

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS COEFICIENTES DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM ESCOAMENTO BIFÁSICO DO FLUIDO R141-b EM TUBOS LISO E RANHURADO

M. F. Pereira, M. A. Picanço, J. C. Passos

Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis SC, CEP.:88040-900

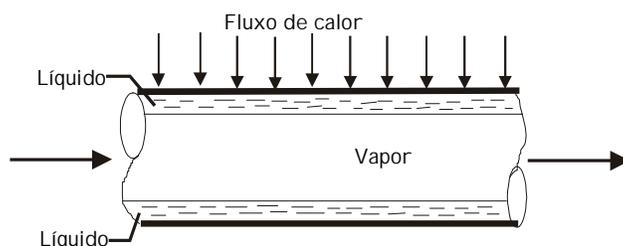
**Palavras-chave:**(ebulição, anular, tubo ranhurado)

## RESUMO

O processo de transferência de calor com ebulição em convecção forçada é usado largamente em processos industriais, tais como, centrais de refrigeração, resfriamento de circuitos eletrônicos, controle térmico de satélites, refrigeração de reatores nucleares, etc.

Além de o escoamento com mudança de fase possuir um coeficiente de troca térmica maior que num escoamento monofásico, outra forma de intensificar ainda mais a transferência de calor em equipamentos de refrigeração é a utilização de superfícies intensificadoras, como tubos ranhurados ou micro-aletados.

No **Núcleo de Transferência de Calor com Ebulição (NTCE)** no Labsolar, encontra-se uma bancada experimental para estudo de escoamento bifásico no interior de tubos ranhurados, onde pode-se determinar experimentalmente os coeficientes de transferência de calor e perda de carga nas diferentes configurações do escoamento em ebulição com convecção forçada, em particular o regime anular, que se caracteriza pela presença de líquido na parede do tubo e vapor no centro, como mostra a figura 1.

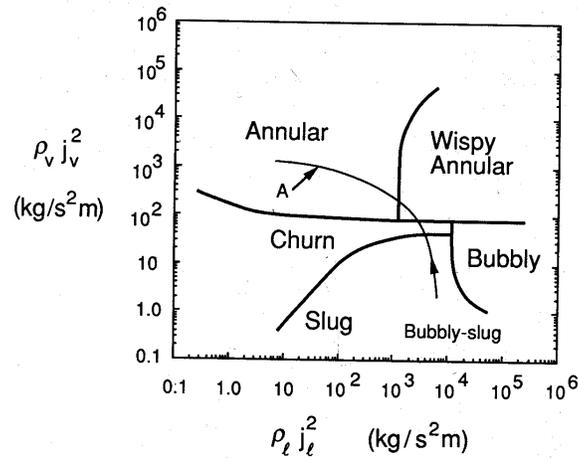


**Figura 1**

É nesta configuração de escoamento que se constata coeficientes de troca térmica mais elevados. Isso porque o coeficiente de transferência de calor é inversamente proporcional à espessura de filme líquido na parede do tubo.

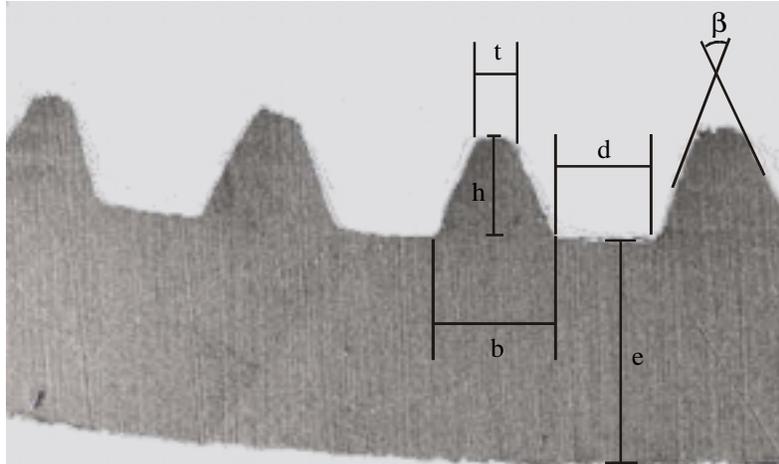
$$O(h) \approx Nu \frac{k}{\delta_l}$$

A ocorrência dos regimes de ebulição, podem ser representados em mapas padrões de ebulição, que relacionam correlações empíricas das condições físicas. As condições físicas como viscosidade, inércia, turbulência, título, se relacionam de forma distinta em cada regime e podem ser representadas em um diagrama padrão de ebulição, onde as ordenada e abcissa interpretam respectivamente os fluxos superficiais de vapor e de líquido. Na figura 2, pode-se verificar a localização do regime anular, no diagrama padrão de ebulição.



**Figura 2**

Para a realização da análise, efetuou-se experimentos em um tubo de cobre com 11 mm de diâmetro interno e 165 mm de comprimento e em um tubo ranhurado (fabricação Wieland) com diâmetro equivalente interno de 11 mm e 165 mm de comprimento. As características geométricas do tubo ranhurado estão representadas em uma fração do corte transversal mostrado na figura 3.



**Figura 3**

Onde  $e=0.396\text{ mm}$ ,  $h=0.186\text{ mm}$ ,  $d=0.169\text{ mm}$ ,  $t=0.088\text{ mm}$ ,  $b=0.230\text{ mm}$ ,  $\beta=17^\circ$ . O número de ranhuras é  $n=70$  e estão inclinadas em um ângulo  $\alpha=17^\circ$  com a direção longitudinal na parede do tubo.

Os experimentos foram realizados nas seguintes condições:

- $G = 100 - 400\text{ kg/m}^2\text{s}$
- $q = 5 - 40\text{ kW/m}^2$
- $T_{\text{sat}} = 31^\circ\text{C}$

Os resultados estão sendo computados.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- [1] L.S. Tong and Y.S. Tang - *Boiling Heat Transfer and Two-Phase Flow* - Washington, 1997;
- [2] Van P. Carey - *Liquid-Vapor Phase-Change Phenomena* - USA, 1992.
- [3] Yun, R., Kim, Y., Seo, K., Kim, H.Y., - *A generalized correlation for evaporation heat transfer of refrigerants in micro-fin tubes*. Int. Journal of Heat and Mass Transfer (2001).