

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA CONVECÇÃO NATURAL EM UMA CAVIDADE COM GRADIENTE DE TEMPERATURA ENTRE AS PAREDES

G.S. Damno, A.T. Takaki e R.A.V. Ramos

Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira SP, CEP: 15.385-000.
Palavras chaves: Convecção natural, cavidade térmica, medidas de temperatura.

RESUMO

Neste trabalho foi estudado experimentalmente o escoamento convectivo de ar em uma cavidade térmica com umas das paredes aquecida e a oposta resfriada, sendo as outras duas paredes isoladas, conforme mostrado na Figura 1. Esse tipo de problema tem várias aplicações técnicas, como por exemplo no resfriamento de componentes eletrônicos, no isolamento de reatores nucleares, no condicionamento climático de ambientes fechados e em coletores solares. Foi verificada a influência do gradiente térmico imposto nas paredes ($\Delta T = T_H - T_C$), da razão de aspecto (H/L) e do ângulo de inclinação (ϕ), sobre o escoamento e a transferência de calor na cavidade, resultando os casos apresentados na Tabela 1.

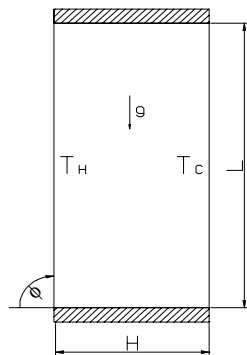


Figura 1: Cavidade térmica.

Tabela 1: Descrição dos casos estudados.

Casos	ΔT (°C)	H/L	ϕ
1	30	1/4	90°
2	50	1/4	90°
3	70	1/4	90°
4	50	1/8	90°
5	50	1/2	90°
6	50	1/4	45°
7	50	1/4	0°

Foram construídas cavidades cúbicas com dimensões internas de 25×200×150, 50×200×150 e 100×200×150 mm, sendo constituídas por uma parte central composta por três paredes de fibra de vidro (4mm), formando um “U”, uma parede frontal de acrílico (12mm). As superfícies laterais são constituídas por paredes de reservatórios térmicos frio e quente, respectivamente. Os reservatórios térmicos foram feitos de fibra de vidro, com exceção da parede interna que é de cobre (3mm). A água entra nos reservatórios pela parte inferior e sai pela superior mantendo assim a temperatura uniforme sobre toda a parede de cobre. Foram instalados termopares nestas paredes para monitorar esta temperatura, sendo a temperatura da parede fria sempre mantida em torno de 30°C. Todas as superfícies externas da cavidade, com exceção da frontal, foram isoladas termicamente do ambiente com poliestireno (25mm).

Para a realização de medidas de temperatura foram utilizados termopares tipo Cobre-Constantan AWG 36 e um sistema de aquisição de dados por computador (HBM-MGCPlus). Depois de calibrados, alguns termopares (10) foram montados em uma sonda acoplada a um mecanismo posicionador para permitir a obtenção do campo de temperatura no interior da cavidade. As medidas foram iniciadas após o estabelecimento do regime permanente.

As Figuras 2 e 3 mostram a montagem experimental e os detalhes da cavidade térmica com o mecanismo posicionador e a sonda com termopares, respectivamente. As Figuras 4 e 5 mostram os campos de temperatura no interior da cavidade e os perfis de temperatura na altura média da cavidade para cada um dos casos estudados.



Figura 2: Montagem experimental completa.



Figura 3: Detalhes da cavidade.

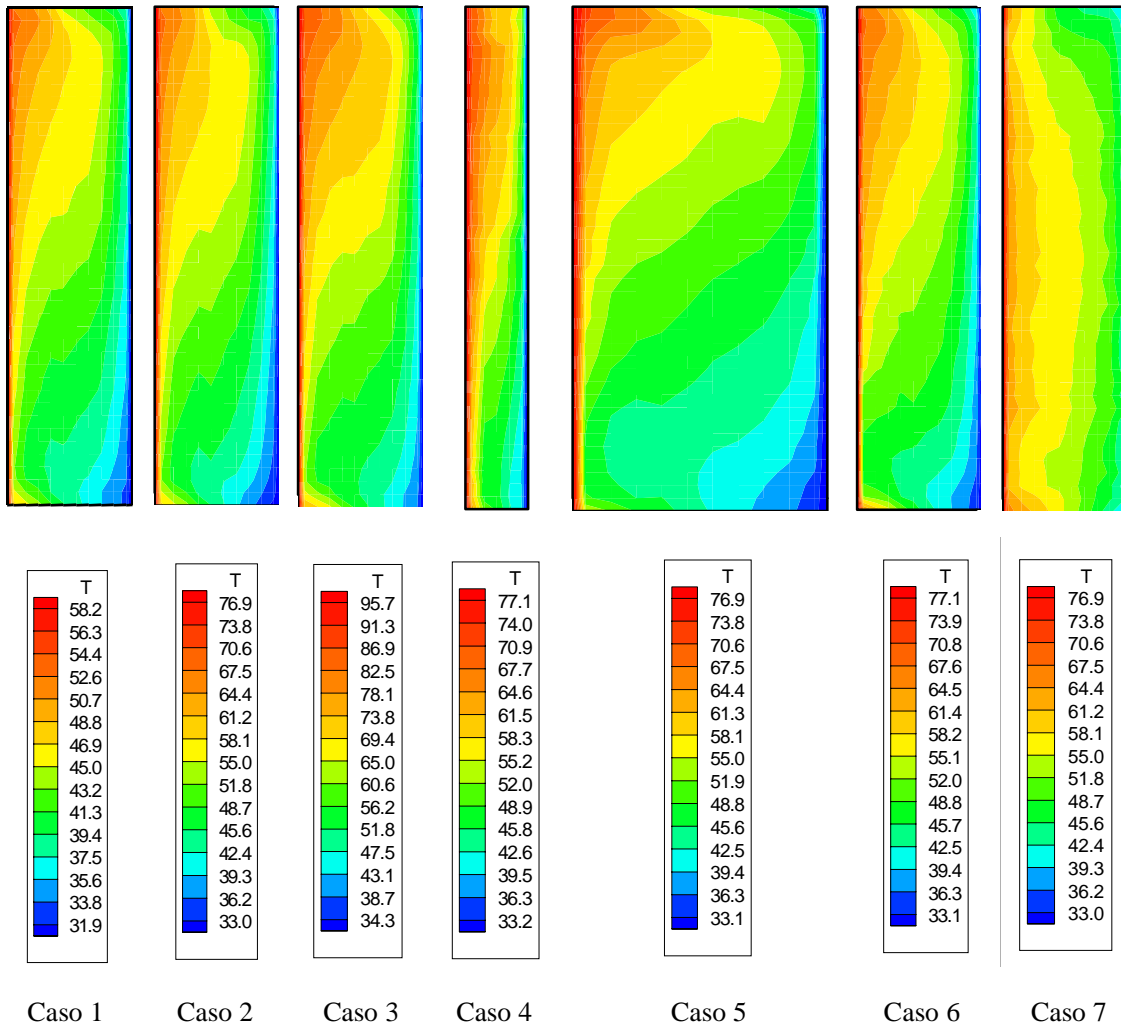


Figura 4: Campo de temperatura no interior da cavidade em função dos casos considerados.

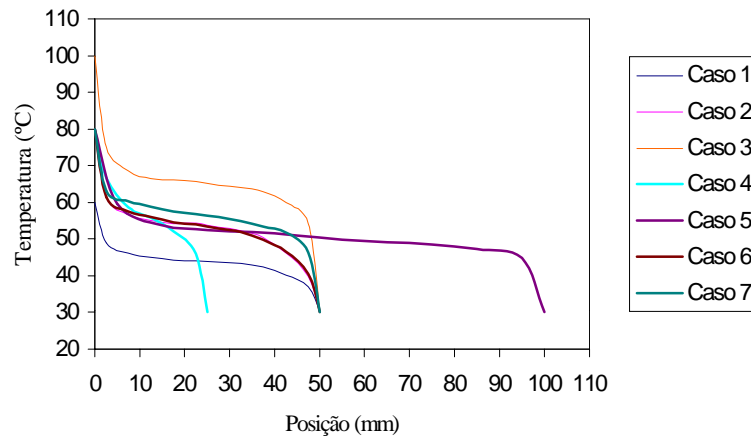


Figura 5: Perfis de temperatura na altura média da cavidade.

A diferença de temperatura entre as paredes provoca uma movimentação circular do ar dentro da cavidade, ou seja, subindo próximo a parede aquecida e descendo próximo a parede resfriada e existe uma zona de estagnação na parte central da cavidade. As linhas isotérmicas são paralelas nas proximidades das paredes onde as temperaturas são mantidas constantes e aproximadamente perpendiculares nas proximidades das paredes isoladas. Com o aumento da diferença de temperatura entre as paredes, ocorre uma maior movimentação do ar na cavidade, sendo verificado um efeito contrário quando se aumenta a razão de aspecto. Com relação ao ângulo de inclinação da cavidade, a medida que se diminui a inclinação ocorre alterações no campo de temperatura, pois a taxa de transferência de calor nas paredes com temperatura prescrita é alterada devido à movimentação ascendente do ar quente que está próximo da parede aquecida, que acaba provocando o movimento descendente do ar que está próximo da parede fria.

Futuramente deve ser considerada a solução numérica do problema, será melhorado o isolamento térmico da cavidade e realizados testes experimentais para a visualização do escoamento na cavidade.

Agradecimentos: à FAPESP, pela concessão de bolsas de estudos (Processos 01/05794-8 e 01/05795-4), bem como pelo financiamento do projeto no qual está inserido este trabalho (Processo 00/00632-7).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Bejan, A., Transferência de Calor, Ed. Edgard Blucher Ltda., 1996.
 Lombardi, G., Silva, P. P. e Peitl Filho, O., Sistema de Confecção, Aferição e Implantação de Pares Termo-Elétricos, Anais do VII Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, pp. 63-74, Uberlândia-MG, 1983.
 MGCPlus Operating Manual, HBM-Hottinger Baldwin Messtechnik, Germany, 1999.