

# Desenvolvimento e Construção de um sistema para avaliação de catalisadores para a reforma a vapor do etanol visando à produção de hidrogênio

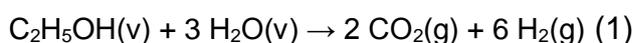
Adenilson Almeida Silva e Estevam Vitorio Spinacé  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

A preocupação com o aumento na emissão de poluentes ao meio ambiente nos últimos anos tem aumentado os esforços no sentido do desenvolvimento de tecnologias limpas e eficazes para produção de energia, tanto para produção de energia automotiva como para geração de energia elétrica estacionária. Portanto, o desenvolvimento de tecnologias alternativas e mais eficientes do ponto de vista energético e ambiental deve ser de interesse para a sociedade como um todo. As células a combustível são dispositivos eletroquímicos que convertem energia química de um combustível diretamente em energia elétrica e calor e são consideradas uma tecnologia promissora para produção de energia pela sua alta eficiência energética. As células de baixa temperatura de operação do tipo PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) utilizando hidrogênio como combustível apresentam eficiência elétrica da ordem de 40-50% [1].

A produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis tem sido um tema de grande interesse nas últimas décadas. Para o Brasil, o uso de etanol proveniente da cana de açúcar possui um grande potencial para a produção de hidrogênio, pois o etanol possui um alto teor de hidrogênio e uma boa infraestrutura para sua distribuição. O processo mais utilizado para a obtenção de hidrogênio a partir de hidrocarbonetos provenientes de fontes fósseis ou renováveis é o processo de reforma a vapor, onde a fonte de hidrogênio é convertida em um reator catalítico em uma mistura de gases onde predomina o hidrogênio [2-4]. A reação

global de produção de hidrogênio a partir da reforma a vapor de etanol (Eq. 1) leva à formação de 6 mols de H<sub>2</sub> por mol de etanol:



Dependendo das condições reacionais temperatura, pressão, tipo de catalisador e razão etanol / água outros subprodutos (CO, CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>CHO, CH<sub>3</sub>COOH, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, etc.) podem ser formados além de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> [2-4].

## OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a construção de um sistema de testes catalíticos para a avaliação de catalisadores para a reforma a vapor do etanol visando à produção de hidrogênio.

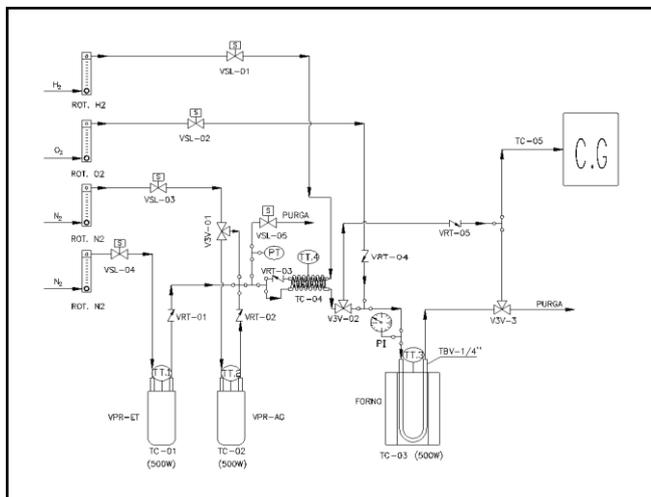
## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do sistema para avaliação de catalisadores na reforma a vapor do etanol serão efetuadas as seguintes etapas: Projeto, construção, testes de funcionalidade e de segurança do sistema.

## RESULTADOS

Inicialmente foram definidos os parâmetros e equipamentos necessários para a montagem do sistema de testes catalíticos. Para realizamos o processo de reforma a vapor do etanol inicialmente é necessário aquecer uma mistura água: etanol na proporção de 3:1 a qual é carregada na forma de vapor ao reator catalítico utilizando um gás de arraste (N<sub>2</sub>). O reator catalítico será aquecido por um forno com controle de

temperatura. A mistura etanol-água passa no leito catalítico a temperatura desejada ocorrendo à formação dos produtos, os quais devem ser posteriormente analisados por cromatografia a gás (CG); um esquema é mostrado na Fig 1.



*Fig. 1 Esquema do equipamento de testes catalíticos para a reação de reforma a vapor do etanol*

As válvulas três vias (V3V-01, V3V-02 e V3V-03) são específicas para direcionar os fluxos dos gases para cada aplicação de uso: ativação do catalisador, calibração do cromatógrafo (CG), operação de reforma e limpeza do sistema. As válvulas de retenção (VRT-01, VRT-02, VRT-03, VRT-04 e VRT-05) servem para garantir que os gases passem em um único sentido, garantindo a segurança do sistema. Existem dois sistemas de vaporização para o etanol (VPR-ET) e para a água (VPR-AG) que são aquecidos até a temperatura de ebulição de ambos, que são arrastados pelo gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) para o sistema, pela tubulação de inox até se encontrarem na resistência (TC-04) que estará aquecida na temperatura de trabalho. Essa resistência tem a forma de uma espiral para garantir que a mistura dos gases seja homogênea antes de entrar no leito catalítico. Após a mistura

dos gases e antes de entrar no leito catalítico (localizado dentro do forno) temos um manômetro (PI) para visualizar a pressão de trabalho da reforma. Caso haja alguma obstrução no reator, sua pressão aumentará e será visualizada no manômetro (PI). Entre a saída do reator e o cromatógrafo a gás a linha de gás deverá ser mantida aquecida para evitar a condensação dos produtos formados. Para isso existe uma resistência (TC-05) para manter a tubulação aquecida.

## CONCLUSÕES

*O projeto de construção do reator para estudos de catalisadores nas reações de reforma a vapor do etanol foi concluído nesta primeira etapa do projeto. A maior parte do material necessário para sua construção também já foi adquirido e agora daremos início a etapa de construção.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [73] B. C. H. Steele, A. Heinzl, Materials for uel-cell technologis, Nature 2001, 414, 345-352
- [74] M. Ni, D.Y.C. Leung, M.K.H. Leung, A review on reforming bio-ethanol for hydrogen production, International Journal of Hydrogen Energy 2007, 32, 3238 – 3247
- [75] A. Bshish, Z. Yaakob, B. Narayanan, R. Ramakrishnan, A.Ebshish, Steam-reforming of ethanol for hydrogen production, Chemical Papers 2011, 65, 251–266
- [76] M. Munoz, S. Moreno, R. Molina, Promoting effect of Ce and Pr in Co catalysts for hydrogen production via oxidative steam reforming of ethanol, Catal. Today 2013, 213, 33– 41

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq.