

article info

Article history:

Received 1 November 2016

Accepted 3 January 2017

Available online 22 August 2017

# DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURAS EM ALETAS PINIFORMES PELOS MÉTODOS TEÓRICO, EXPERIMENTAL E DE DIFERENÇAS FINITAS

AMANDA M. DE OLIVEIRA, AMANDA G. BARBOSA, ANDRÉ D. CANAL, DÉBORAH P. ALMEIDA, GUSTAVO HENRIQUE R. PINTO, LUIZ FELIPE P. FREIRE, RAPHAEL C. DA COSTA, ROBSON EDUARDO DE ASSIS

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica  
Ph. Rolfs s/n – 36570-900 – Viçosa – MG  
deborah.almeida@ufv.br

## 1. INTRODUÇÃO

São frequentes as situações em que se procuram meios para aumentar a quantidade de calor transferido, por convecção, de uma superfície. A transferência de calor em um sólido ocorre na mesma direção de seu comprimento, ou seja, na direção da sua maior dimensão.

A taxa de calor por convecção pode ser intensificada aumentando-se o coeficiente convectivo, através de sistemas que incrementem a velocidade do fluido que escoar na sua superfície, ou que diminuam a temperatura do mesmo. Porém, soluções como estas podem ter custos elevados e, por este motivo, a forma mais utilizada de otimizar a taxa de transferência de calor por convecção é através do aumento da área efetiva de troca térmica do corpo (Incropera *et al.*, 2008). Portanto, a fim de aumentar a troca de calor, em alguns casos, se faz uso de superfícies estendidas.

A classificação da superfície estendida é usada para descrever um caso particular envolvendo transferência de calor por condução – no interior de um corpo sólido – e a transferência de calor por convecção e/ou radiação – nas fronteiras deste com o ambiente (Incropera *et al.*, 2008).

Por definição, aletas são superfícies estendidas a partir de um corpo, e possuem a finalidade de aumentar a troca térmica entre o mesmo e o fluido adjacente, a partir da transferência de calor por convecção. Seus tipos e configurações são determinados em função da configuração do corpo em que se deseja intensificar a troca térmica. Essas podem ser classificadas em três grupos básicos: aletas planas, anulares ou piniformes (Incropera *et al.*, 2008). As do tipo piniforme (ou pino) possuem área de seção transversal circular, podendo ser constantes ou variáveis.

## 2. OBJETIVO

Determinação e comparação por métodos teóricos, numérico, computacional e experimental da distribuição de temperatura ao longo de três aletas metálicas do tipo piniforme com seções transversais constantes.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho é dividida em partes de análise para três aletas de mesmo tamanho, sendo Aleta 1 de Aço Inoxidável com diâmetro de 15,9 mm, Aleta 2 de Aço Inoxidável com diâmetro de 9,6 mm e Aleta 3 de alumínio com diâmetro de 9,6 mm.

### 3.1 Método Experimental

A bancada de testes utilizada consiste em reservatório de água com temperatura controlada através de um termopar interno, conectado a um controlador digital modelo FE50S da *Flyever Equipamentos*<sup>®</sup> e três aletas metálicas, acopladas ao mesmo, com orifícios (nós) para a medição de temperatura.

A princípio foram medidos apenas os diâmetros de cada aleta e as coordenadas de cada nó. Em seguida mediu-se a temperatura em cada nó por meio de um sistema composto por um módulo de termopares usando o *software Labview*<sup>®</sup> da *National Instruments* que expunha os valores obtidos de temperatura. O mesmo procedimento de coleta de dados foi efetuado nas outras duas aletas.

### 3.2 Método Teórico

Para a obtenção dos valores teóricos, adotou-se um procedimento analítico e assim determinou-se a equação exponencial geral de distribuição de temperaturas em função da coordenada longitudinal da aleta com as seguintes considerações:

- Condução unidimensional na direção x (direção longitudinal da aleta);
- Regime estacionário;
- Condutividade térmica constante;
- Radiação da superfície desprezível;
- Coeficiente de transferência de calor por convecção uniforme;
- Temperatura da base igual a 37 °C e temperatura ambiente igual a 27 °C.

### 3.3 Método de Diferenças Finitas

Utilizando o *software SolidWorks*<sup>®</sup>, modelou-se as três aletas estudadas de acordo com suas propriedades físicas. Em seguida, utilizando a interface de estudo térmico do *software* e tendo estabelecido as condições de contorno gerou-se a malha para a simulação. Então simulou-se a taxa de transferência de calor nas aletas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada método estudado obteve-se os valores da distribuição de temperatura nas aletas em função da distância de sua base até sua extremidade, como mostra as Figuras 1, 2 e 3.

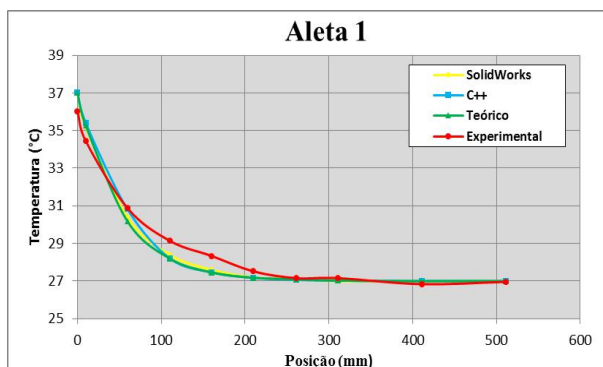


Figura 1 - Variação de temperatura para a aleta 1

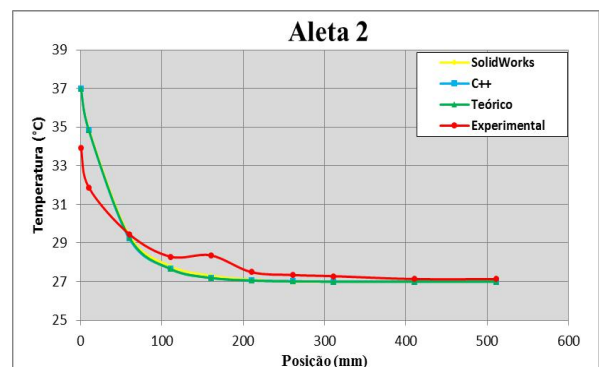


Figura 2 - Variação de temperatura para a aleta 2

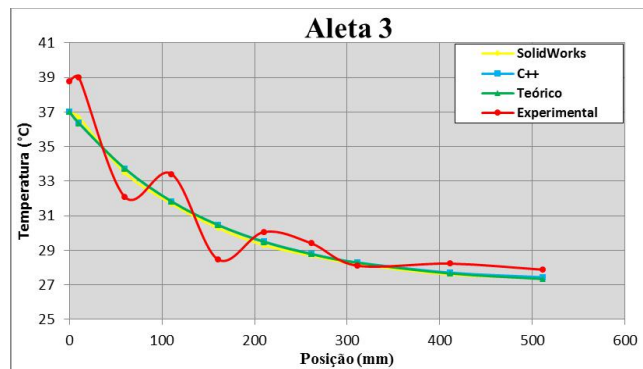


Figura 3 - Variação de temperatura para a aleta 3

Nota-se que, para todos os métodos estudados, a curva de temperaturas em função da posição longitudinal das aletas possui comportamento exponencial, o que, de fato, era esperado teoricamente. Além disso, averiguou-se que a aleta de alumínio (Aleta 3) exibiu os maiores valores de temperatura em função do comprimento, uma vez que esta apresenta maior condutividade térmica. Por sua vez, a aleta 1 exibiu maiores valores do que a aleta 2, de mesmo material, pois sua área de seção transversal é maior. Pode-se notar também, que os valores obtidos pelo método experimental são discrepantes quando comparados com os outros métodos.

## 5. CONCLUSÃO

Apesar dos resultados experimentais apresentarem discrepância com o fenômeno, quando comparado com os outros métodos apresentados, esse fato se torna irrelevante quando levamos em consideração que, para a análise teórica, o material foi considerado homogêneo (isotrópico), o que não ocorre de fato, visto que todo material está sujeito à variações estruturais e químicas. Além disso, o método experimental é passível de erros de medição que podem influenciar diretamente nos resultados.

## REFERÊNCIAS

- FOZ, R. W.; MCDOONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. “*Introdução à Mecânica dos Fluidos*”. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006
- INCROPERA, F. P.; DeWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S.; “*Fundamentos da Transferência de Calor e Massa*”. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- ÇENGEL, Y. A. “*Transferência de Calor e Massa: Uma abordagem prática*”. 3 ed. Editora McGrawHill, 2009.