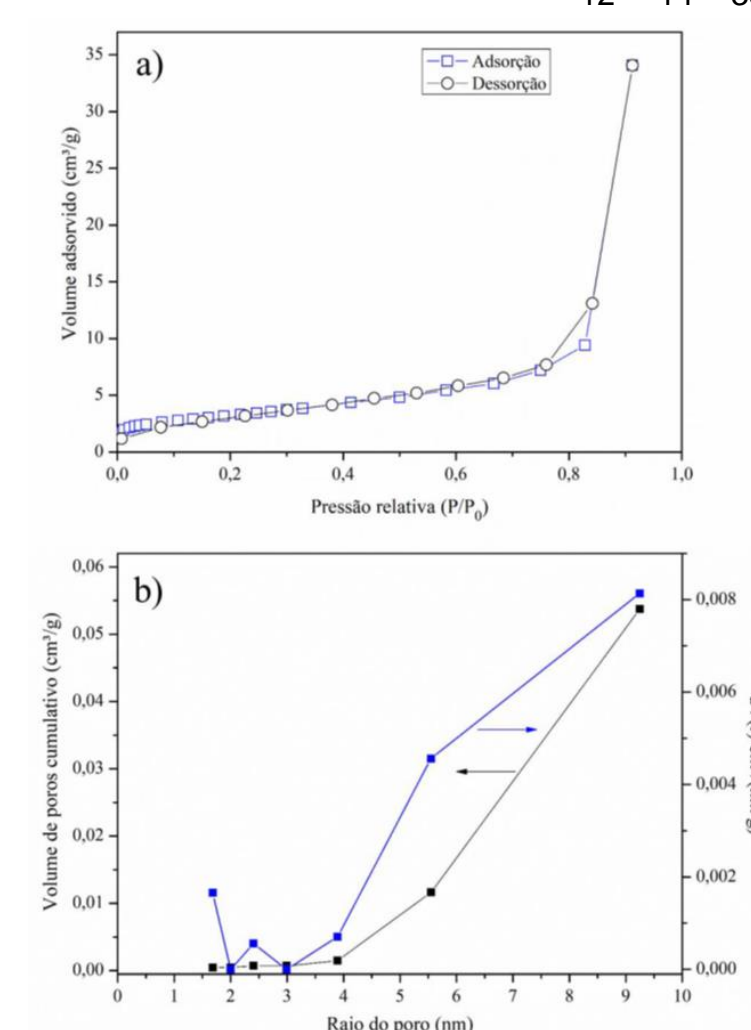
A redução de NiO para Ni metálico fica evidente no difratogramas que ocorreu de modo eficiente. Observou-se, também, que o suporte mantém um padrão de difração similar ao longo das diferentes etapas de produção do catalisador, apenas com alterações referentes às espécies contendo níquel. A diminuição na intensidade dos picos relativos a maienita é um indicativo de diminuição da cristalinidade e consequente aumento de fase amorfa, que tem como efeito o aumento da área superficial do material impregnado.

Figura 3 - Análise de DRX do catalisador reduzido Ni/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> (Ni/C12A7) em comparação as amostras USI e U10/1200



A Figura 4 apresenta a isoterma de adsorção de N<sub>2</sub> no catalisador Ni/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub>. Conforme a classificação proposta por Brunauer et al. (1940), o catalisador apresentou uma isoterma de adsorção do tipo II, característica de materiais macroporosos, que permitem a adsorção em multicamada sem um limite definido (ROUQUEROL et al., 2013). De acordo com Thomas e Crittenden (1998), a isoterma do tipo II é característica de materiais que contêm uma distribuição de tamanho de poros ampla. Na distribuição de tamanho dos poros do catalisador (Figura 24b), observa-se que os poros do material estão compreendidos majoritariamente na região acima de 4 nm de raio, já que os poros menores que 4 nm apresentam uma contribuição pequena no volume total, apresentado pela curva preta.

Figura 4 - a) isoterma de adsorção de N<sub>2</sub> e b) distribuição dos tamanhos dos poros pelo método BJH do catalisador Ni/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub>



### EXPERIMENTAL

Após a calcinação o níquel impregnado no suporte foi reduzido a níquel metálico (Ni<sup>0</sup>), conforme reação apresentada pela Equação 1. A redução foi realizada em um reator tubular vertical, apresentado pela Figura 1, sob fluxo de H<sub>2</sub> (10% v/v) diluído em N<sub>2</sub> com 8 g de NiO/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> por batelada. A redução foi realizada na temperatura de 825 °C por 3 h. A temperatura de redução foi atingida com uma taxa de aquecimento de 20 °C·min<sup>-1</sup>. A vazão de gás redutor foi mantida em 50 mL·min<sup>-1</sup>.

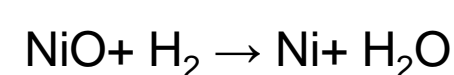
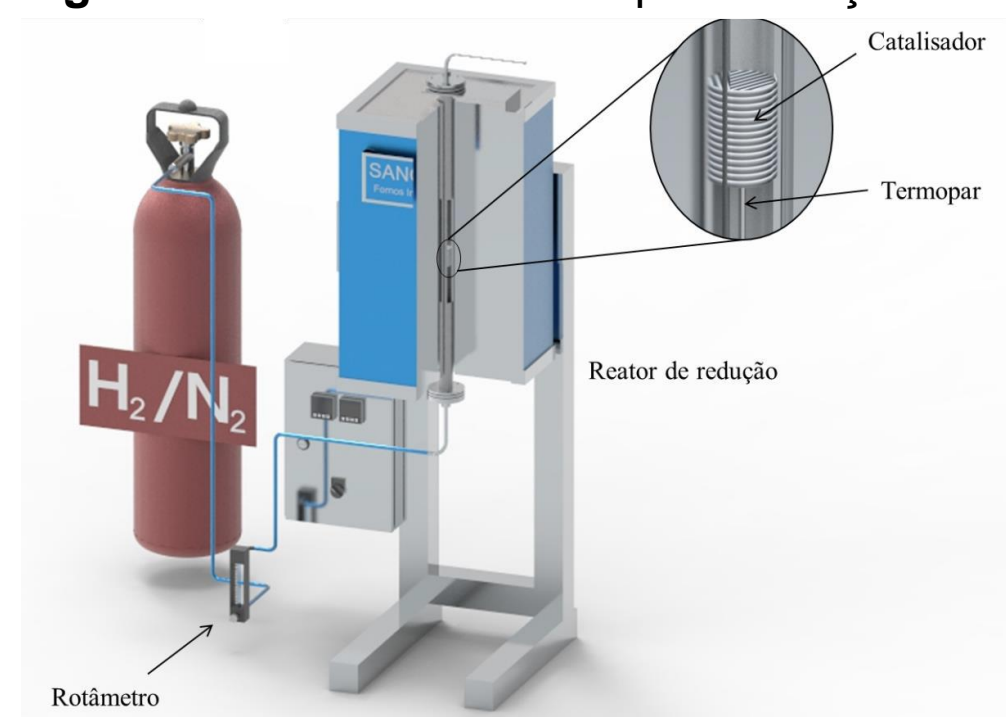
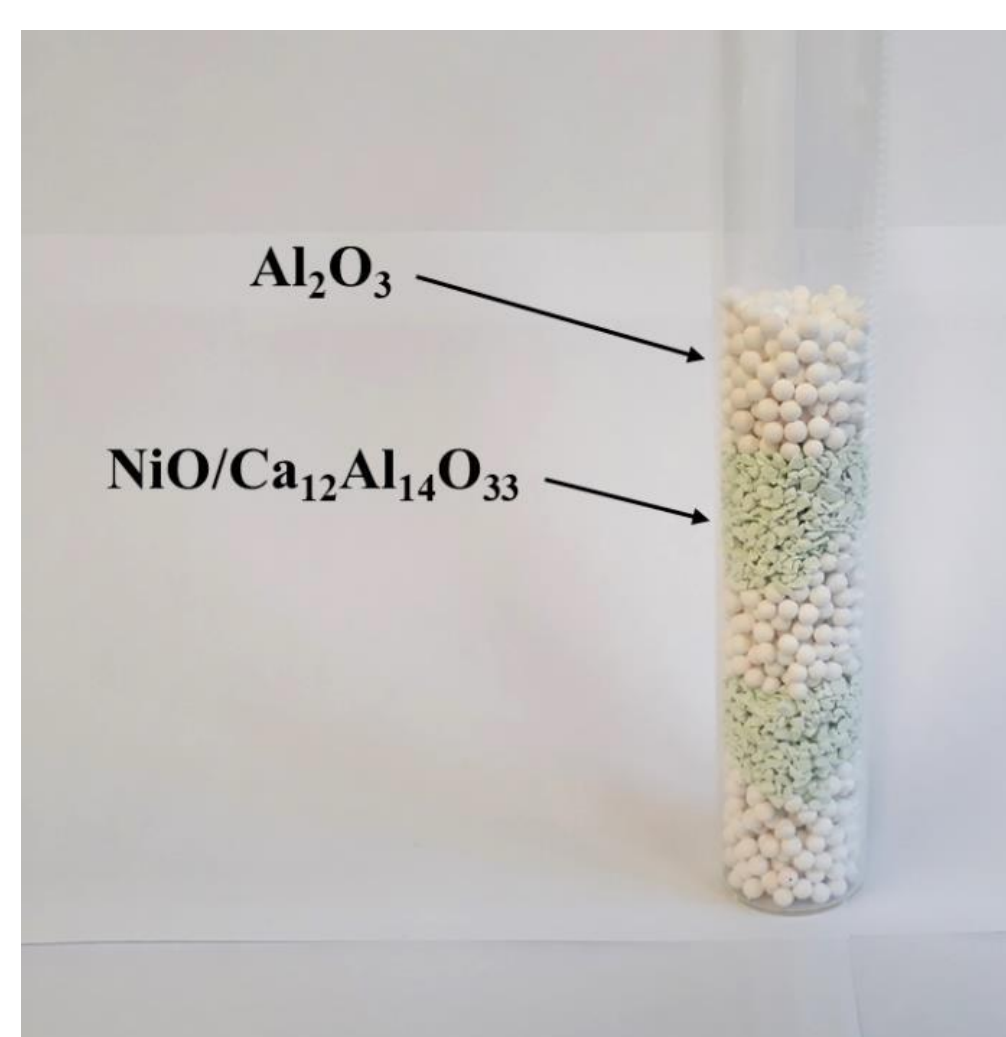


Figura 1 – Sistema utilizado para redução de Ni



O material foi disposto no leito reacional em 2 frações de 4 g, alternadas por 3 colunas de esferas de alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) com diâmetro médio de 4,8 mm, cada coluna medindo 3 cm de altura com aproximadamente 25 g de material. A alumina foi utilizada com a função de dispersar o gás redutor evitando a formação de caminhos preferenciais no leito. A Figura 2 ilustra a disposição do catalisador no interior do reator. O catalisador foi caracterizado por DRX e área superficial específica.

Figura 2 – Disposição catalisador NiO/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> no reator para processo de redução



### CONCLUSÕES

A ativação mostrou-se importante para a propriedade textural do catalisador em que o tamanho dos poros influencia nas reações catalíticas já que determina o tamanho dos reagentes e produtos que podem entrar e sair dos sítios ativos do catalisador. Compostos como o tolueno e fenol apresentam tamanho molecular de 0,70 e 0,66 nm, respectivamente. Sendo assim, toda área superficial do catalisador, incluindo a interna, é relevante para as reações de craqueamento, proporcionando a alteração na composição do alcatrão para hidrocarbonetos leves. O catalisador produzido apresentou propriedades similares ao catalisador Ni/Ca<sub>12</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>33</sub> produzido por a partir de alumina e acetato de cálcio e impregnado com níquel por meio de impregnação úmida.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNAUER, S.; DEMING, L. S.; DEMING, W. E.; TELLER, E. On a theory of the van der Waals adsorption of gases. *Journal of the American Chemical Society*, v. 62, n. 7, p. 1723-1732, 1940.
- ROUQUEROL, J.; ROUQUEROL, F.; LLEWELLYN, P.; MAURIN, G.; SING, K. S. W. *Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications*. 2.ed. [S. l.]: Academic Press, 2013. 646 p.
- THOMAS, W. J.; CRITTENDEN, B. D. *Adsorption technology and design*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. 271 p.
- DEVI, L.; PTASINSKI, K. J.; JANSSEN, F. J. G. A review of the primary measures for tar elimination in biomass gasification processes. *Biomass and Bioenergy*, v. 24, n. 2, p. 125-140, 2003.
- LONG, R. Q.; MONFORT, S. M.; ARKENBERG, G. B.; MATTER, P. H.; SWARTZ, S. L. Sulfur tolerant magnesium nickel silicate catalyst for reforming of biomass gasification products to syngas. *Catalysts*, v. 2, n. 2, p. 264-280, 2012.