

ZEB0562
CÁLCULO NUMÉRICO



PROF. DR. JOSÉ A. RABI
DEPTO. ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

PVC – EDO ORDEM 2: MDF

CONDIÇÕES DE CONTORNO



➤ CONDIÇÕES DE CONTORNO LINEARES: TIPOS



1º TIPO: CONDIÇÃO DE CONTORNO DE DIRICHLET

2º TIPO: CONDIÇÃO DE CONTORNO DE NEUMANN

3º TIPO: CONDIÇÃO DE CONTORNO DE ROBIN

➤ CONDIÇÕES DE CONTORNO NÃO LINEARES

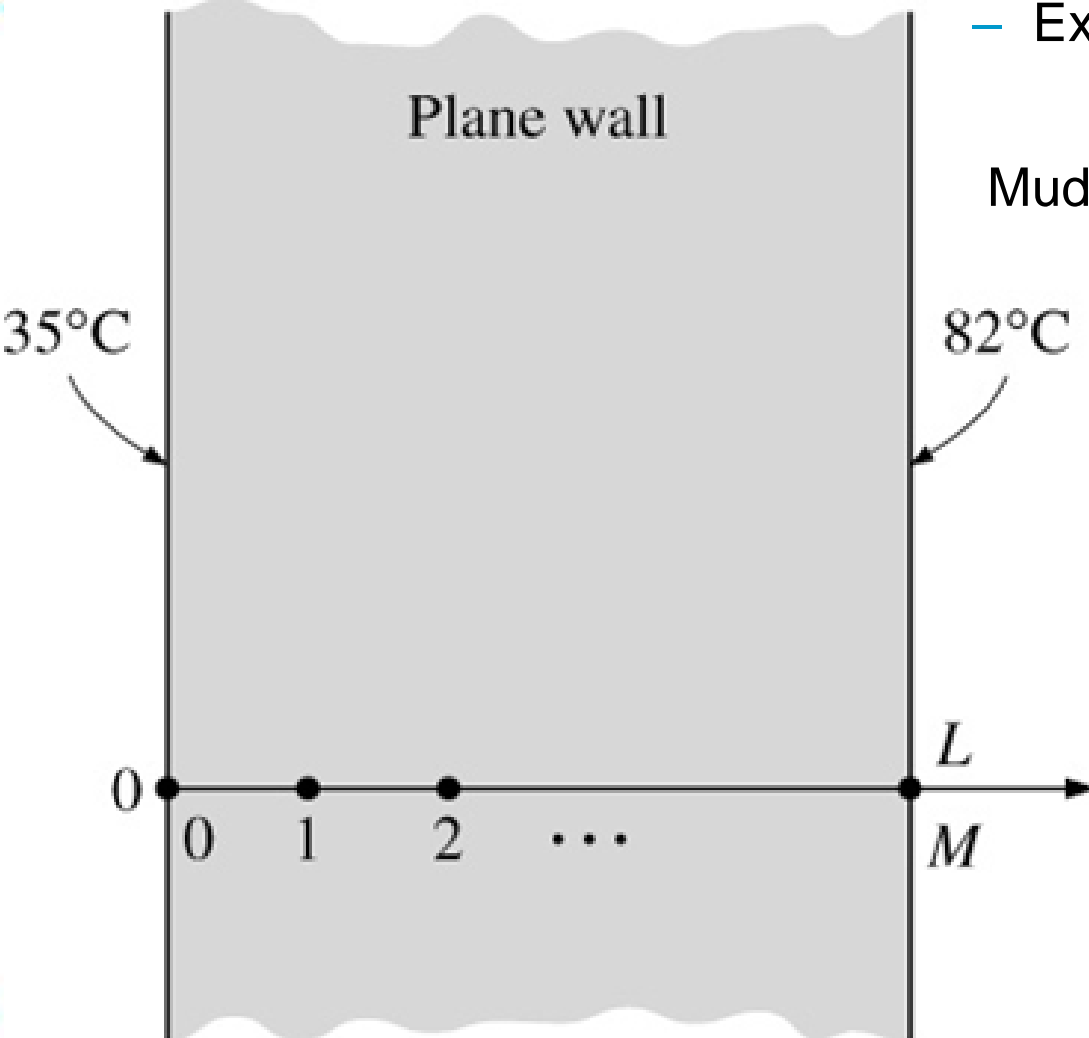
Condições de contorno de 1º tipo

- Condição de Dirichlet: valor da função

– Exemplo: temperatura conhecida



Mudança de fase / controle (set point)



$$\text{Em } x = 0: T(0) = T_0$$

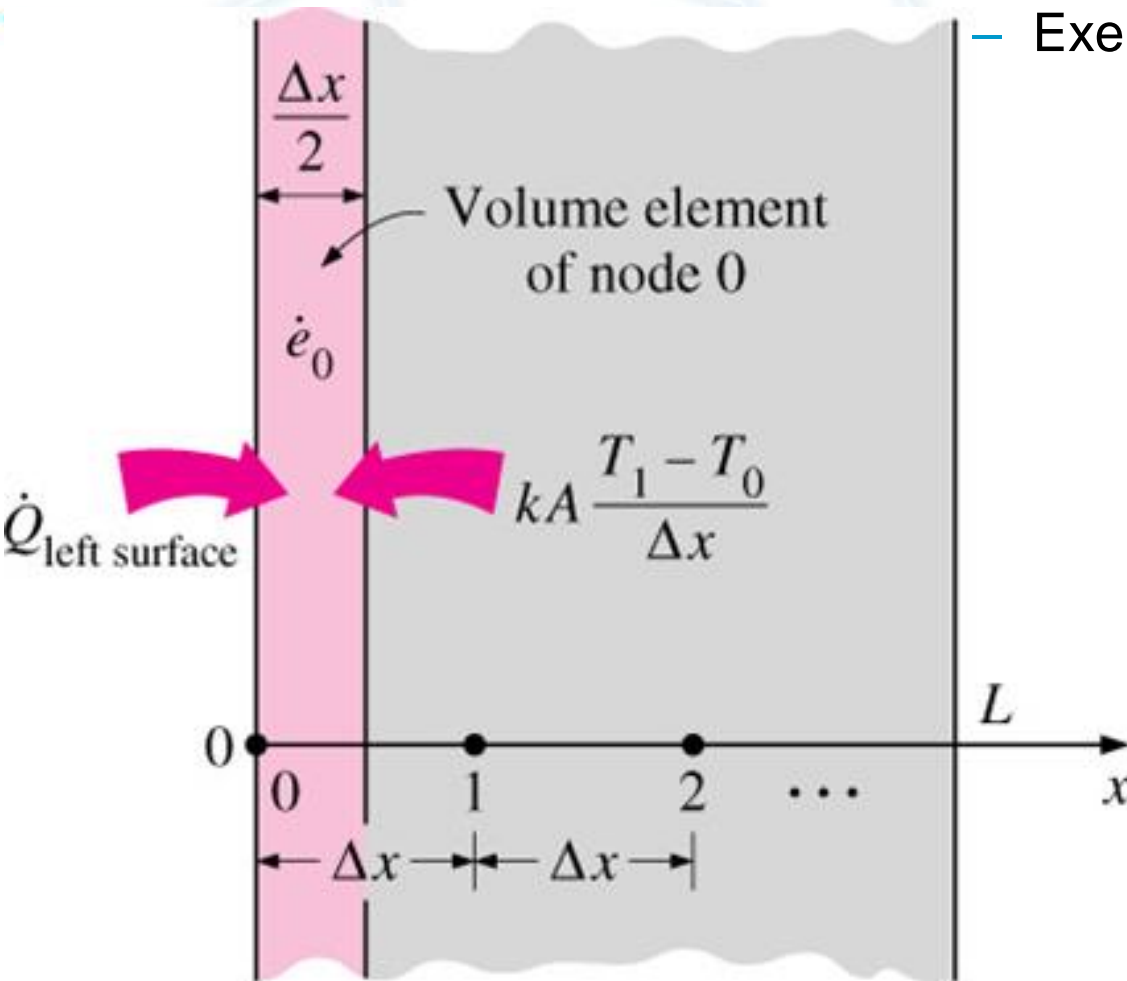
e/ou

$$\text{Em } x = L: T(L) = T_M$$

Condições de contorno de 2º tipo

- Condição de Neumann: valor da 1ª derivada da função

– Exemplo: fluxo de calor conhecido



Com geração interna de calor:

$$\dot{q}_{\text{left}} + k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x} + \dot{e}_0 \frac{\Delta x}{2} = 0$$

Sem geração interna de calor:

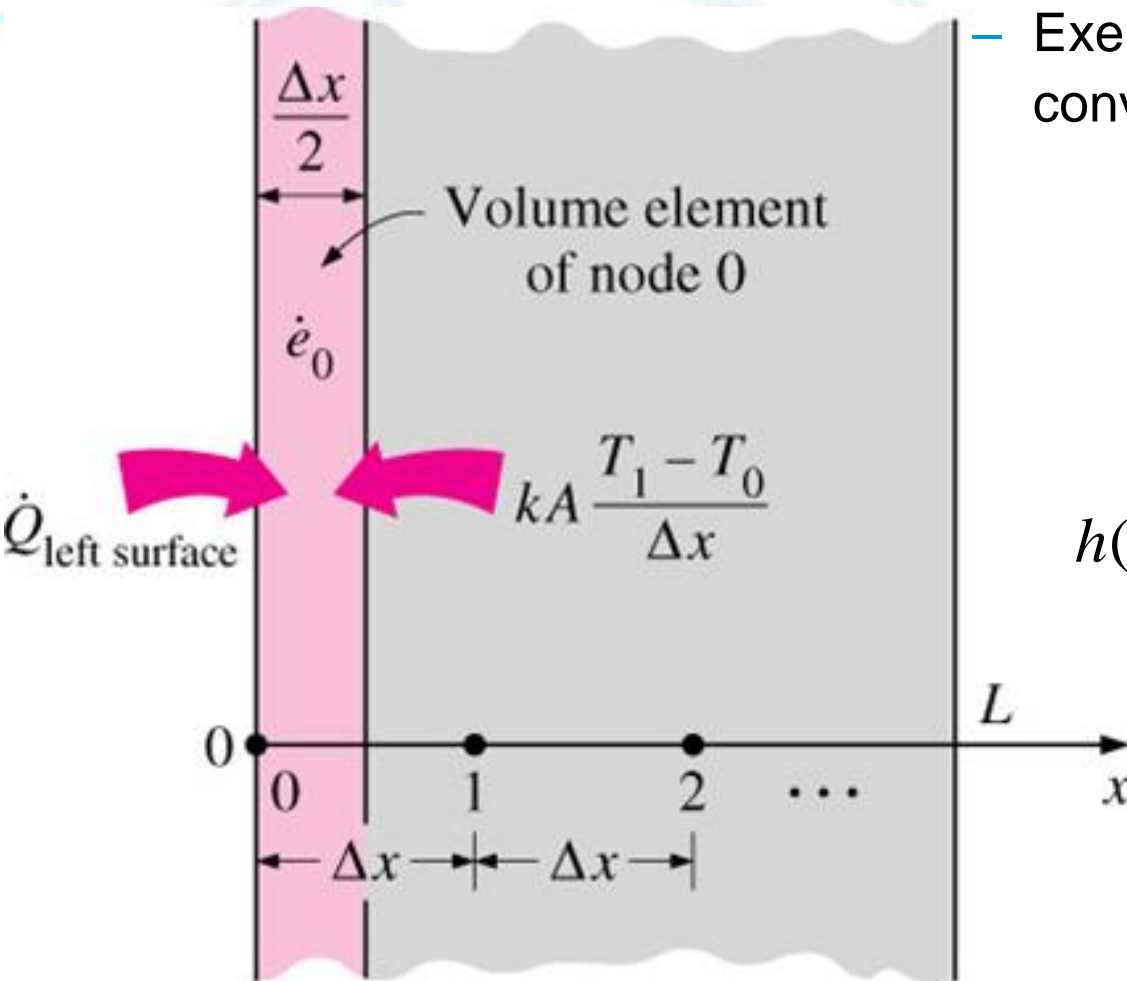
$$\dot{e}_0 = 0 \Rightarrow \dot{q}_{\text{left}} = -k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x}$$

Sem geração, com isolamento:

$$\dot{e}_0 = 0 = \dot{q}_{\text{left}} \Rightarrow T_0 = T_1$$

Condições de contorno de 3º tipo

- Condição de Robin: relação entre função e 1ª derivada



- Exemplo: transferência de calor por convecção (c/ coeficiente conhecido)

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = Ah(T_{\infty} - T_0)$$

Com geração interna de calor:

$$h(T_{\infty} - T_0) + k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x} + \dot{e}_0 \frac{\Delta x}{2} = 0$$

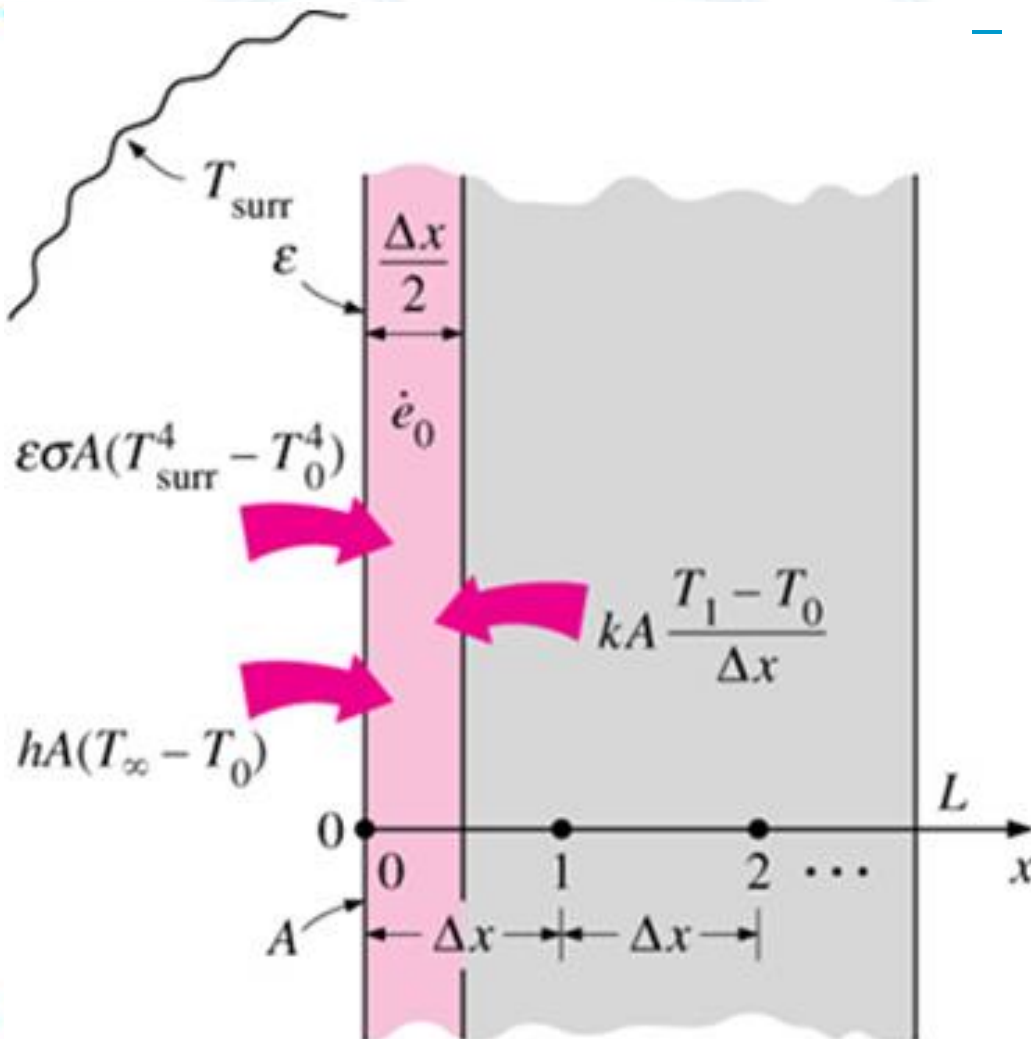
Sem geração interna de calor:

$$h(T_{\infty} - T_0) = \dot{q}_{\text{left}} = -k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x}$$

Condições de contorno não lineares

- Relação não linear envolvendo função e/ou 1ª derivada

- Exemplo: transferência de calor por radiação (com ou sem convecção)



Com geração interna de calor:

$$\varepsilon\sigma(T_{\text{surr}}^4 - T_0^4) + h(T_\infty - T_0) + k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x} + \dot{e}_0 \frac{\Delta x}{2} = 0$$

Sem geração interna de calor:

$$\varepsilon\sigma(T_{\text{surr}}^4 - T_0^4) + h(T_\infty - T_0) = \dot{q}_{\text{left}} = -k \frac{T_1 - T_0}{\Delta x}$$