



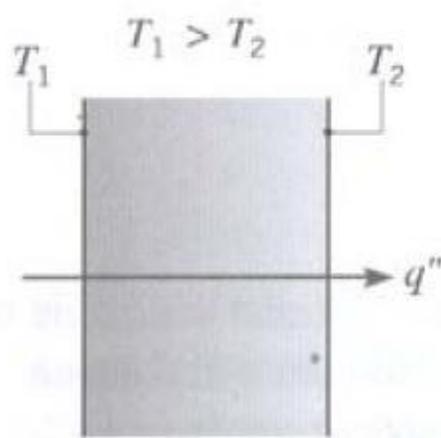
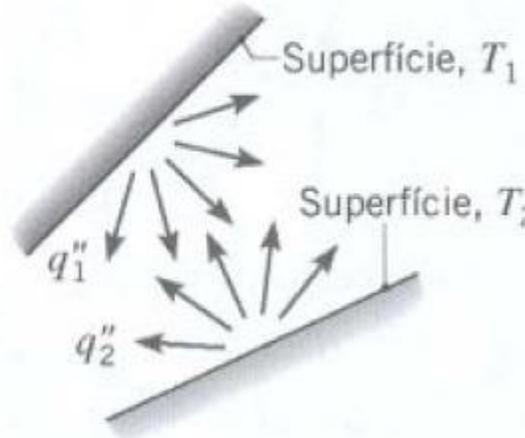
FENÔMENOS DE TRANSPORTE II
TRANSFERÊNCIA DE CALOR DEQ0303

Introdução

Professor Osvaldo Chiavone Filho

Introdução à Transferência de Calor

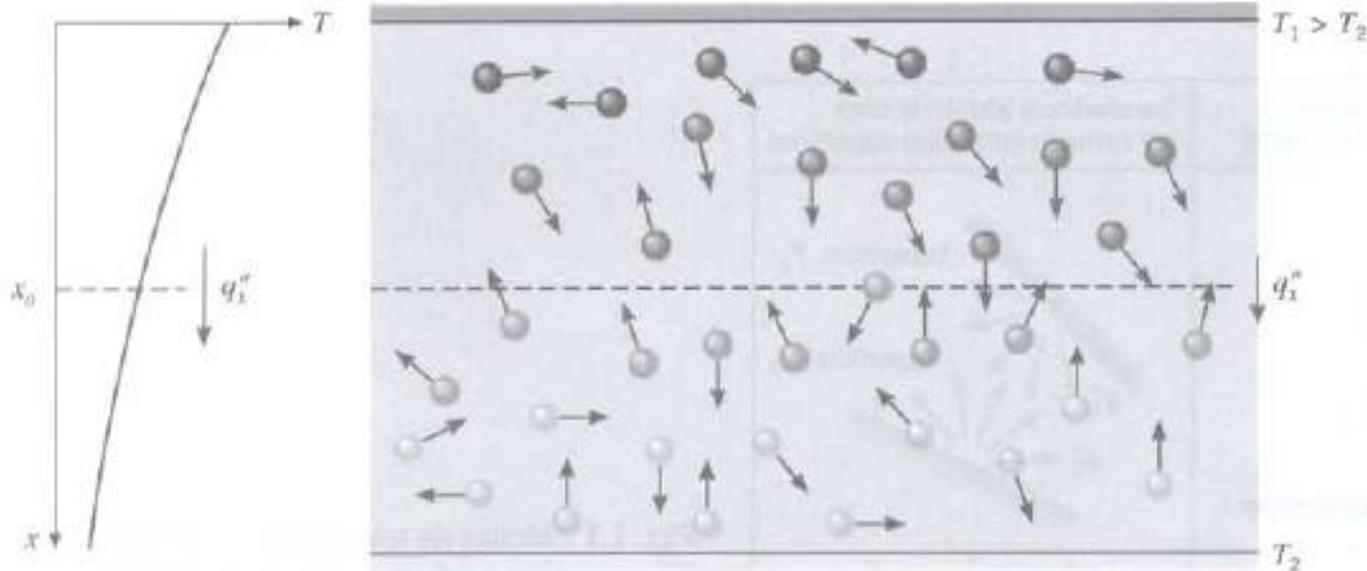
Transferência de calor, ou calor, é a energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperatura.

| Condução através de um sólido ou fluido estacionário | Convecção de uma superfície para um fluido em movimento | Transferência líquida de calor por radiação entre duas superfícies |
|---|---|---|
|  <p>Condução</p> |  <p>Convecção</p> |  <p>Radiação</p> |

Formas de transferência de calor

Condução

- *Atividade Molecular e Atômica*
- *Movimento Aleatório ou Randômico*
- *Translação, Rotação e Vibração*



Associação da transferência de calor com a difusão de energia devido à movimentação das moléculas

Lei de Fourier quantificação da transf. de calor

Lei de Fourier

$$q''_x = -k \frac{dT}{dx}$$

q''_x ... fluxo de calor / taxa de transf. calor
na direção x $[W/m^2]$

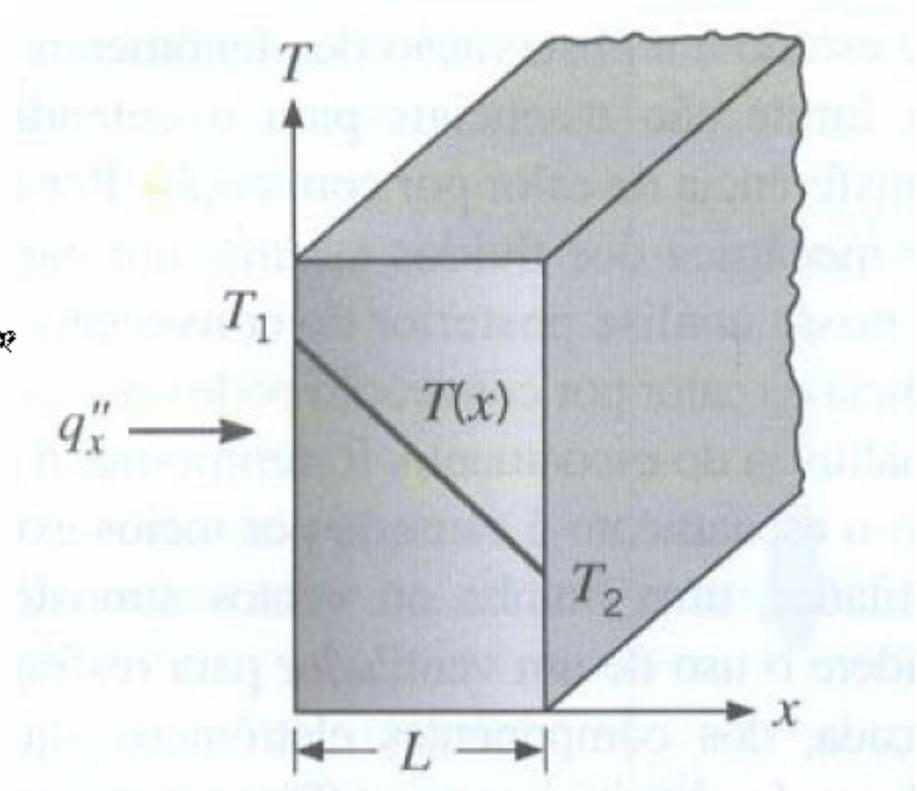
k ... condutividade térmica $[\frac{W}{m \cdot K}]$
↳ f(material)

Fazendo:

$$\frac{dT}{dx} \cong \frac{T_2 - T_1}{L}$$

Substituindo:

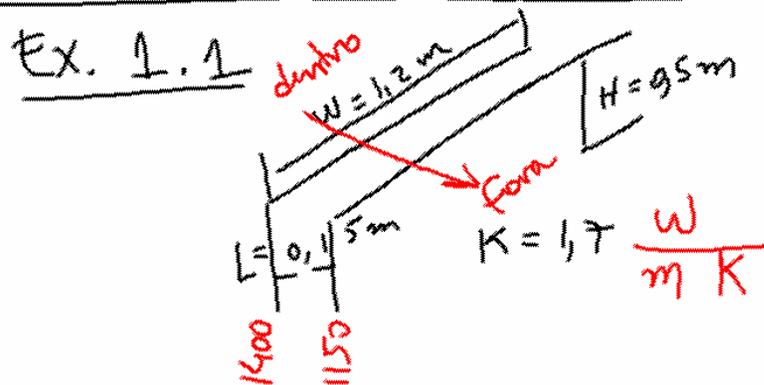
$$q''_x = -k \frac{(T_2 - T_1)}{L} = -k \frac{\Delta T}{L}$$



**Transferência de calor
unidimensional por condução
(difusão de energia)**

Exercício de Condução Ex.1.1

Parede de um forno industrial



Hipóteses: Regime Estacionário
condução Unidimensional
cond. térmica constante

$$q_x'' = K \frac{\Delta T}{\Delta L} = \frac{1,7 \cdot 250}{0,15}$$

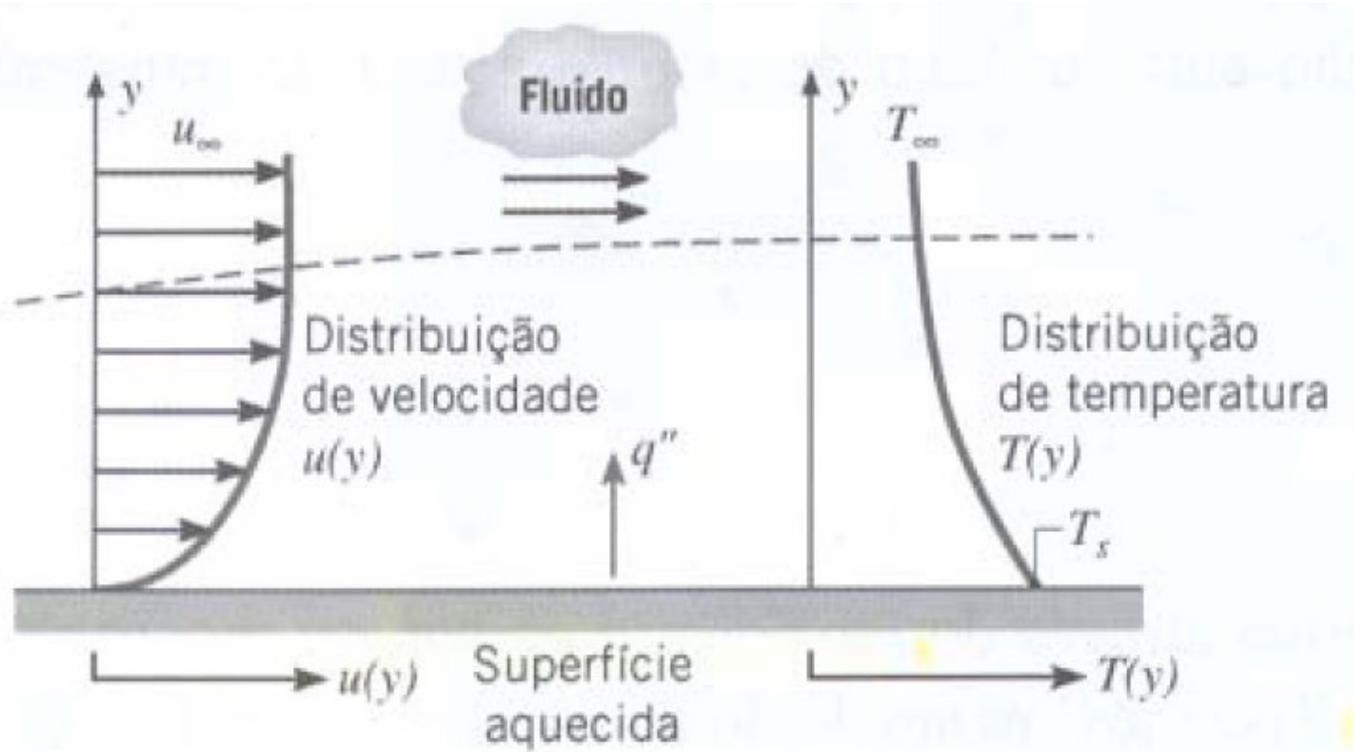
$$q_x'' = 2833 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (\text{fluxo de calor por unid. de área})$$

$$q_x = 2833 \times 0,5 \times 1,2 = 1700 \text{ W}$$

perda de calor na sup.

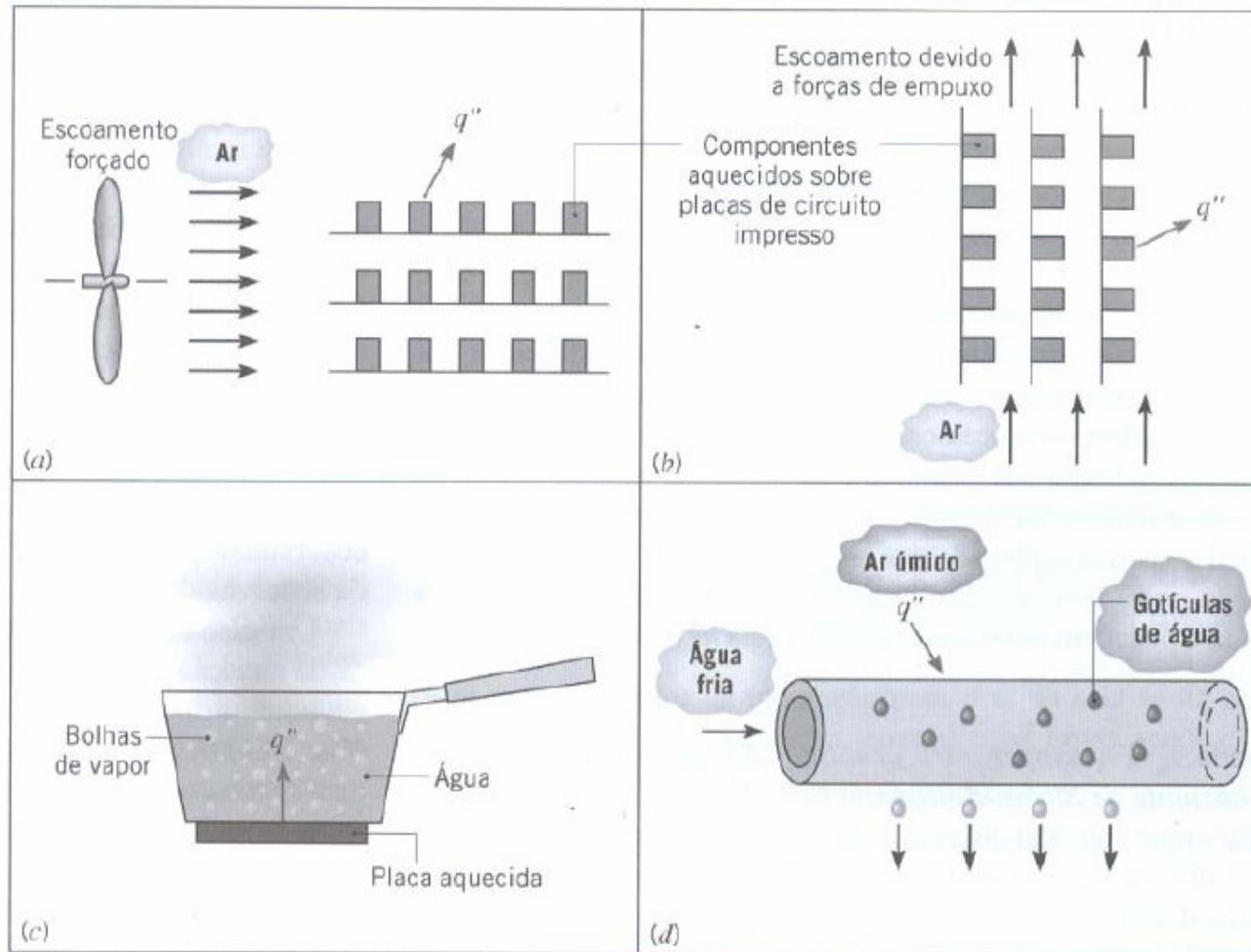
Observe a direção do escoamento do calor e a distinção entre o fluxo de calor (q'') e a taxa de transferência de calor (q)

Convecção



Desenvolvimento da camada limite na transferência de calor por convecção **(duas regiões)**

Processo de Transferência de Calor por Convecção



(a) convecção forçada; (b) convecção natural; (c) ebulição; (d) condensação.

Convecção – Lei de Newton

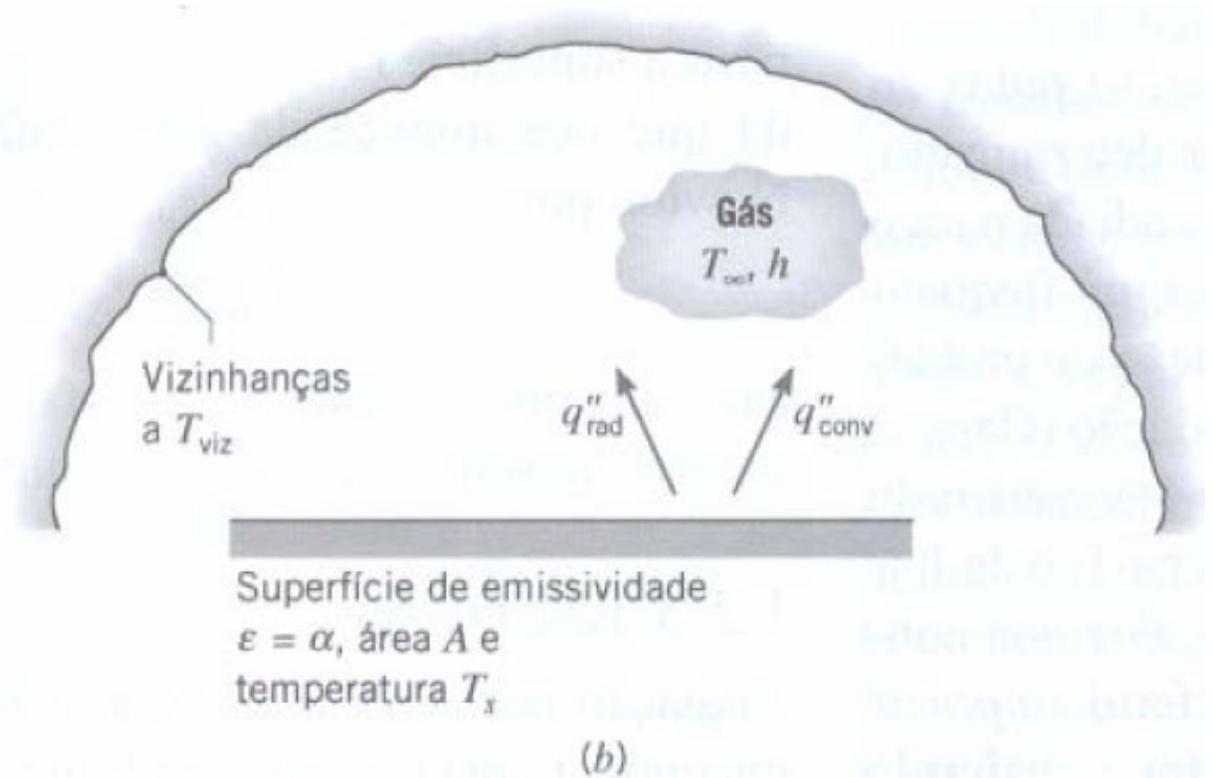
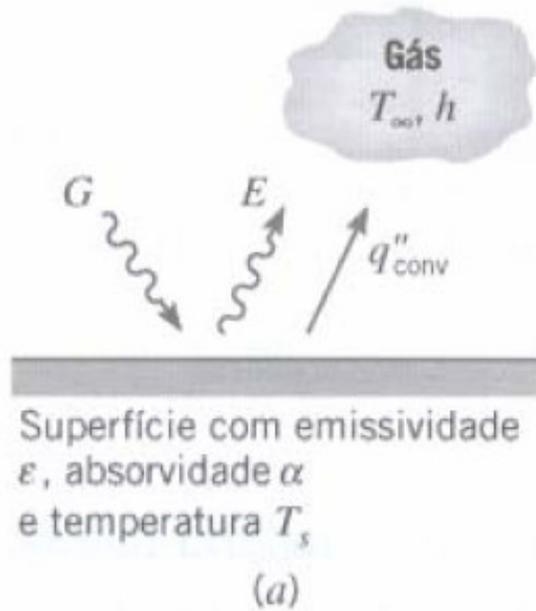
Avaliação dos Coeficientes

$$q''_x = h (T_s - T_\infty)$$

$[W/m^2] \quad [W/m^2K] \quad [K]$

| | |
|-----------------------|--------------|
| Conv. Livre | $h [W/m^2K]$ |
| Gasos | 2-25 |
| Liq | 50-1000 |
| Conv. Forçada | |
| Gasos | 25-250 |
| Liq | 100-20000 |
| Conv. c/M. Fase | |
| Ebulições/Condensação | 2500-100.000 |

Radiação



Transferência de calor por radiação: (a) em uma superfície e (b) entre uma superfície e uma grande vizinhança