



Condução de Calor em Superfícies Extendidas (Aletas)

[Veja Também](#)

A condução de calor em superfícies extendidas ou aletas pode ser considerada um processo unidimensional se a aleta é suficientemente fina quando comparada com seu comprimento. Para tais casos estão disponíveis soluções analíticas que podem ser facilmente obtidas.

Contudo é necessário conscientizar o estudante sobre os limites da hipótese da unidimensionalidade num problema que é essencialmente bidimensional. Isto pode ser feito através de medições diretas em laboratório ou usando-se a simulação numérica do problema bidimensional, tarefa esta facilmente realizada usando-se o Transcal v1.1. O aluno poderá assim verificar a validade da hipótese unidimensional.

Para tanto, considere-se uma aleta com seção longitudinal constante de 0.05m de comprimento e 0.002m de espessura, lembrando que neste tipo de dispositivo, comumente, a dimensão Z é grande quando comparada à espessura. O material é o alumínio e sua temperatura na base é 100oC. A aleta é exposta a um ambiente cujo coeficiente de convecção de calor é de 10W/m²K, com 25oC de temperatura. A extremidade da aleta está isolada. Pede-se calcular, através do software e do procedimento analítico, o fluxo de calor da aleta para o ambiente e a temperatura da aleta em três pontos ao longo da mesma, $x = 0.01125$, $x = 0.03125$ e $x = 0.04375$, na condição de regime permanente. A figura 1 mostra um esquema do problema.

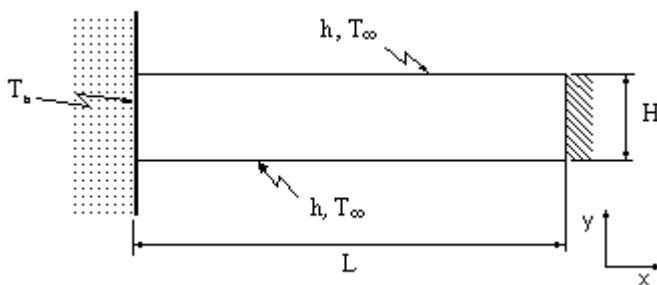


Fig. 1 – Esquema do problema da aleta

Utilizando a solução analítica disponível nos livros-texto, é possível calcular o fluxo de calor da aleta nos três pontos requeridos, como consta na tabela 1.

No Transcal v1.1 uma configuração geométrica bidimensional, usando uma malha de 20 volumes na direção X e 4 volumes na direção Y pode ser facilmente implementada. Utilizando os diálogos da interface, define-se o material da aleta e as condições de contorno.

Dá-se partida ao processo de simulação supondo que a temperatura inicial do material da aleta tenha sido especificada como sendo igual a 25oC. O regime transiente pode então ser acompanhado usando-se os recursos de animação do software, que permitem visualizar os vetores de fluxo de calor entrando pela base da aleta e percorrendo o seu interior. O comportamento temporal dos perfis de temperatura ao longo da direção X também pode ser animado, permitindo que seja verificada a aproximação da distribuição exponencial quando a solução se aproxima do regime permanente.

Com uma tolerância de simulação de 1E-08, obtém-se o valor solicitado da temperatura, para cada um dos três pontos ao longo do eixo X:

<i>Resultados Transcal 1.1</i>	<i>Solução Analítica</i>
$q_f = 72.47 \text{ W}$	$q_f = 72.60 \text{ W}$
$T(0.01125) = 98.476 \text{ oC}$	$T(0.01125) = 98.475 \text{ oC}$
$T(0.03125) = 96.737 \text{ oC}$	$T(0.03125) = 96.733 \text{ oC}$
$T(0.04375) = 96.267 \text{ oC}$	$T(0.04375) = 96.265 \text{ oC}$

Tabela 1 – Resultados do Problema

Note-se que os resultados da solução unidimensional analítica são quase idênticos àqueles obtidos numericamente, mesmo sendo esta última uma solução bidimensional. Através desta comparação, o estudante poderá verificar a adequação do modelo unidimensional ao problema proposto.



Fig. 2 – Malha 2D para o problema da aleta

Um recurso muito útil do software é a janela *Resultados da Simulação*, onde são dadas as propriedades calculadas para cada volume de controle e nos contornos. Analisando este campo é possível verificar se os valores dos fluxos de calor atravessando a base da aleta são iguais aos daqueles que deixam sua superfície, caracterizando o regime permanente, como descrito na figura 3.

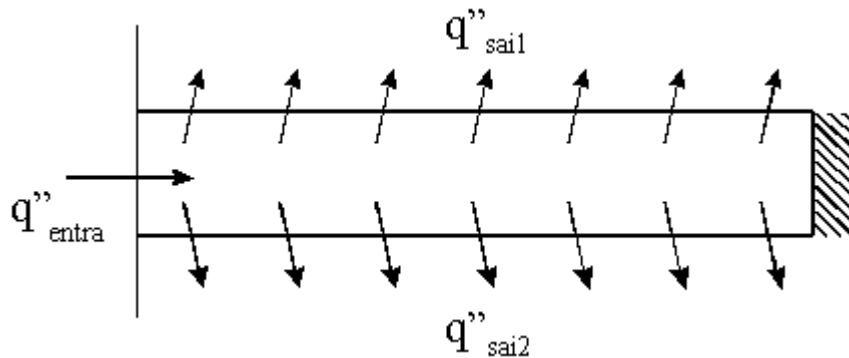


Fig. 3 – Balanço de Fluxo de Calor

Assim

$$q''_{entra} = 72.466 \text{ W} \quad (3)$$

$$q''_{sai1} = q''_{sai2} = 32.232 \text{ W} \quad (4)$$

Disso resulta

$$q''_{entra} - (q''_{sai1} + q''_{sai2}) \approx 10^{-3} \approx \text{regime permanente} \quad (5)$$

O *Resultado da Simulação* permite ainda verificar a validade da hipótese unidimensional. Para isto basta observar a distribuição de temperaturas ao longo da direção Y nos quatro volumes de controle. Se as variações forem pequenas, o problema satisfaz a hipótese. Ao variar a relação comprimento/largura descobre-se o limite da hipótese unidimensional, analisando a distribuição de temperaturas. Se a temperatura no ambiente for maior que a temperatura base da aleta os vetores fluxo de calor irão da superfície para a base da aleta (verifique!). Usando os gráficos dinâmicos, que interpretam graficamente os *Resultados da Simulação*, pode-se facilmente verificar quando o problema se torna bidimensional,

observando a variação de temperaturas ao longo da direção Y.

Através de estudos semelhantes a este, é possível responder a várias e importantes questões relacionadas com a condução de calor em aletas.