

# CIV 2802 – Sistemas Gráficos para Engenharia – 1º Semestre – 2008

## Trab3: Condutividade Térmica 2D – Método das Diferenças Finitas

### Pedido

Utilizando o MATLAB, implemente soluções numéricas em diferenças finitas utilizando a Técnica de Direções Alternadas para os problemas transientes de transmissão de calor nas duas placas planas indicadas abaixo, sendo que a segunda placa deve ser analisada duas vezes, uma para cada material especificado.

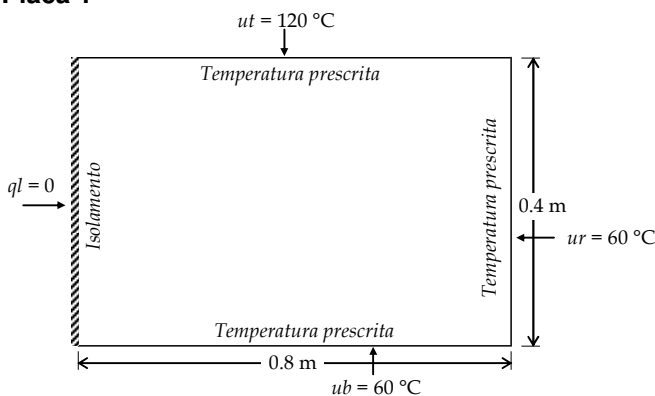
O tempo final da solução numérica deve ser determinado de tal maneira que a solução transiente convirja aproximadamente para uma situação regime permanente (isso deve ser observado graficamente).

Os resultados devem ser apresentados para 3 diferentes subdivisões do domínio (nas direções  $x$  e  $y$ ), escolhidas arbitrariamente. Para cada subdivisão do domínio, 3 diferentes valores para o passo de tempo devem ser adotados.

Os formatos devem ser apresentados na forma de superfícies 3D (*surf*) em que os valores da temperatura são mostrados em relevo (altura de um ponto da superfície corresponde ao seu valor de temperatura). Sobre a superfície são desenhadas faixas de cores correspondendo aos valores das temperaturas (*contour3*) e linhas de fluxo térmico (*streamslice*).

Faça uma análise sobre os resultados numéricos. Nesta análise indique a influência do número de subdivisões do domínio e do passo de tempo.

### Placa 1



Material: Ferro  
condutividade térmica  $k = 80.2 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 22.7 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

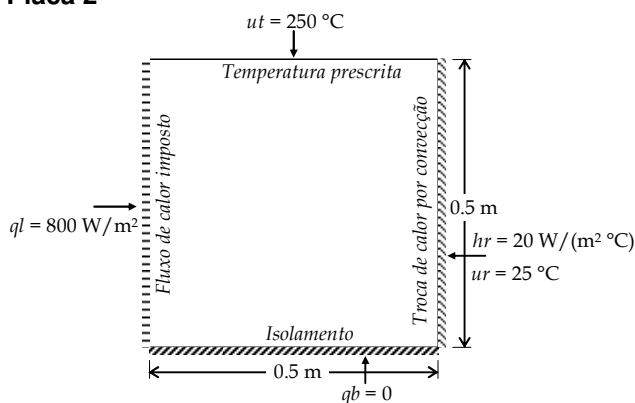
Espessura da placa:  $e = 0.1 \text{ m}$

Condições de contorno:

- bordo esquerdo: fluxo de calor nulo
- bordo superior: temperatura prescrita ( $120^\circ\text{C}$ )
- bordo direito: temperatura prescrita ( $60^\circ\text{C}$ )
- bordo inferior: temperatura prescrita ( $60^\circ\text{C}$ )

Campo inicial de temperatura uniforme:  $60^\circ\text{C}$

### Placa 2



**Placa 2a:** Material: Cobre  
condutividade térmica  $k = 400 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 117 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

**Placa 2b:** Material: Aço Inox  
condutividade térmica  $k = 14.9 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Espessura da placa:  $e = 0.1 \text{ m}$

Condições de contorno:

- bordo esquerdo: fluxo de calor imposto ( $800 \text{ W/m}^2$ )
- bordo superior: temperatura prescrita ( $250^\circ\text{C}$ )
- bordo direito: troca de calor por convecção, com coeficiente de troca de calor fornecido ( $20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ ) e temperatura no infinito fornecida ( $25^\circ\text{C}$ )
- bordo inferior: fluxo de calor nulo

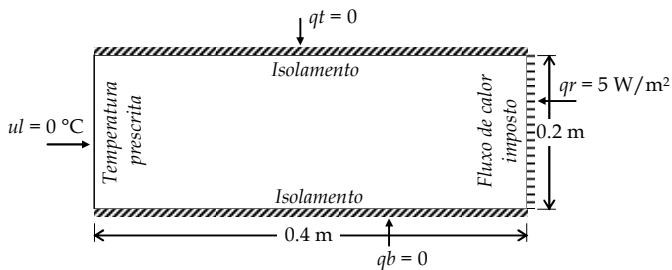
Campo inicial de temperatura uniforme:  $250^\circ\text{C}$

## Fornecido

São fornecidos 3 programas em MATLAB que fazem a simulação numérica dos seguintes modelos. Esses programas são exemplos que devem ser utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento dos programas deste trabalho.

### Exemplo 1 (*trab3\_exemplotrab2.m*)

É uma versão bidimensional do modelo do segundo trabalho (Trab2), cuja solução analítica é conhecida.



Material:

condutividade térmica  $k = 2 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Espessura da placa:  $e = 0.1 \text{ m}$

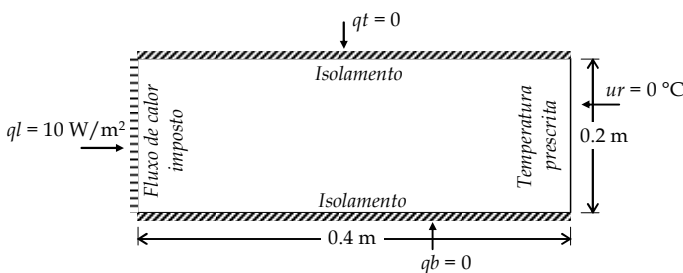
Fonte de calor uniformemente distribuída por área:  $s = 5 \text{ W/m}^2$

Condições de contorno:

bordo esquerdo: temperatura prescrita ( $0^\circ\text{C}$ )  
bordo superior: fluxo de calor nulo  
bordo direito: fluxo de calor prescrita ( $5 \text{ W/m}^2$ )  
bordo inferior: fluxo de calor nulo

Campo inicial de temperatura uniforme:  $0^\circ\text{C}$

### Exemplo 2 (*trab3\_fluxoesquerda.m*)



Material:

condutividade térmica  $k = 2 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

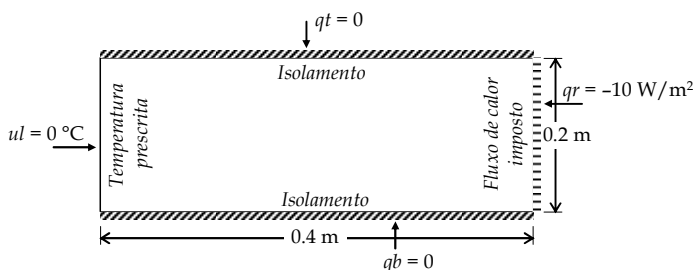
Espessura da placa:  $e = 0.1 \text{ m}$

Condições de contorno:

- bordo esquerdo: fluxo de calor prescrita ( $10 \text{ W/m}^2$ )  
- bordo superior: fluxo de calor nulo  
- bordo direito: temperatura prescrita ( $0^\circ\text{C}$ )  
- bordo inferior: fluxo de calor nulo

Campo inicial de temperatura uniforme:  $0^\circ\text{C}$

### Exemplo 3 (*trab3\_fluxodireita.m*)



Material:

condutividade térmica  $k = 2 \text{ W/m}^\circ\text{C}$   
difusividade térmica  $\alpha = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Espessura da placa:  $e = 0.1 \text{ m}$

Condições de contorno:

- bordo esquerdo: temperatura prescrita ( $0^\circ\text{C}$ )  
- bordo superior: fluxo de calor nulo  
- bordo direito: fluxo de calor prescrita ( $-10 \text{ W/m}^2$ )  
- bordo inferior: fluxo de calor nulo

Campo inicial de temperatura uniforme:  $0^\circ\text{C}$