

## 6. Conclusões e sugestões

Dos resultados apresentados no capítulo anterior, chegou-se às seguintes conclusões.

### 1. Sobre a Capacidade de resfriamento

A capacidade de resfriamento da pasta de gelo aumenta com a quantidade da fração gelo inicial na entrada do trocador. Pode-se obter ganhos na capacidade de resfriamento da ordem de 20 a 30%, com frações de gelo iniciais da ordem de 14%.

### 2. Sobre o Coeficiente global de troca de calor

Considerando fixa a fração de gelo, o fator dominante para o valor do coeficiente global de troca de calor é a vazão mássica da pasta de gelo, assim como a vazão da água, comparando com os parâmetros de temperatura de entrada da carga térmica, e a condição de troca (correntes paralelas ou opostas).

Ao aumentar a fração de gelo, o coeficiente global de troca de calor diminui consideravelmente, tendo variações da ordem de 25% para frações de gelo da ordem de 0,14 presente na mistura, sendo um parâmetro determinante.

Uma forte variação do coeficiente global de troca de calor é devido à vazão mássica da pasta de gelo. Para uma variação de 0,215 para 0,128kg/s, com uma fração de gelo de 0,11 o coeficiente global de troca diminui de 1625 a 1250  $W/m^2.K$  (23%), mantidas as outras condições de operação conforme apresentadas.

O efeito de diminuir a temperatura de entrada de água se faz visível, para certa condição inicial de fração de gelo, na diminuição no coeficiente global de troca de calor.

Mesmo que a condição de troca de calor (contra-corrente ou correntes paralelas) não tenha efeito marcante sobre o coeficiente global, o modo em contra-corrente sempre se apresenta mais efetivo, no que diz respeito à capacidade do trocador de calor.

Para uma mesma carga térmica, ao aumentar a fração de gelo, o coeficiente global de troca de calor diminui. Testes mostraram uma variação da ordem de 30% para frações de gelo de 0,11; e de 35% para 0,14; mantidas condições similares na temperatura de entrada dos fluidos, nos testes.

### *3. Diminuição na vazão mássica necessária ao utilizar a pasta de gelo*

Utilizando-se a pasta de gelo no lugar de uma solução aquosa (ou água), em condições similares (de temperaturas de entrada e saída, e da vazão mássica para a água), consegue-se uma diminuição na vazão mássica. Pode-se reduzir a vazão para 87% com uma fração inicial de gelo de 0,11; e para um 75% com 0,14.

### *4. Correlações para o número de Nusselt*

Encontraram-se correlações adimensionais para a transferência de calor com e sem mudança de fase, para o trocador de calor de placas estudado.

Para a solução sem cristais obteve-se um comportamento similar à água, segundo a relação do número de Nusselt com respeito ao número de Reynolds, encontrando-se uma correlação válida -equação (46)- para trocadores de calor de placas a qual tem uma boa referência de ao se comparar com a expressão encontrada por Bassiouny, equação (57).

As correlações encontradas para o número de Nusselt para a pasta de gelo não foram as melhores, devido ao baixo fator de correlação dos resultados experimentais (equações 47 a 49).

O número de Nusselt fica diminuído de maneira significativa na presença de cristais de gelo na mistura, já que o valor do número de Reynolds para a pasta de gelo começa a diminuir para valores maiores de frações de gelo.

##### *5. Queda de Pressão e fator de Atrito*

O aumento da vazão mássica da pasta de gelo origina uma queda de pressão de maneira linear, segundo a faixa de estudos pesquisada.

O aumento da fração de gelo na entrada do trocador de calor influi diretamente no aumento das perdas de carga no mesmo.

O fator de atrito diminui com a vazão mássica da pasta de gelo no sistema. Para maiores valores da fração de gelo o atrito tende a aumentar, para uma dada vazão mássica.

Obteve-se um aceitável fator de correlação para as expressões do fator de atrito em função ao Reynolds. Para valores similares do número de Reynolds, o valor do coeficiente de atrito diminui como o aumento da fração de gelo.

## Sugestões

1. Os trocadores de calor, ao trabalhar com líquido-líquido, apresentam maior efetividade quando a relação das taxas de capacidade é igual à unidade. Das condições dos testes se recomendaria realizar estudos para condições similares, aumentando-se a vazão mássica da água para tentar obter a referida condição.
2. Realizar estudos para frações de gelo maiores, a fim de estudar o potencial de resfriamento da pasta de gelo no trocador de calor de placas para estas condições.
3. Realizar os testes para uma faixa um pouco maior de fração de gelo, possibilitando incluir a fração de gelo nas correlações de Nusselt e do fator de atrito, assim como se encontraram no presente trabalho.
4. Ter em conta para novos testes que, segundo as condições de entrada de água consideradas no presente trabalho, fez que o número de Prandtl ficasse quase constante o que limita verificar a dependência do número de Nusselt em relação ao mesmo.