

Análise Numérica da Variação de Temperatura em uma Amostra de Alumínio com Fluxo de Calor Imposto Parcialmente em uma das Faces.

Jefferson Gomes do Nascimento, Douglas Luiz Silva, Fernando Costa Malheiros, Gilmar Guimarães.

Laboratório de transferência de calor: Modelagem e experimento, jeffersonpetmec@gmail.com

Palavras-chave

condução de calor, simulação computacional, comportamento térmico em sólidos

1. INTRODUÇÃO

Condução é a transferência de energia das partículas mais energéticas de uma substância para partículas vizinhas adjacentes menos energéticas "Çengel and Ghajar (2012)", e acontece a todo instante em nosso planeta, sendo que a transferência de energia térmica por condução é um dos tópicos apresentado e estudado no livro dos autores "Incropera and Dewitt (2008)", sendo possível recorrê-lo para entender melhor o fenômeno físico. Possuímos também a necessidade de entender como se dá a propagação do calor em materiais sólidos, para que, com o conhecimento pré-definido das leis físicas que regem o comportamento possamos prever causa e efeito quando presenciarmos a transferência de energia térmica por condução em nosso cotidiano.

O presente trabalho tem como objetivo mostrar os resultados obtidos através de experimentos realizados em uma amostra de alumínio, sendo que foi aplicado no corpo da amostra um fluxo de calor que variava em relação ao tempo, sendo tanto o tempo como o fluxo aplicado e a temperatura em instantes pré determinados medidos por um equipamento fidedigno.

Tendo como posse o fluxo que foi aplicado na amostra e as medidas da placa de alumínio, se simulou em um software titulado como *COMSOL®* que simula efeitos físicos, uma placa de alumínio de mesma composição e tamanho da experimental, aplicando-se o mesmo fluxo do modelo experimental no modelo computacional, pode-se então observar e comparar os resultados obtidos, ou seja, o comportamento da temperatura experimental e computacional enquanto a amostra recebia calor de uma fonte, e como se comportava a temperatura do corpo quando à fonte era desligada.

No modelo computacional foi feito dois modelos. Em um, o sistema fonte/amostra estão isolados termicamente e não há contribuição energética de nenhum agente externo ao sistema, e no outro modelo levamos em consideração que a amostra está em um meio convectivo, sendo que a retirada de calor da amostra por convecção não foi medida, apenas estimada aleatoriamente.

2. MODELO EXPERIMENTAL

A amostra de alumínio, inicialmente à temperatura uniforme, foi sujeita a um fluxo de calor numa parte de uma das faces enquanto as demais estavam sujeitas a um meio convectivo (Fig. 1). A temperatura nas posições 1, 2 e 3 (Tab.1) foram medidas e comparadas com os resultados da simulação computacional.

Foram realizados seis experimentos. A temperatura inicial da amostra foi calculada como sendo a média das temperaturas iniciais de cada experimento realizado, sendo que o cálculo nos dá o valor de $T_0 = 25,68^\circ\text{C}$, depois de dez segundos de coleta de dados a peça é aquecida parcialmente por uma fonte de calor. O aquecimento tem duração de 420s imposto por uma fonte de alimentação de corrente contínua (BK Precision 9206), e por mais 420s com a fonte desligada se coletou dados da amostra. Aplicou-se também uma tensão de 30V em uma resistência elétrica aquecedora de 1440 Ω , coberta com borracha de silicone, com dimensões laterais de 50 x 50 mm e espessura de 0,3 mm enquanto as temperaturas são medidas por termopares tipo K.

Os termopares estão posicionados em posições diferentes, sendo que dois deles estão na face superior da placa e um na face inferior. A medição e armazenamento das informações dos termopares e do transdutor são arquivados usando um sistema de aquisição de dados (*Agilent®* 34972A). Cada sinal é medido num intervalo de 5s, totalizando 171 pontos para cada experimento. A amostra se encontra em cima de um bloco de isopor, que age como isolante térmico, para que a face inferior da amostra não receba nenhuma contribuição energética do meio.

A software utilizado para a simulação computacional do experimento foi o *COMSOL®*. Essa ferramenta é uma plataforma de software multipropósito com base em métodos numéricos avançados para modelar e simular problemas baseados em física.

A amostra de alumínio mostrada na Fig.1 tem espessura de 4,2mm, dimensões laterais de 85 x 85,2mm e o centro da área de fluxo está posicionado em $X = 58,7\text{mm}$, $Y = 25,38\text{mm}$, $Z = 4,2\text{mm}$.

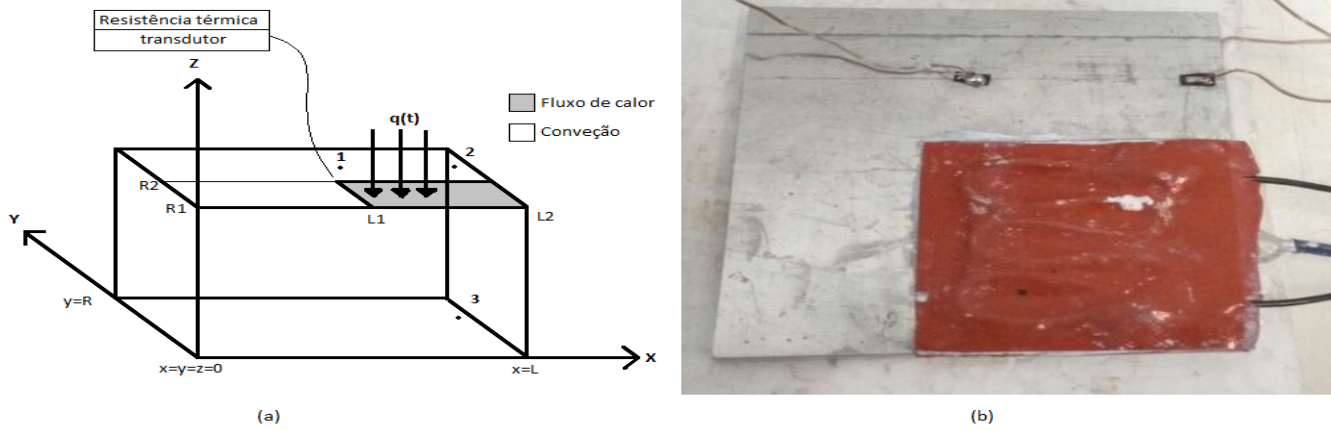


Figura 1: Aparato experimental: a) Esquema do posicionamento da resistência/transdutor e termopares na amostra de Alumínio. b) Amostra de Alumínio instrumentada.

Apresenta-se na Tab.1 a posição dos termopares e do transdutor no experimento.

Tabela 1: Posição dos termopares e transdutor no experimento.

Alumínio	$x(mm)$	$y(mm)$	$z(mm)$
Termopar1	39,75	65,75	4,2
termopar2	80,75	65,75	4,2
Centro do transdutor	58,7	25,39	4,2

3. RESULTADOS

A Fig. 2 mostra a variação do fluxo de calor para o experimento e para a simulação no software utilizado. Sendo que o fluxo é o mesmo para a simulação com convecção e sem convecção.

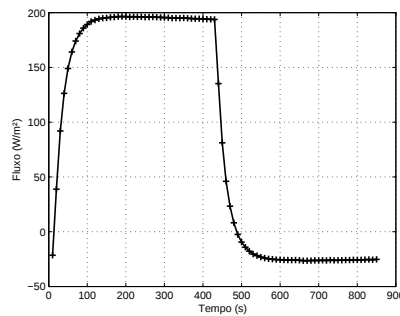


Figura 2: Evolução do fluxo de calor experimental imposto na amostra de Alumínio.

A Fig 3, mostra a variação das temperaturas medidas nas posições 1, 2 e 3 para o experimento realizado e para a simulação no software utilizado, com três gráfico onde o sistema permanece isolado (Fig.3, (a), (b) e (c)) e outros três que leva em consideração que na face superior e nas laterais da amostra houve uma retirada de calor por convecção (Fig.3, (e), (f) e (g)). Não se mediu a quantidade de calor que é retirada da amostra por agentes externos ao sistema fonte/alumínio, o valor da energia térmica que é retirada da amostra em W/m^2 foi definida aleatoriamente, sendo esse valor de $10W/m^2$. O fluxo aplicado para todos os modelos é o apresentado na Fig. 2.

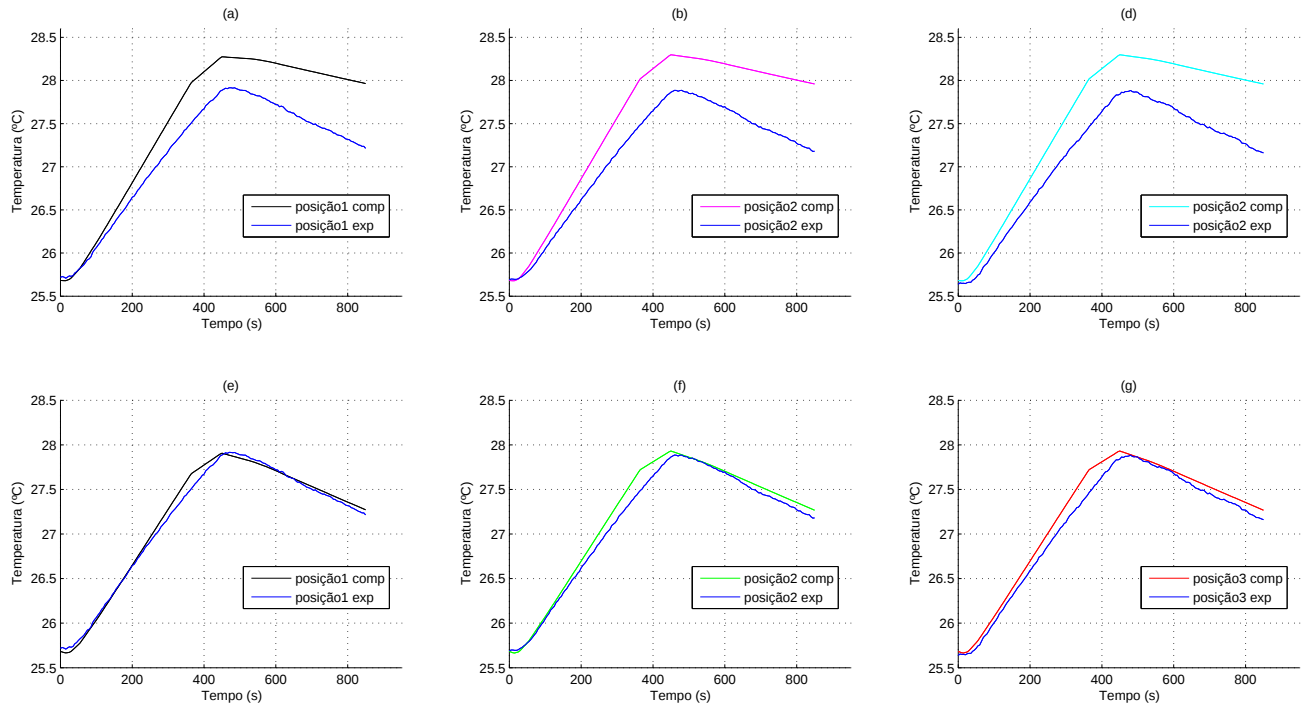


Figura 3: Comparação entre as temperaturas do modelo experimental e computacional. (a), (b) e (c) São à variação das temperaturas considerando $h = 0 \text{ W/m}^2$ no modelo computacional. (e), (f) e (g) Variação das temperaturas considerando $h = 10 \text{ W/m}^2$ no modelo computacional.

4. CONCLUSÃO

Observando gráficos apresentados, vemos que as curvas das temperaturas obtidas computacionalmente em cada ponto se aproximam da curva obtida experimentalmente. Porém, observamos que as curvas de temperatura obtidas no modelo computacional considerando $h = 10 \text{ W/m}^2$, se ajusta melhor ao modelo experimental do que quando consideramos $h = 0 \text{ W/m}^2$. Portanto, concluímos que o meio externo age sobre o experimento de forma significativa, influenciando na variação de temperatura amostral.

O trabalho proposto revela que houve transferência de energia térmica do alumínio para o meio convectivo, e que o efeito físico estudado não foi apenas o de condução do calor, mas também o de convecção. A comparação dos resultados mostra que se ao realizar um experimento com os equipamentos utilizados neste trabalho e nas mesmas condições físicas experimentadas, os resultados obtidos possuirão um erro, se o que se quer estudar é apenas como se propaga a energia térmica no alumínio por condução.

5. REFERÊNCIAS

- Çengel, Y. A. and Ghajar, A. J. *Tranferência de Calor e Massa*. 2012.
- Incropera, F. P. and Dewitt, D. P. *Fundamentos de Tranferência de Calor e Massa*. 2008.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG.