

## Análise Termodinâmica de Sistemas de Refrigeração com Injeção de Vapor e Tanque Flash

Larissa P. Titato\*, Amanda K. Machado, José Vicente H. d'Angelo - Faculdade de Engenharia Química

### Resumo

Este projeto apresenta uma análise termodinâmica do desempenho de ciclos de refrigeração com injeção de vapor e tanque flash, utilizando refrigerantes puros NH<sub>3</sub>, R600a e R32 e misturas CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>/R600a e R1270/R600a. Estes sistemas foram simulados e analisadas as influências da composição das misturas e da razão de expansão na válvula superior sobre: COP, vazão mássica de refrigerante, "glides" de temperatura e potência de compressão.

### Palavras-chave:

Refrigeração, Simulação, Tanque flash.

### Introdução

Sistemas de refrigeração apresentam vasta aplicação nos ramos industrial, residencial e comercial. São grandes consumidores de energia, requerendo operação em condições otimizadas, devido aos impactos ambientais e econômicos. Nesse contexto, ressalta-se a importância do estudo de diferentes configurações dos sistemas de refrigeração e da utilização de novos fluidos refrigerantes, com destaque para a aplicação do sistema de injeção de vapor com tanque flash (FTVI).

O projeto teve como objetivo o estudo de refrigerantes puros e misturas para aplicação em um sistema de injeção de vapor com tanque flash. Foram analisados os refrigerantes puros NH<sub>3</sub>, R600a e R32 e as misturas CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>/R600a e R1270/R600a, sendo suas escolhas fundamentadas em parâmetros ambientais (ODP e GWP), operacionais e econômicos.

Os sistemas foram simulados em diferentes condições operacionais por meio do software Aspen Hysys®, sendo o desempenho avaliado com base no parâmetro COP ("Coefficient of Performance"). A simulação destes sistemas permite uma análise ampla da influência de diferentes parâmetros operacionais, frente às variações na composição das misturas e na razão de expansão da válvula superior do sistema.

### Resultados e Discussão

São apresentados os resultados para o sistema CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub>, o qual obteve o melhor desempenho. A Figura 1 apresenta um esquema do ciclo e as Figuras 2 e 3 o comportamento do COP e da vazão mássica, respectivamente, ambos em função da composição da mistura e das razões de expansão da válvula.

O melhor desempenho é obtido para uma fração mássica de NH<sub>3</sub> entre 0,3-0,4 com uma abertura de 50% na válvula, sendo cerca de 12% superior ao obtido para o ciclo de compressão de vapor convencional (VCC).

Para a vazão mássica, observa-se seu decaimento com o aumento da fração mássica de NH<sub>3</sub>, uma vez que esta substância possui um maior calor latente de ebulição em relação ao R600a. Desse modo, aumentar sua fração permite uma melhor troca térmica, exigindo uma menor vazão de refrigerante (d'Angelo *et. al.*, 2016).

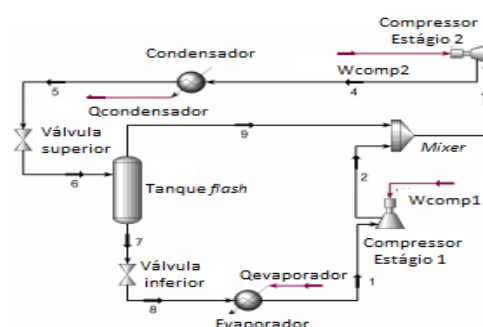


Figura 1: Esquema do ciclo simulado.

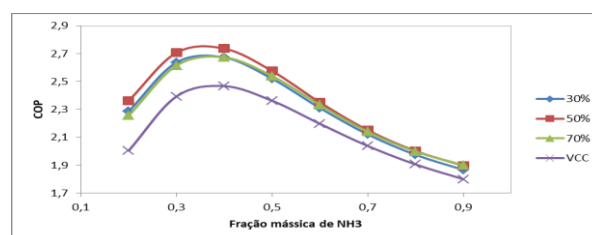


Figura 2: COP em função da fração mássica de NH<sub>3</sub> e das difentes razões de expansão na válvula.

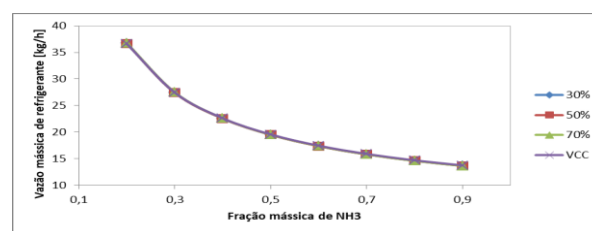


Figura 3: Vazão mássica de refrigerante em função da fração de NH<sub>3</sub> e das razões de expansão na válvula.

### Conclusões

Nota-se que o COP apresentado pelo sistema FTVI é superior ao obtido com o sistema VCC. Existe uma relação inversamente proporcional entre a vazão mássica e a fração de amônia, devido ao seu maior calor latente. Por fim, o melhor desempenho encontrado refere-se a uma fração de NH<sub>3</sub> entre 0,3-0,4 para uma abertura de válvula de 50%.

### Agradecimentos

À FAPESP (Processo 2016/25471-4).

\* D'Angelo, J. V. H.; Araujo, H.V.; Ling, J.; Aute, V.; Rademacher, R. . *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, 2016.