

FLUXO LONGITUDINAL DE CALOR EM UM CILINDRO SUJEITO A CONVECÇÃO FORÇADA

LEONARDO CERON DA SILVA¹; JOÃO CARLOS VAZ VAZ ²; MAURÍCIO DE MELLO GARIM³

¹Universidade Federal do Rio Grande – leonardo.ceron.pel@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande – joaovazeq@gmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande – mauriciogarim@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A transferência de calor é uma ciência básica que trata da taxa de transferência de energia térmica. O estudo de transferência de calor é, há muito tempo, parte básica dos currículos dos cursos de engenharia em virtude da importância das aplicações relacionadas com as trocas de energia, provocada exclusivamente pela diferença de temperatura. O calor pode ser transferido de três modos: condução, convecção e radiação (THOMAS, 1980).

Equipamento de transferência de calor, como trocadores de calor, caldeiras, condensadores, radiadores, aquecedores, fornos, refrigeradores e coletores de energia solar, são projetados principalmente com base na análise de transferência de calor. Os problemas de transferência de calor encontrados na prática podem ser separados em dois grupos: problemas de avaliação e problemas de dimensionamento. Os problemas de avaliação lidam com a determinação da taxa de transferência ou fluxo de calor para um sistema existente com diferença de temperaturas (ÇENGEL, 2011).

Sistemas ou processos de engenharia podem ser estudados de forma experimental ou analítica. A abordagem experimental oferece a vantagem de trabalhar com o sistema físico e real, e a quantidade desejada é determinada por medição dentro dos limites dos erros experimentais.

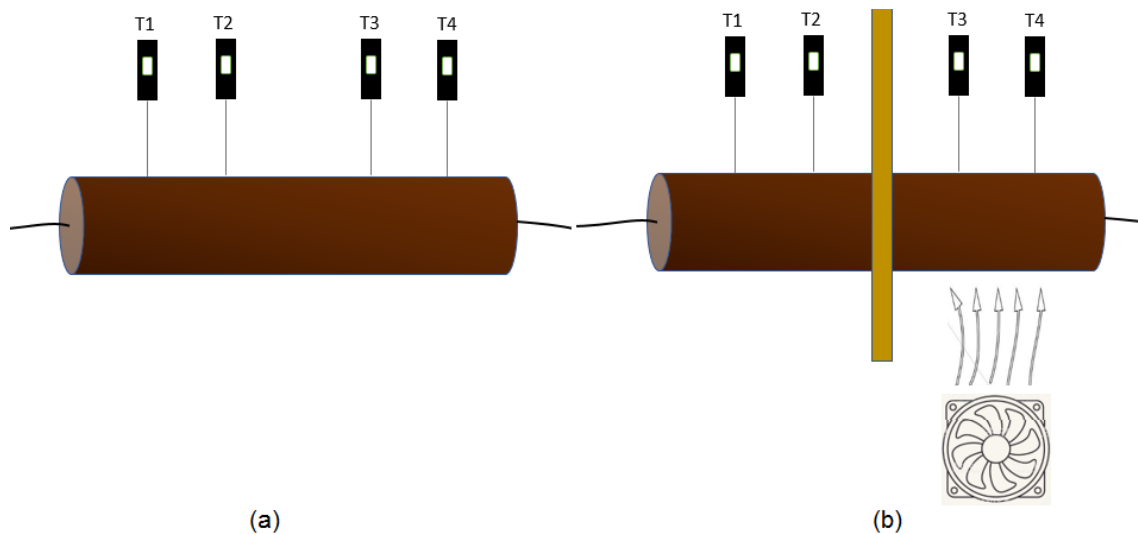
Portanto, o objetivo deste trabalho é demonstrar o surgimento de um fluxo de calor longitudinal em um corpo cilíndrico, por meio da aplicação de uma convecção forçada durante seu resfriamento.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foram feitos dois experimentos. No primeiro experimento um cilindro de aço-carbono foi aquecido até aproximadamente 150 °C por uma resistência elétrica. Após o aquecimento ser desligado, registrou-se as temperaturas ao longo do cilindro durante seu resfriamento, sendo exposto a temperatura ambiente. A Figura 1a representa a estrutura do experimento.

No segundo experimento, o mesmo cilindro foi aquecido a 150 °C e posteriormente resfriado, registrando as temperaturas ao longo do cilindro. Sendo que, metade do cilindro foi exposto a uma convecção forçada (Figura 1b).

Figura 1: a) Estrutura do experimento 1. b) Estrutura do experimento 2.



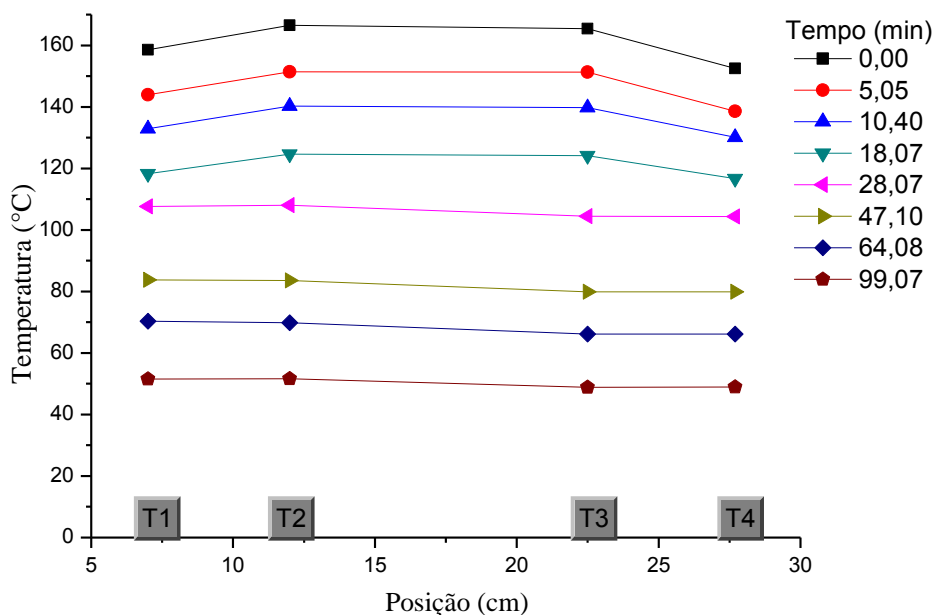
Em ambos experimentos, os termopares foram inseridos próximos ao centro do cilindro. O cilindro é de aço carbono e possui 32,70 cm de comprimento e 6,02 cm de diâmetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na Figura 2 demonstram que as temperaturas mantêm simetria longitudinal, ou seja, não há fluxo axial quando o cilindro está inteiramente sujeito ao resfriamento por convecção natural.

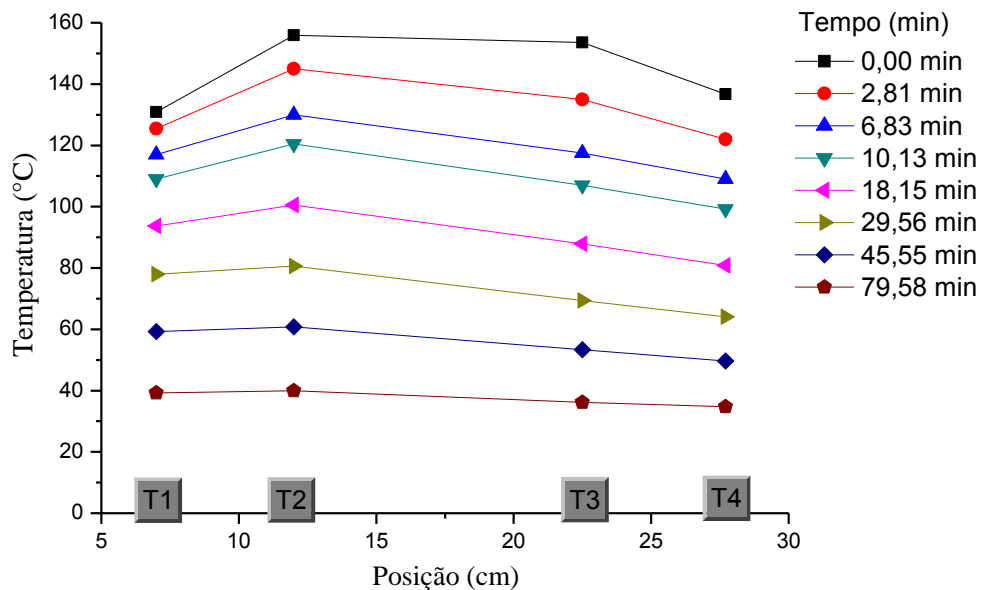
Cabe observar, que as temperaturas nos pontos T1 e T4 tendem a ser mais baixas que nos pontos T2 e T3 devido as perdas de calor pelas extremidades do cilindro. Esta diferença decresce ao longo do resfriamento.

Figura 2: Gráfico de temperaturas ao longo do cilindro, durante o experimento 1.



Na Figura 3 observa-se que a simetria entre as temperaturas ao longo do cilindro é desfeita, quando metade do mesmo está sujeita a convecção forçada. Onde a convecção forçada é aplicada, há um aumento na troca de calor do cilindro com o ar, devido ao aumento do coeficiente de película. De forma que, as temperaturas nos pontos T3 e T4 se tornem menores que nos pontos T1 e T2 ao longo do tempo, originando um fluxo de calor longitudinal.

Figura 3: Gráfico de temperaturas ao longo do cilindro, durante o experimento 2.



Considerando a transferência de calor unidimensional em Z, para um determinado tempo de amostragem e sem geração, a equação do fluxo de calor pode ser escrita conforme a equação 1.

$$q'' = -k * \frac{dT}{dZ} \quad (1)$$

onde,

q'' = fluxo de calor (W/m²)

k = condutividade térmica (W/m*K)

Neste caso, considerando-se que a condutividade térmica constante, é possível calcular o fluxo de calor longitudinal no cilindro, igualando-se $\frac{dT}{dZ}$ ao coeficiente angular da reta formada entre os pontos T2, T3 e T4.

Tabela 1: Gradiente de temperatura axial.

Tempo (min)	$\frac{dT}{dZ}$ (°C/cm)
02,81	-1,390
06,83	-1,316
10,13	-1,346
18,15	-1,247
29,56	-1,053
45,55	-0,708
79,58	-0,334

Os valores do gradiente de temperatura mostrados na Tabela 1 decrescem, pois, a diferença de temperatura entre o cilindro como um todo e o ambiente externo também decresce. Portanto, o fluxo de saída de calor do cilindro diminui conjuntamente com o fluxo de calor longitudinal no interior do cilindro.

4. CONCLUSÕES

Com os dados experimentais obtidos demonstrou-se que durante resfriamento de um cilindro ocorre o surgimento de um fluxo de calor longitudinal, após a implementação de uma convecção forçada em parte do cilindro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THOMAS, L.C. **Fundamentals of Heat Transfer**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1980.
ÇENGEL, Y.A. **Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications**. New York, New York: The McGraw-Hill Companies, 2011, 4ª ed.