



## Avaliação do Desempenho de Sistemas de Refrigeração em Cascata Utilizando Dióxido de Carbono.

Victor P. Silva\*, José Vicente H. d'Angelo - Faculdade de Engenharia Química

### Resumo

O presente trabalho avaliou o desempenho termodinâmico de duas configurações de um sistema de refrigeração em cascata operando com refrigerantes naturais. Esta avaliação foi feita por meio do coeficiente de desempenho (COP) do ciclo bem como de outras variáveis que determinam custos de operação.

### Palavras-chave:

Refrigeração em cascata, Simulação, Dióxido de carbono

### Introdução

Sistemas de refrigeração em cascata (SRC) são utilizados quando a temperatura de refrigeração desejada é muito baixa e o sistema de um único estágio não é capaz de atingi-la, ou, quando atinge, a eficiência é muito baixa devido ao aumento das irreversibilidades. O sistema em cascata opera com dois ciclos diferentes: o ciclo de alta temperatura (CAT) e o de baixa (CBT). (Dincer e Kanoglu, 2010).

O objetivo principal deste trabalho é otimizar um SRC operando com misturas de refrigerantes naturais com foco no CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) o qual estará sempre presente no sistema em pelo menos um dos estágios do ciclo cascata, puro ou combinado com outro refrigerante.

### Resultados e Discussão

Foram estudados dois sistemas termodinâmicos diferentes, o ciclo de compressão de vapor tradicional (VCC) e o mesmo ciclo com um trocador de calor interno (VCC-IHX). As simulações foram realizadas por meio do software Aspen Hysys v10, sendo utilizada a equação de estado Peng-Robinson-Stryek-Vera como pacote termodinâmico, por apresentar bons resultados para os sistemas avaliados. O desempenho do VCC foi avaliado por meio do COP (*coefficient of performance*) e do VCC-IHX por meio de uma comparação com o tradicional VCC. A Figura 1 mostra o comportamento do COP em função da fração mássica de CO<sub>2</sub> com NH<sub>3</sub> (amônia), e do sistema CO<sub>2</sub>-propeno. A Tabela 1 compara o COP e a vazão mássica de refrigerante dos dois sistemas estudados operando com CO<sub>2</sub> e amônia. Analisando a Figura 1, é possível verificar que a utilização de misturas aumenta o COP para ambos os pares de refrigerantes se comparando com os refrigerantes puros, resultado este que justifica uma possível implementação do sistema operando com misturas de refrigerantes. Na Tabela 1 verificou-se que o COP do VCC-IHX diminui um pouco com relação ao VCC, mas, em contra-partida, a vazão de refrigerante diminui consideravelmente e, conseqüentemente, a dimensão do sistema.

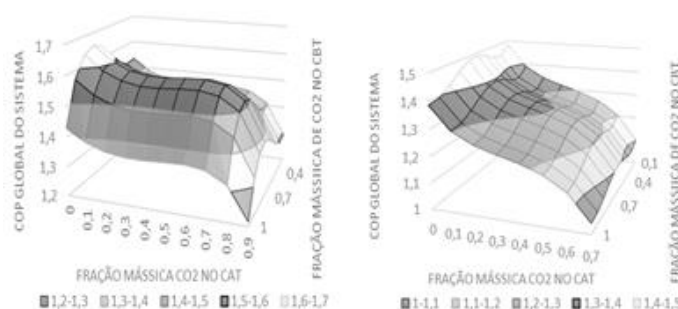


Figura 1. COP do VCC operando com CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub>/Propeno, da esquerda para direita.

Tabela 1. Comparação entre VCC e VCC-IHX.

CAT			
	VCC	VCC-IHX	Dif. (%)
COP	1,43	1,401	2,03
Vazão (kg/s)	458,2	437,32	4,56
CBT			
	VCC	VCC-IHX	Dif. (%)
COP	1,43	1,3830	3,28
Vazão (kg/s)	1730	1452,34	16,05

### Conclusões

Concluiu-se que o uso de misturas em um ciclo em cascata apresentou melhor desempenho termodinâmico, pelo critério do COP, que ciclos com refrigerantes puros e, além disso, que o uso de um trocador de calor interno reduz consideravelmente a quantidade de refrigerante utilizada no sistema.

### Agradecimentos

Ao professor José Vicente pelo apoio. Ao CNPq pela bolsa concedida e pelo suporte à pesquisa que tanto contribui para o desenvolvimento do país.

<sup>1</sup> Dincer, I. e Kanoglu, M. "Refrigeration Systems and Applications", 2a ed, John Wiley and Sons, 2010.