

## ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE NAFTALENO COMO FLUIDO DE TRABALHO EM TERMOSSIFÕES

### **Márcia B. H. Mantelli**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Laboratório de Tubos de Calor  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
Endereço eletrônico: marcia@emc.ufsc.br

### **Cláudia T. Kniess**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Laboratório de Tubos de Calor  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
Endereço eletrônico: kniess@labsolar.ufsc.br

### **Geraldo J. M. Martins**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Laboratório de Tubos de Calor  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
Endereço eletrônico: geraldo@labsolar.ufsc.br

### **Gustavo G.V. Nuernberg**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Laboratório de Tubos de Calor  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
Endereço eletrônico: verdieri@labsolar.ufsc.br

### **Charles Nuremberg**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Laboratório de Tubos de Calor  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
Endereço eletrônico: charles@labsolar.ufsc.br

**Resumo.** O tubo de calor ou “heat pipe” é um dispositivo bastante eficiente para a transmissão de altas taxas de calor através de uma distância considerável, com pequenas diferenças de temperatura. Os termossifões diferenciam-se dos tubos de calor apenas pela ausência da estrutura capilar. Possuem três regiões distintas, evaporador, onde o calor é injetado, seção adiabática, onde teoricamente não ocorre transferência de calor, e condensador, onde o calor é rejeitado. Este tubo é evacuado e preenchido com um volume de fluido de trabalho. As características dos termossifões fazem com que estes sejam cada vez utilizados nas mais diversas aplicações industriais e comerciais, como por exemplo, como dispositivos de recuperação de calor em fornos de cocção de pães. Diversos trabalhos encontrados na literatura descrevem o uso de água como fluido trabalho mais utilizado em termossifões. No entanto, o uso de água é recomendado para baixas temperaturas, em torno de 300 °C. Metais líquidos são recomendados para altas temperaturas (450-1200 °C), evidenciando assim a importância do estudo de fluidos de trabalho para temperaturas intermediárias (300-450 °C). Dentro deste contexto, este trabalho busca avaliar a viabilidade do uso de naftaleno como fluido de trabalho em termossifões de temperatura intermediária. As propriedades físico-químicas do naftaleno, juntamente com ensaios preliminares, demonstraram seu potencial como fluido de trabalho nas condições estabelecidas.

*Palavras chave:* termossifões, fluido de trabalho, naftaleno, temperatura intermediária.

## 1. Introdução

O tubo de calor ou “heat pipe” é um dispositivo capaz de transportar grandes quantidades de calor, quando submetido a pequenos gradientes de temperatura. São dispositivos de condutividade térmica muito elevada, apresentando uma eficiência na troca de calor de 500 a 1000 vezes superior quando comparados a tubos de cobre maciços da mesma geometria (Kosoy, 2004).

Um tubo de calor consiste tipicamente de um tubo metálico com as extremidades seladas e com uma estrutura capilar junto à parede interna. Este tubo é evacuado e preenchido com um volume de fluido de trabalho suficiente para saturar por completo a estrutura capilar. Os termossifões bifásicos do tipo fechado são dispositivos semelhantes aos tubos de calor, diferenciam-se apenas pela ausência da estrutura capilar interna.

Um tubo de calor possui três regiões principais: um evaporador, um condensador e uma região adiabática. Pode-se resumir o funcionamento de um termossifão bifásico da seguinte maneira: grande parte no fluido de trabalho concentrado na região do evaporador, no qual recebe calor externo de uma fonte térmica, vaporiza internamente; por diferença de pressão, o vapor gerado é conduzido em direção à parte superior do tubo (condensador); nessa região o sistema perde calor para o ambiente e o vapor sofre condensação; para finalizar o ciclo, o vapor retorna ao evaporador por efeito de gravidade (Pioro e Pioro, 1997). Esse processo ocorre ciclicamente transferindo calor da região do evaporador para a região do condensador. Nesse sistema, a pressão do vapor no evaporador e no condensador é praticamente constante, portanto o processo é essencialmente isotérmico. Uma região adiabática pode ser adicionada para auxiliar na condução do fluido da região do evaporador até o condensador, sem que ocorram perdas térmicas para a parede do tubo e conseqüentemente para as vizinhanças do sistema (Kosoy, 2004).

A tecnologia envolvendo tubos de calor e termossifões pode ser aplicada em diversas áreas, como por exemplo, em trocadores de calor, no controle térmico de veículos espaciais, em sistemas de refrigeração para componentes eletrônicos e em fornos de cocção de pães.

As propriedades termo-físicas dos fluidos de trabalho utilizados em termossifões e a compatibilidade térmica e química do material com o fluido são importantes questões científicas (Devarakonda e Anderson, 2005). Os agentes de transferência de calor incluem água, gases liquefeitos, líquidos orgânicos e metais líquidos. As tecnologias envolvendo termossifões diferem-se consideravelmente dependendo do intervalo de temperatura de operação. A água vem sendo amplamente utilizada como fluido de trabalho em termossifões de baixa temperatura, até aproximadamente 300 °C. A literatura cita também o uso da amônia (NH<sub>3</sub>) e do propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) (Anderson *et al.*, 2004). No entanto, no caso da água, ao chegar a aproximadamente 230 °C, a pressão de vapor interna do sistema alcança 26 atmosferas, o que pode ocasionar o colapso do sistema (Devarakonda e Olminsky, 2004). Para que o sistema resista a essa temperatura, as paredes devem ser extremamente espessas, o que gera aumento de peso, de custos e perda de eficiência da troca térmica.

Para algumas aplicações, como na recuperação de calor de processos industriais que envolvam níveis mais altos de temperatura, existe necessidade da utilização de termossifões que funcionem a temperaturas mais elevadas. A literatura lista uma série de potenciais candidatos como fluido de trabalho para termossifões de temperatura intermediária (250-450 °C): naftaleno (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>), fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O), tolueno (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>), anilina (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>N) e hidrazina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). Para temperaturas acima de 450 °C, metais alcalinos como sódio, lítio e potássio funcionam bem como agentes de transferência de calor (Devarakonda e Anderson, 2005).

A seleção do fluido de trabalho e do material constituinte do tubo são importantes considerações no desenvolvimento de sistemas de transferência de calor que empregam tecnologia de termossifões (Mantelli e Milanez, 2004). O fluido de trabalho é selecionado conforme as seguintes considerações: temperatura e pressão de operação, máximo fluxo de calor no evaporador, propriedades termo-físicas do fluido (ponto de evaporação e de fusão, parâmetros críticos, calor latente de evaporação, densidade do vapor e etc.), toxicidade, risco de ignição e explosão e condições do equipamento com tempo de uso. Devarakonda e Olminsky (2004) citam como principais propriedades requeridas dos fluidos de trabalho para termossifões de temperatura intermediária: alto calor latente de vaporização, estabilidade química, ponto de fusão abaixo de 130 °C, temperatura crítica acima de 530 °C, baixa viscosidade do líquido, não toxicidade e baixa volatilidade. O naftaleno é um dos agentes de transferência de calor mais promissores para a utilização em termossifões de temperatura intermediária (Vasiliev *et al.*, 1988).

O naftaleno é um produto da produção do petróleo, e apresenta-se sob a forma de cristais brancos, com um forte odor a alcatrão, que habitualmente se sente a partir de 0,3 p.p.m. O naftaleno líquido possui uma viscosidade muito baixa, no qual decresce consideravelmente com o aumento da temperatura (Vasiliev *et al.*, 1988). A Tabela 1 apresenta algumas propriedades termofísicas do naftaleno (Rohsenow *et al.*, 1998; Perry e Green, 1997; Goldstein e Cho, 1995). A Fig. 1 mostra a curva pressão de vapor em relação à temperatura do composto orgânico (Perry e Green, 1997).

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo investigar a viabilidade do uso do naftaleno como fluido de trabalho em termossifões de temperatura intermediária para aplicações industriais (Milanez e Mantelli 2004). Para tal, o estudo foi realizado utilizando um termossifão constituído de material vítreo, para a melhor visualização dos fenômenos decorrentes do processo.

Tabela 1. Propriedades termo-físicas do naftaleno.

Peso Molecular (mol)	128,17		
Ponto de fusão (°C)	80,35		
Ponto de evaporação (°C)	217,95		
Temperatura crítica (°C)	475,25		
Pressão crítica (Mpa)	4,05		
Volume Crítico (m <sup>3</sup> /mol)	413 x 10 <sup>-6</sup>		
Ponto Triplo (°C)	80,28		
Densidade do Sólido a 20 °C (kg/m <sup>3</sup> )	1175		
Densidade (kg/m <sup>3</sup> ) (a 100, 150 e 200 °C)	963	922	878
Capacidade de calor específico (kJ/Kg.K) (a 100, 150 e 200 °C)	1,805	1,993	2,139
Condutividade térmica [(W/m <sup>2</sup> )/(K/m)] (a 100, 150 e 200 °C)	0,137	0,130	0,123
Viscosidade dinâmica (10 <sup>-5</sup> N.s/m <sup>2</sup> ) (a 100, 150 e 200 °C)	77,4	52,0	37,5

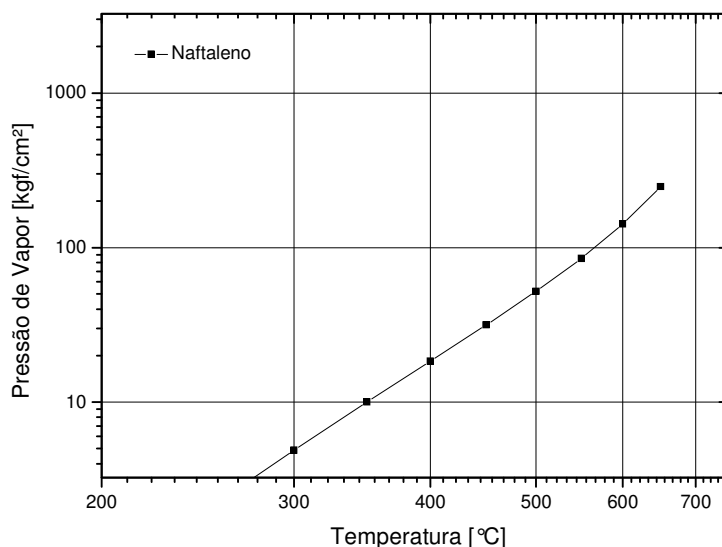


Figura 1. Curva pressão de vapor em função da temperatura do composto naftaleno.

## 2.0 Metodologia Experimental

### 2.1. Preparação e Instrumentação do Termossifão

Para a construção do termossifão de testes foi utilizado um tubo de material vítreo do tipo boro-silicato com 900 mm de comprimento, 24 mm de diâmetro externo e 3 mm de espessura. O sistema foi instrumentado com 16 termopares instalados na parede externa do tubo, dispostos da seguinte maneira: 4 termopares na região do evaporador (108, 109, 110 e 111), 7 termopares na região do condensador (101, 102, 103, 104, 105 e 107), 4 termopares na resistência elétrica (112, 113, 114 e 115) e um termopar para medição da temperatura ambiente (116). A Fig. 2(a) apresenta o aparato usado no estudo e a Fig. 2(b) a forma esquemática e a disposição dos 16 termopares.

Em relação o processo de carregamento com o fluido de trabalho, o mesmo foi introduzido no termossifão na forma líquida, por meio de fusão do composto orgânico sólido comercializado, na temperatura de 81,0 °C. O fator de enchimento determinado foi 40% da altura da região do evaporador, equivalente, nesse caso, a 40g de naftaleno. O naftaleno utilizado possui um grau de pureza de 98,5%.

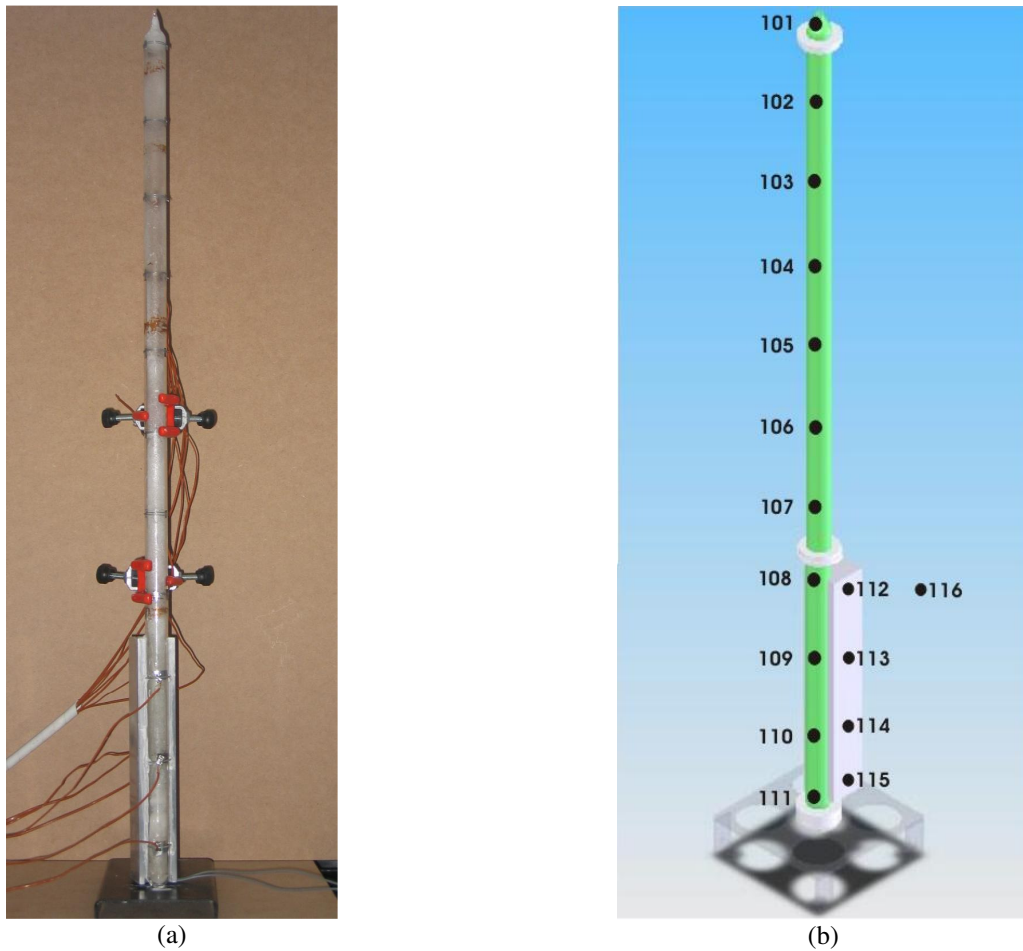


Figura 2. (a) Fotografia do aparato. (b) Diagrama esquemático e a disposição dos termopares instalados no termosifão.

Posteriormente ao carregamento, o sistema foi aquecido até a ebulição do fluido de trabalho, e submetido ao processo desgaseificação, por meio de duas purgas sucessivas. A Figura 3 ilustra com maior detalhe o sistema utilizado para os testes em início de trabalho. Na Fig. 3(a) observa-se o evaporador e a formação da piscina e a nucleação das primeiras bolhas no evaporador, a Fig 3(b) mostra o naftaleno cristalizado na parte superior do tubo.

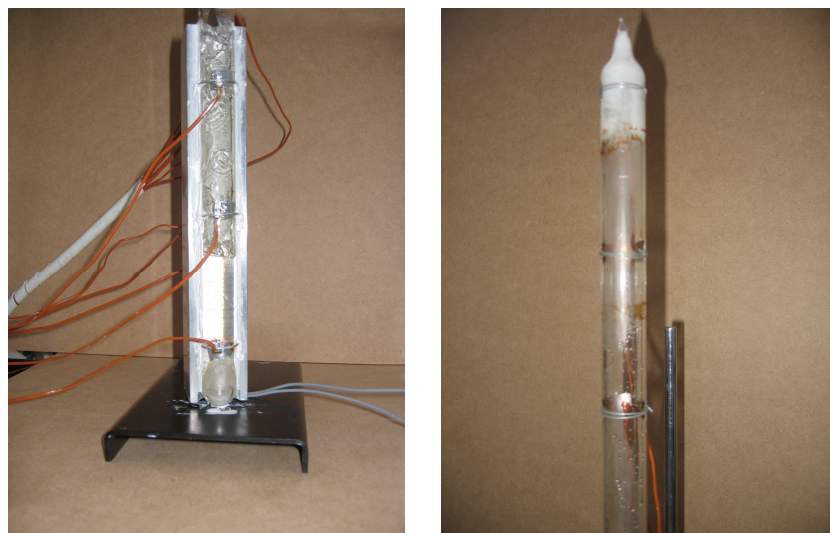


Figura 3. Sistema utilizado para os testes do termosifão de material vítreo utilizando naftaleno como fluido de trabalho (a) Detalhamento do evaporador (b) Parte superior do condensador.

## 2.2. Metodologia de Testes

Para a avaliação do comportamento do termossifão em funcionamento, adotou-se uma metodologia de testes em que a potência fornecida na região do evaporador foi o parâmetro variável. O fator de enchimento permaneceu constante. As potências selecionadas para os testes foram de 50, 100, 200, 300, 400 e 500 Watts. O sistema foi aquecido por meio de uma fonte externa. Os dados de temperatura foram adquiridos em intervalos de tempo regulares de 10 s, através de um sistema de aquisição de dados HP Benchlink Data Logger 34970. Em todos os testes o sistema foi refrigerado por convecção natural na região do condensador.

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1. Carregamento do Termossifão**

A questão do carregamento do termossifão com naftaleno precisou ser amplamente estudada, em função das suas características diferenciadas, em relação a fluidos de trabalho já bastante explorados, como por exemplo, a água. Num primeiro momento pensou-se em carregar o sistema com o naftaleno sólido, mas haveria problemas com o posterior processo de evacuação. O carregamento do composto na forma líquida, utilizado nesse trabalho, foi o que apresentou uma melhor eficiência. No entanto, esse método apresenta a desvantagem de que, quando o composto entra em contato com uma região mais fria do tubo de vidro durante o carregamento, o mesmo recristaliza, ficando retido nas paredes do tubo. Nesse caso, é necessário aquecer o tubo previamente antes do início dos testes, para que todo o naftaleno fique na região do evaporador.

#### **3.2. Comportamento Térmico do Termossifão**

A Fig. 4 apresenta a distribuição de temperatura em função do tempo ao longo do termossifão para o teste realizado com a potência de 100 W. O gráfico do estudo efetuado a 50 W não é mostrado, pois nesta condição o termossifão não conseguiu dar o “start up”. Observou-se experimentalmente e através do gráfico o efeito “slug flow” devido à baixa potência fornecida na região do evaporador, Fig. 5(a). Quando esse efeito acontece, causa uma diminuição da quantidade de líquido na piscina da região do evaporador. Outro fator observado, é que no “slug flow” parte do naftaleno líquido encontra uma região mais fria no termossifão, parte superior, onde recristaliza e fica retido, Figura 5(b). Nesta figura observa-se que, como esperado, as resistências apresentam o maior nível de temperatura. Em seguida, a região que apresenta maiores níveis de temperatura é a do evaporador, pois está em contato direto com a resistência térmica, lembrando que os termopares estão instalados nas paredes externas do tubo. Já as temperaturas dos termopares instalados ao longo do condensador vão subindo sequencialmente, a medida em que o vapor atinge a sua altura. Isto ocorre porque, durante o processo de início de operação ou “start up”, a medida em que o vapor vai entrando em contato com regiões ainda não aquecidas, este vai se condensando e o líquido formado vai retornando ao evaporador por gravidade. Observa-se uma grande extratificação na temperatura do condensador de cerca de 80° C .

O aumento súbito de temperatura que se observa por volta do instante 37 min ocorre devido a necessidade de se promover um aquecimento extra ao sistema, por meio de um jato de ar quente por todo o tubo termossifão. Uma das principais dificuldades encontradas, tanto nesse teste como nos demais, é o início de operação do termossifão (start up). Quando o termossifão esfria, o naftaleno se cristaliza e tem diminuído seu volume, não encostando na parede do tubo. Isto faz com que o calor recebido pelo tubo não seja transferido para o naftaleno cristalizado e dificulte sua fusão. Com o auxílio de uma pistola térmica foi aquecido a parede de todo o tubo, fazendo com que os vapores cristalizados na parte superior da parede do tubo se funda, escorra até a parte inferior, molhe o naftaleno sólido e estabeleça contato físico entre ele e a parede dando início a transferência térmica e o termossifão comece a funcionar.

A Fig. 6 apresenta o comportamento do termossifão para o teste realizado com a potência de 200 W. Observa-se que houve uma diminuição do efeito “slug flow”, provavelmente em função do aumento da potência fornecida ao sistema. A temperatura média de funcionamento aumentou, em comparação ao ensaio com a potência de 100 W. Uma observação importante é o distanciamento entre a temperatura do termopar 101 e as temperaturas registradas pelos demais termopares situados ao longo do tubo. Isso indica que não houve o fornecimento de potência para a geração de vapor suficiente para que todo o tubo funcione eficientemente.

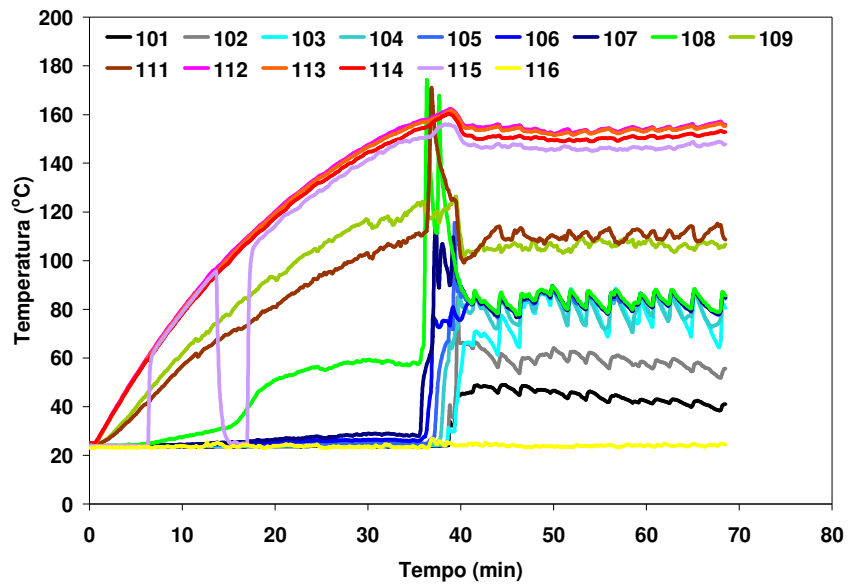


Figura 4. Distribuição de temperatura em função do tempo para o teste realizado com a potência de 100 W.

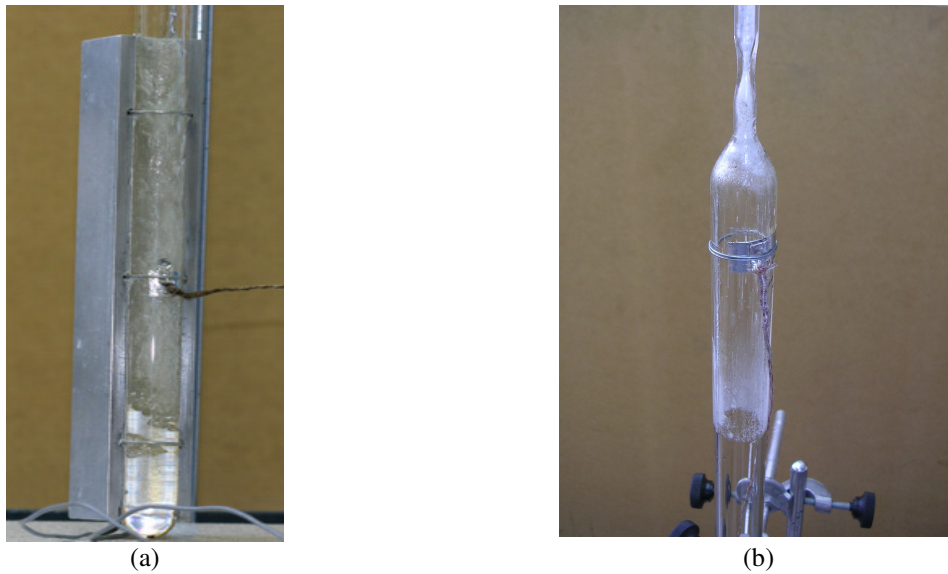


Figura 5. (a) Efeito “slug flow” devido à baixa potência fornecida na região do evaporador do termossifão. (b) Recristalização do naftaleno na região do condensador do termossifão.

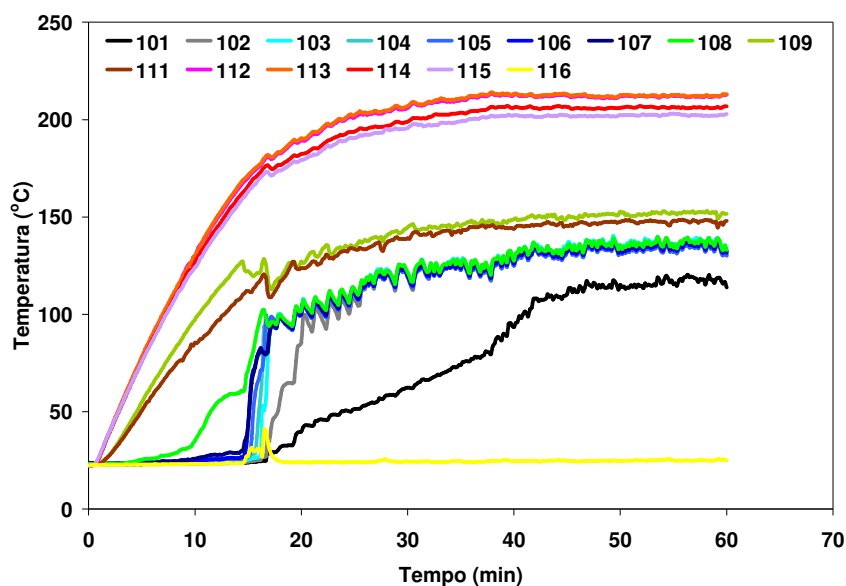


Figura 6. Distribuição de temperatura em função do tempo para o teste realizado com a potência de 200 W.

A Fig. 7 apresenta o comportamento do termossifão para o teste realizado com a potência de 300 W. O gráfico mostra a aproximação entre as temperaturas dos termopares situados ao longo do tubo de vidro, tendendo a um comportamento isotérmico. Esse comportamento é esperado de acordo com o princípio de funcionamento de um termossifão. Novamente deve-se notar o comportamento das temperaturas por volta de 7 minutos, quando o jato externo de ar quente é utilizado para auxiliar no início do “start up”.

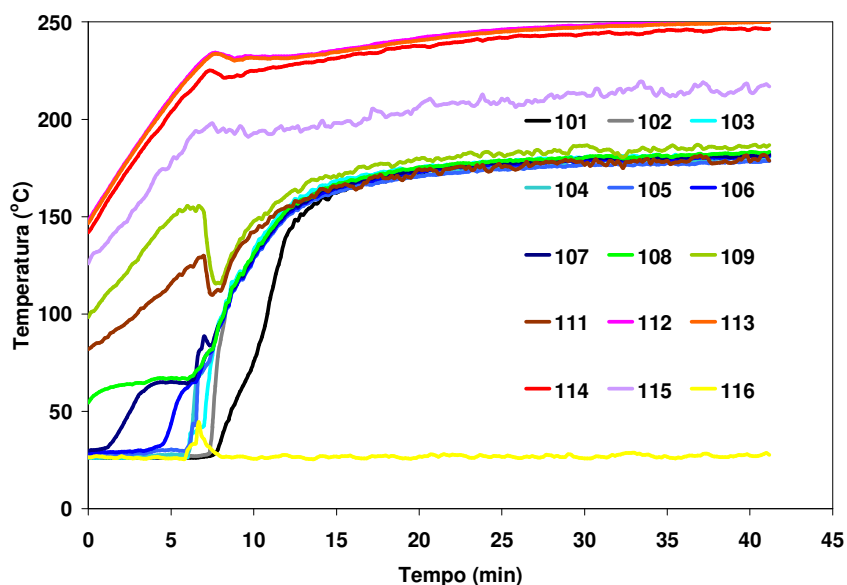


Figura 7. Distribuição de temperatura em função do tempo para o teste realizado com a potência de 300 W.

A Fig. 8 mostra o comportamento do termossifão para o teste realizado com a potência de 400 W. Observa-se, além do aumento da temperatura de funcionamento do sistema, que as curvas referentes às temperaturas dos termopares situados no termossifão tendem a uma maior aproximação (diferença máxima de cerca de 10° C), quando comparadas aos comportamentos constatados nos testes realizados com potências de valores inferiores. Segundo a literatura (Vasiliev *et al*, 1988), para aumentar a capacidade do evaporador pode ser realizado um procedimento nos quais os resíduos de gases não condensáveis com o vapor de naftaleno são eliminados através de uma válvula situada no condensador.

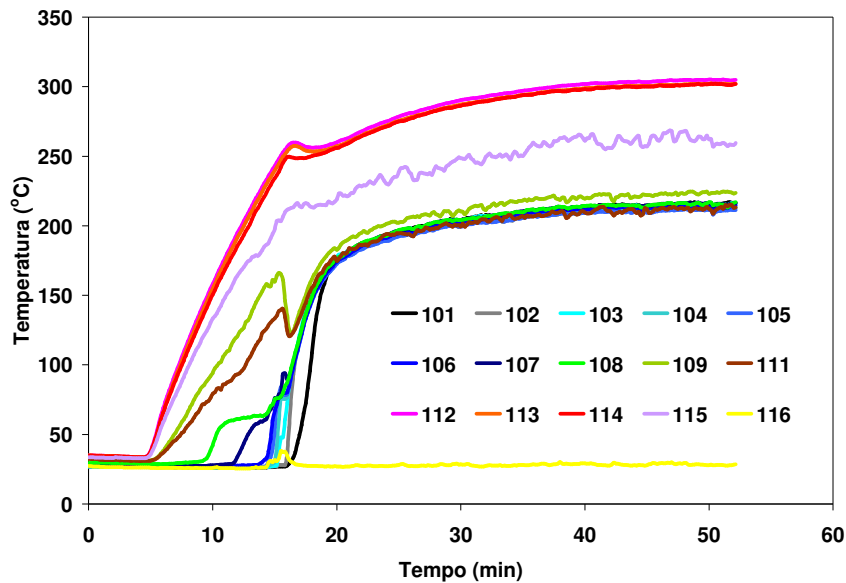


Figura 8. Distribuição de temperatura em função do tempo para o teste realizado com a potência de 400 W.

O teste utilizando 500 W, Fig. 9, apresentou maior homogeneidade térmica no condensador, deixando claro que para o termossifão usado foi a melhor potencia de trabalho utilizada. Nesta figura estão mostradas as curvas de aquecimento (“start up”) e de resfriamento, quando a potência térmica imposta é retirada. A Fig. 10(a) mostra um detalhamento da subida da frente de calor, enquanto a Fig. 10(b) a descida. Observa-se nestas figuras que, da mesma forma que acontece o aquecimento, onde as temperaturas aumentam sequencialmente a medida em que o vapor alcança maior extensão ao longo do tubo, no resfriamento, as temperaturas vão retornando uma a uma ao nível da temperatura ambiente, a medida em que o tubo vai se resfriando. O primeiro termopar do condensador a registrar um aumento significativo de temperatura é o mesmo a registrar o último decaimento significativo quando o calor deixa de ser imposto ao sistema.

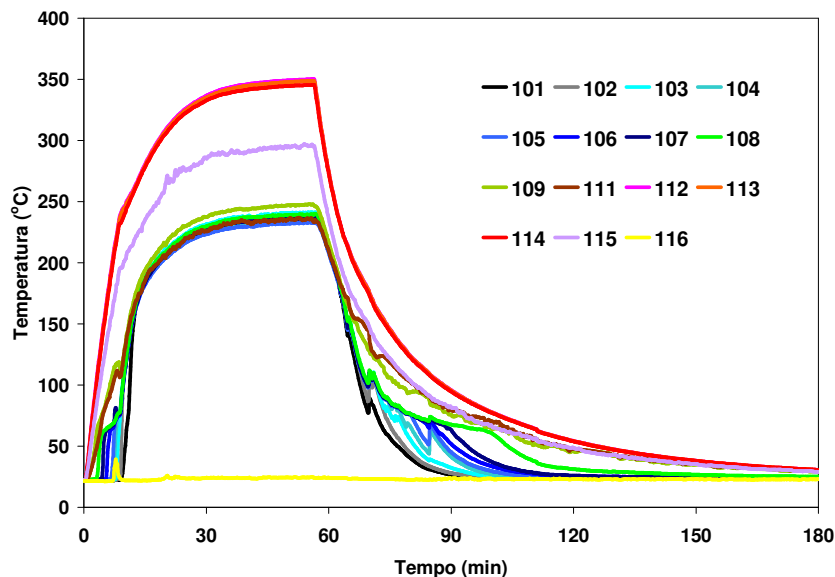


Figura 9. Distribuição de temperatura em função do tempo para o teste realizado com a potência de 500 W.



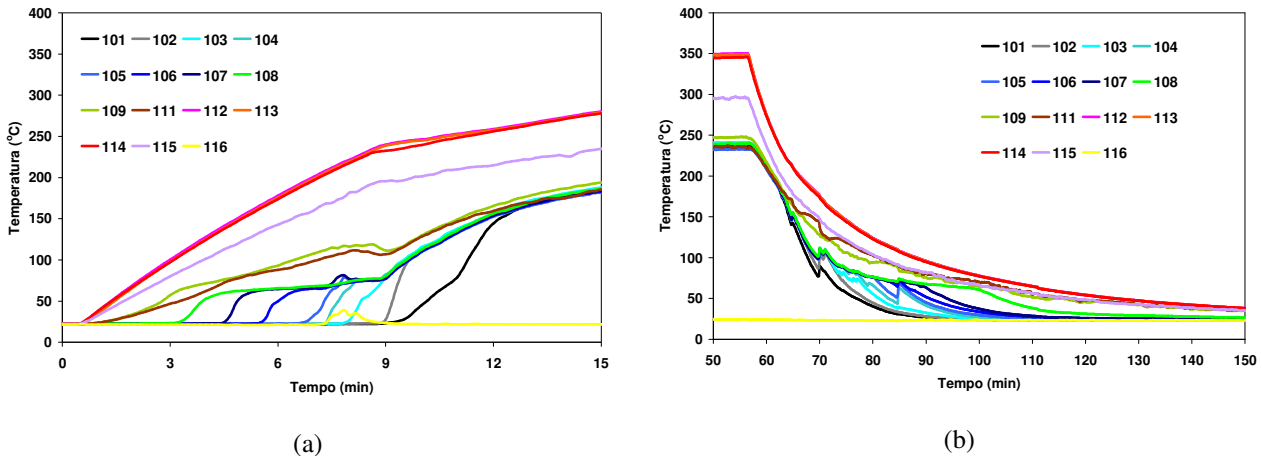


Figura 10. Detalhamento da rampa de aquecimento e resfriamento para o teste realizado com a potência de 500 W.

Para comparação entre os testes realizados, foi calculada a média de todos os termopares instalados no condensador, do 101 a 111, e construído um gráfico comparando estes valores, mostrado na Fig. 11. Com isto percebe-se que a temperatura média do condensador aumenta com o aumento da potência térmica, já que a frente de aquecimento consegue atingir os pontos superiores do termossifão e tornar as curvas de temperatura homogêneas eliminando o comportamento transitório apresentado para as potências 200 W ou menores.

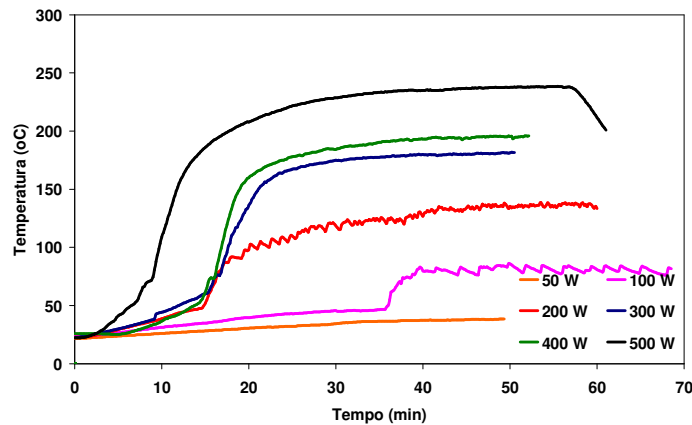


Figura 11. Comparação entre as temperaturas médias do condensador para os diversos ensaios realizados

#### 4. Conclusões

O estudo realizado mostrou a possibilidade da utilização do naftaleno como fluido de trabalho em termossifões de temperatura intermediária. Observou-se que o aumento da potência fornecida na região do evaporador diminui o efeito de “slug flow” e melhora a eficiência do sistema. Um fator limitante para testes em potências superiores às estudadas foi o tipo de material no qual o tubo é constituído. O material vítreo utilizado não resiste a pressões muito elevadas, comparado aos materiais metálicos comumente utilizados na construção de termossifões (aço inox, ferro carbono). Pela mesma razão, os resultados foram considerados bastante satisfatórios, pois o vidro não é um bom condutor de calor em comparação a esses metais.

O estudo realizado também proporcionou a constatação de alguns problemas relacionados à operação de termossifões utilizando naftaleno, que serão alvos de estudos futuros nessa direção. Como exemplo, pode-se citar a questão da presença de gases não condensáveis. Para tal pesquisa será necessário um tempo de ensaio superior a 2000 horas, no sentido de estudar a formação de gases não condensáveis, a degradação do naftaleno e de seus contaminantes. O comportamento térmico do início de operação também deve ser objeto de futuras investigações, pois os fenômenos físicos observados podem representar uma severa limitação ao uso de termossifões com naftaleno como fluido de trabalho em equipamentos para a indústria.

#### 5. Referências Bibliográficas

Anderson, W. G., Angirasa, J. H., Me, D., 2004, “Evaluation of heat pipe working fluids in the temperature range 450 to 700 K”, Space Technology and Applications International Forum - STAIF, Albuquerque, NM.

Devarakonda, A., Olminsky, J. K., 2004, "An Evaluation of Halides and Other Substances as Potential Heat Pipe Fluids", 2<sup>nd</sup> International Energy Conversion Engineering Conference, Providence, Rhode Island.

Devarakonda, A., Anderson, W. G., 2005, "Thermo-physical Properties of Intermediate Temperature Heat Pipe Fluids", Space Technology and Applications International Forum - STAIF, Albuquerque, NM.

Goldstein, R. J., Cho, H. H., 1995, "A Review of mass transfer measurements Using naphthalene sublimation", Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 10, pp. 416-434.

Kosoy, B., 2004, "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", Ed. John Wiley & Sons.

Mantelli, M. B. H. ; Martins, G. J. ; Reis, F. ; Zimmerman, R. ; Rocha, G. K. L. ; Landa, H. G. . Experimental Study of Vertical Thermosyphons for Industrial Heat Exchanger Applications. In: 13th International Heat Pipe Conference, 2004, Shanghai, 2004.

Milanez, F. H. ; Mantelli, M. B. H. . A New Methodology for Measuring Heat Transfer Coefficients-Application to Thermosyphon Heated Enclosures. In: 13th International Heat Pipe Conference, 2004, Shanghai, 2004.

Perry, H. R., Green, D.W. "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 1997, Ed. McGrawHill, New York, 7ed.

Pioro, L. S., Pioro, I. L. 1997, "Industrial Two-phase Thermosyphons", Ed. Begell house, New York, Estados Unidos da América, 288p.

Rohsenow, Hartnett, Cho, 1998, "Handbook of Heat Transfer", 3 ed.

Vasiliev, L.L., Volokhov, G.M., Gigevich, A. S., Rabetskii, M. I., "Heat pipes based on Naphthalene", 1988, Inzhenerno-Fizicheskii Zhurnal, Vol. 54, No.6, pp.934-938.

## **STUDY OF THE VIABILITY OF THE USE OF NAPHTHALENE AS WORKING FLUID IN THERMOSYPHONS**

### **Márcia B. H. Mantelli**

Federal University of Santa Catarina  
Mechanic Engineering Department  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
marcia@emc.ufsc.br

### **Cláudia T. Kniess**

Federal University of Santa Catarina  
Mechanic Engineering Department  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
kniess@labsolar.ufsc.br

### **Geraldo J. M. Martins**

Federal University of Santa Catarina  
Mechanic Engineering Department  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
geraldo@labsolar.ufsc.br

### **Gustavo Verdieri**

Federal University of Santa Catarina  
Mechanic Engineering Department  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
verdieri@labsolar.ufsc.br

**Charles Nuremberg**

Federal University of Santa Catarina  
Mechanic Engineering Department  
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC  
CEP: 88040-900  
charles@labsolar.ufsc.br

**Abstract**

The heat pipe is a high efficient device for the transmission of high heat fluxes through a considerable distance with small temperature differences. The thermosyphons are different of the heat pipes only due the absence of the porous structure. They posses three distinct regions, the evaporator where the heat is injected, the adiabatic section in which, theoretically, there is no heat transference between the pipe and the outsides, and the condenser where the heat is rejected. This pipe is evacuated and filled with a volume of work fluid. These thermosyphon characteristics makes it each time more used in many diverse industrial and commercial applications, for example, as heat recovery device in bakery ovens.

Several papers describe the use of water as working fluid in thermosyphons. However, the use of water is recommended for low temperatures, around 300°C. Liquid metal are recommended for high temperatures (450-1200°C), thus evidences the importance of the study of the working fluid for intermediate temperatures (300-450°C). At this context, the present paper explores the viability of using the naphthalene as working fluid for intermediate temperature thermosyphons. The physic-chemistries properties of the naphthalene and the preliminary assays, presents its potential as working fluid at the needed conditions.

Keywords: thermosyphons, working fluid, naphthalene, intermediate temperature.