

## Estudo Experimental de um Sistema de Bombeamento Capilar de Ranhura Circunferencial

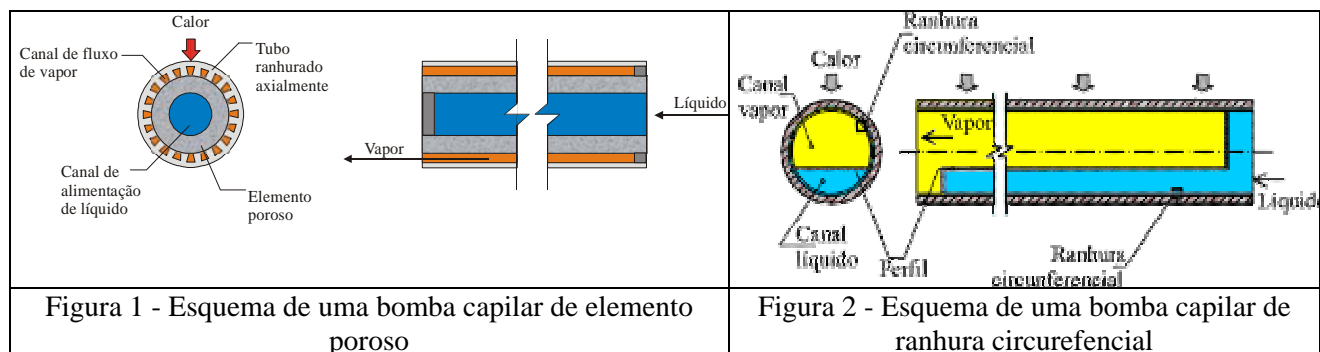
Juliano C. Bresciani<sup>1</sup>, Heitor R. Camargo<sup>2</sup> e Edson Bazzo<sup>3</sup>

Depto. de Eng. Mecânica, Laboratório de Combustão e Engenharia de Sistemas Térmicos (LabCET),  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC -  
Trindade - 88040-900 - Florianópolis, SC, Brasil

<sup>1</sup> [bresciani@cet.ufsc.br](mailto:bresciani@cet.ufsc.br), <sup>2</sup> [heitor@cet.ufsc.br](mailto:heitor@cet.ufsc.br), <sup>3</sup> [ebazzo@emc.ufsc.br](mailto:ebazzo@emc.ufsc.br)

Sistemas de bombeamento capilar (CPL – Capillary Pumped Loop) são circuitos bifásicos de transferência de calor. O princípio de operação baseia-se nas forças associadas à tensão superficial induzidas no evaporador e desenvolvida entre as fases líquida e gasosa, em conjunto com a atração molecular entre o líquido e o meio sólido. O calor aplicado na bomba capilar evapora o fluido de trabalho. A pressão é aumentada forçando o vapor a se deslocar para o condensador, onde o calor é rejeitado. O fluido de trabalho novamente no estado líquido retorna para o evaporador. O desempenho do sistema depende das características microestruturais do elemento poroso e do fluido de trabalho, material, dimensões e geometria da bomba capilar.

O CPL é basicamente constituído por um ou mais evaporadores, um condensador, um reservatório e por linhas de transporte do líquido e do vapor. A escolha do fluido térmico envolve vários fatores associados à operacionalidade, disponibilidade comercial e segurança. Os tipos mais comuns de bomba capilar são as de estruturas porosas tubulares (Figura 1) e as de ranhuras circunferenciais (Figura 2). As bombas capilares de elemento poroso têm maior capacidade de bombeamento capilar. O formato tubular tem sido a configuração mais estudada, apresentando os melhores resultados. Bombas capilares de estrutura porosa têm apresentado problemas relacionados à evaporação no canal de alimentação de líquido, associados à fuga de calor da região de alta para a região de baixa pressão.



Bombas de ranhuras apresentam características próprias, quando comparadas às de estrutura porosa. As menores ranhuras testadas até o momento apresentam dimensão capilar da ordem de 30  $\mu\text{m}$ , enquanto estruturas porosas chegam a 0,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro de poro. As bombas de ranhuras circunferenciais apresentam menor perda de carga para o escoamento de líquido no evaporador, podendo se apresentar como melhor alternativa, dependendo da aplicação. Bombas de ranhuras circunferenciais estão limitadas a menores diferenças de nível entre evaporador e condensador e a menores fluxos de massa e conseqüentemente menores taxas de calor transferido ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). Estas bombas por outro lado conferem ao sistema melhores condutâncias efetivas ( $\text{W}/\text{K}$ ) devido à maior área de evaporação e à boa conexão térmica dos meniscos evaporativos com a parede externa onde o calor é aplicado.

Testes realizados com uma bomba de ranhura circunferencial apontam para um desempenho satisfatório do sistema, dependendo das condições de controle estabelecidos pelo reservatório. Amônia foi utilizada como fluido térmico. A figura 3 mostra um caso bem sucedido operando com potência de até 45W em que a temperatura do reservatório foi fixada em 35°C. Menores temperaturas de controle resultam no colapso da bomba capilar.

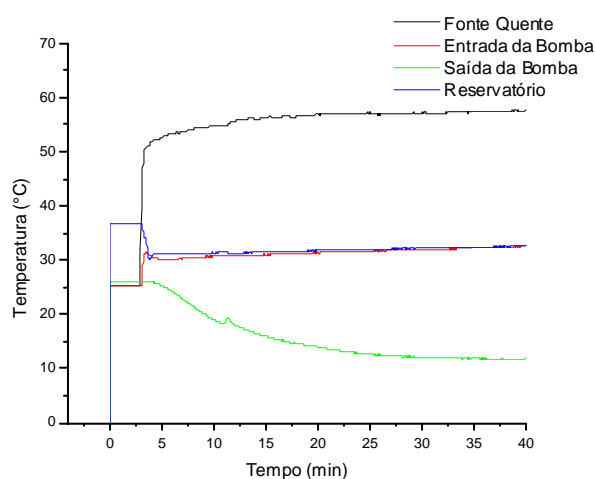


Figura 3 – Resultado de teste de bomba de ranhura circunferencial, com aplicação de potência de 45W sobre o evaporador

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Camargo, H.V.R. y Bazzo, E., Comportamiento Térmico e Hidrodinámico de Bombas Capilares con y sen Presencia de Gases No Condensables, Revista Información Tecnológica, ISSN 0716-8756, Vol. 13, N° 1, pp. 13 a 19, Chile/2002;
- [2] Ku, J., Operating Characteristics of Loop Heat Pipes. Paper 1999-01-2007, 29th. International Conference on Environmental Systems, Denver, Colorado, 1999;
- [3] Heinen, L., “Análise Termodinâmica e Desenvolvimento de um Modelo Físico-Matemático para o Limite de Ebulição em Circuitos de Bombeamento Capilar”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2003.
- [4] Riehl, R.R., Reimbrecht, E.G., Camargo, H.V.R., and Bazzo, E., Ground Testing and Thermodynamic Behavior of a Capillary Pumping Two-Phase Loop, Proceedings of the IHPC 2002 – 12<sup>th</sup> International Heat Pipe Conference, Vol. 1, pp. 17-22; Moscou, Maio/2002;