

RESFRIAMENTO DE TUBOS DE COBRE ATRAVÉS DA EBULIÇÃO DO R-141B

P. H. M. Sincero (1), S. P. Rocha (1), J. C. Passos (1).

(1) Departamento de Engenharia Mecânica, CTC, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Bloco B, cp 476, cep 88040-900.

Palavras chaves: ebulição, coeficiente de transferência de calor.

RESUMO

Tubos microaletados são utilizados em evaporadores de sistemas de refrigeração e de condicionamento de ar a fim de permitir a obtenção de equipamentos mais compactos. Quando comparados a tubos lisos, os tubos microaletados fornecem coeficientes de transferência de calor em ebulição nucleada bem maiores, em razão do aumento da área de superfície de transferência de calor e intensificação local da ebulição.

O estudo criterioso do fenômeno da ebulição nestes processos de transferência de calor aumenta fortemente a eficiência dos equipamentos fazendo com que seus custos de fabricação, instalação e manutenção fiquem reduzidos.

Para este experimento serão usadas duas seções de teste, sendo a única diferença entre elas é o tubo, que em uma será ranhurado e na outra liso. As dimensões do tubo são de 13 mm de diâmetro e 40 mm de comprimento. Estes tubos são encaixados em um cilindro oco de PVC de comprimento igual a 50mm e diâmetro de 41 mm, sendo que a parte oca foi isolada com poliuretano expandido.

Para a medição de temperaturas foram posicionados 9 termopares em vários pontos do experimento (Figura 1). Sendo que 4 destes se encontram na parede do tubo, 2 estão no isolamento da seção de teste e os 3 restantes estão no banho de R141b.

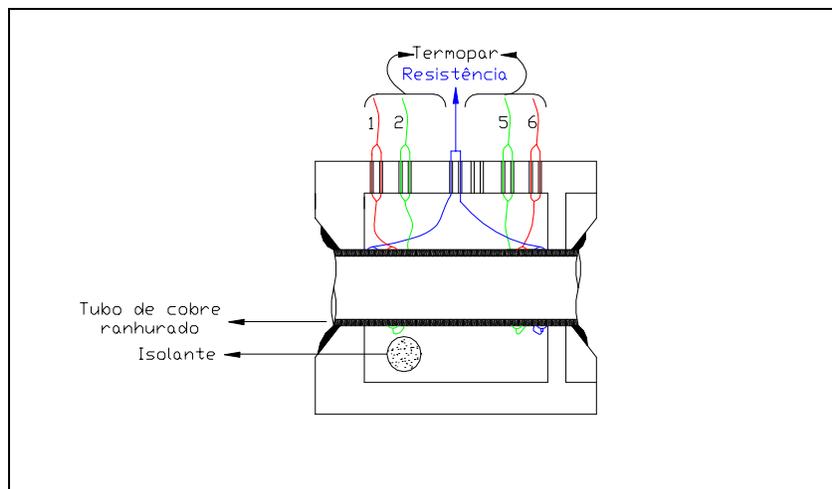


Figura 1: Disposição dos termopares e ligação da resistência elétrica na seção de teste

Com a seção de teste posicionada, foram passados todos os fios dos termopares, assim como os cabos de alimentação da resistência elétrica. Em seguida a cuba recebeu um volume de R141b, em torno de 5 litros. Concluídas estas etapas, foram feitas as ligações para a fonte de alimentação e para o sistema de aquisição de dados. Neste momento já era possível realizar os testes desejados ao estudo da ebulição. Os testes foram realizados na faixa de fluxo de calor entre 0 e 50 kW/m², permitindo estabilizar o processo, sucessivamente, nos regimes de convecção natural e ebulição nucleada. As temperaturas do

banho foram de 10, 20 e 36 °C e analisadas em três configurações: com o tubo na posição horizontal, vertical e com inclinação de 45°.

A fim de obter uma maior confiabilidade e minimizar os erros de medição, foi realizado em todos os termopares utilizados no experimento um processo de calibração. Este processo consistiu em fazer um banho controlado com temperatura variando de 0 a 40° C onde foi utilizado um PT-100, equipamento que varia sua resistência elétrica com a variação de temperatura, devidamente calibrado como referência. Foram feitas 100 medições para cada ponto de cada termopar, logo após por métodos estatísticos foram geradas as curvas de erro para cada termopar como mostrado na figura 2, sendo possível assim fazer a correção das leituras realizadas durante o experimento.

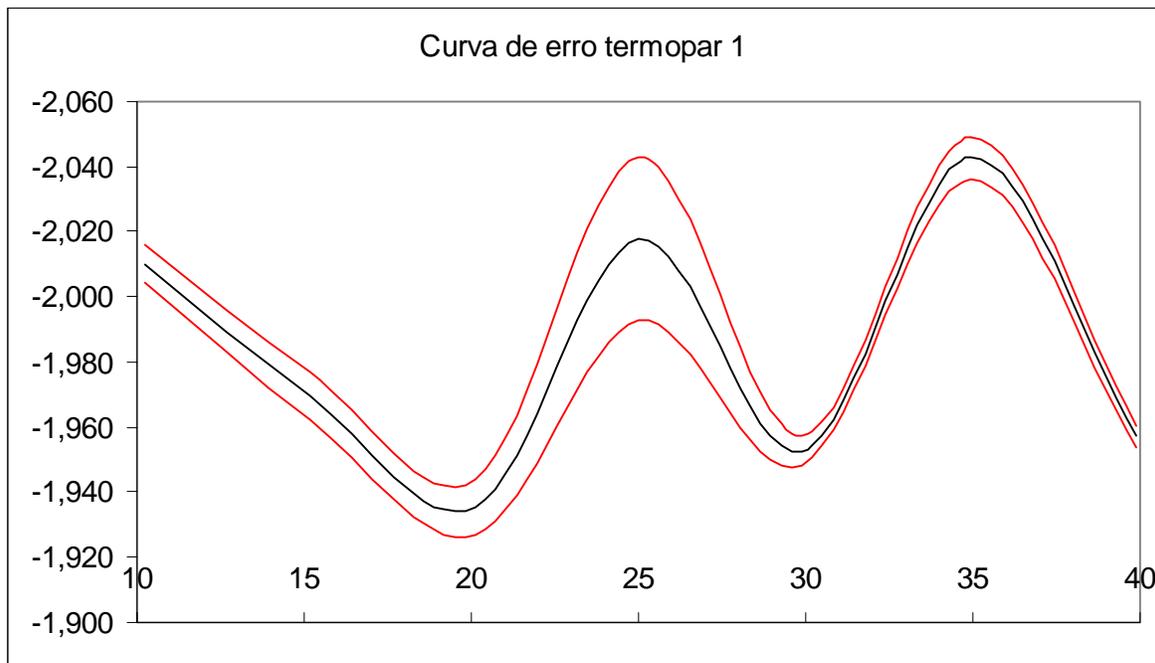


Figura 2: Curva de erro de um termopar, onde a curva preta representa o erro sistemático e a vermelha o aleatório, e o eixo x e y estão em °C.

Os testes foram realizados em um banho de R141b, no interior de uma cuba de vidro transparente. O aparato experimental é constituído de uma cuba de vidro de diâmetro externo e altura iguais a 230 e 270 mm respectivamente. Ela é montada entre dois discos de aço inoxidável mantidos pressionados sobre o fundo e a borda da face superior por meio de quatro barras roscadas e com auxílio de porcas a fim de permitir o seu fechamento. De forma a impedir o contato direto entre o vidro e o metal, juntas de borracha nitrílica, de 1,5 mm de espessura são colocadas entre a cuba e os discos de aço inoxidável (figura 2). O disco superior da cuba é dotado de passagens destinadas aos cabos dos termopares e cabos de alimentação da resistência elétrica.



Figura 3 – Representação do Experimento

A fim de controlar a temperatura do banho dentro da cuba é utilizado um banho de água em um reservatório de acrílico sendo a temperatura deste controla por um criostato.

A fim de manter inalterada a temperatura do banho, cada teste teve duração máxima de 260 s e foi mantido um intervalo mínimo de 5 minutos entre dois testes sucessivos. Desta forma, quando o primeiro teste foi executado, houve um intervalo de tempo até que a temperatura do fluido voltasse ao seu valor inicial e se iniciasse o teste seguinte. Quando os testes começaram a ser executados, deu-se início à aquisição de dados.

Neste trabalho, os coeficientes de transferência de calor em tubos microaletados, são comparados com os coeficientes para tubos lisos. Os mecanismos de intensificação são discutidos em função de diferentes valores de fluxo de calor e de temperatura de banho, assim como em função da orientação da superfície aquecedora com o vetor aceleração da gravidade.