

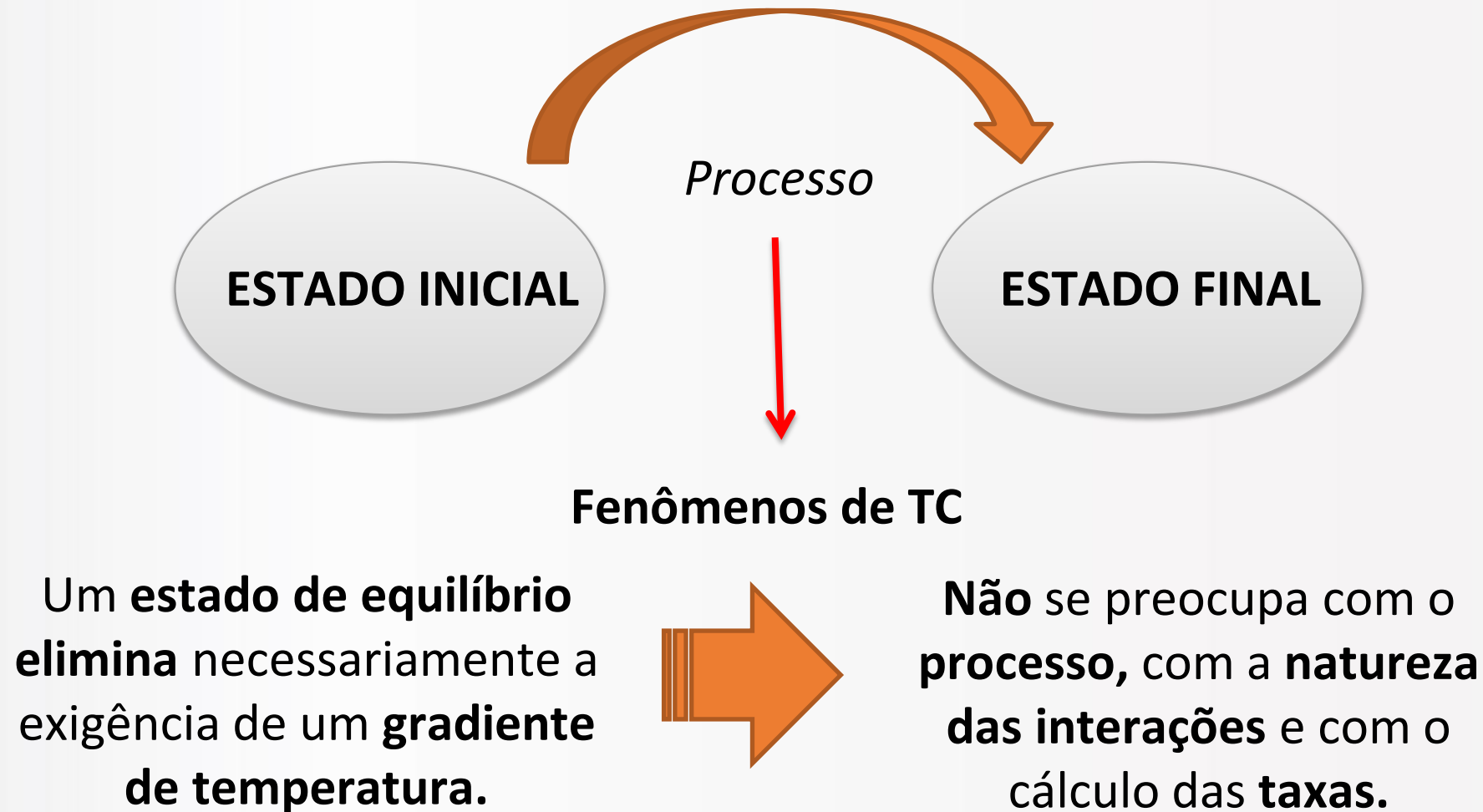
RELAÇÃO ENTRE A TERMODINÂMICA E A TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Veremos

- ✓ Primeira Lei da Termodinâmica
- ✓ Balanço de energia e efeito combinado
- ✓ Balanço de energia em volume de controle
- ✓ Balanço de energia em superfície de controle

Objetivo – Compreender a relação que existe entre a termodinâmica e os fenômenos de transferência de calor.

Termodinâmica – estado de equilíbrio da matéria



Exemplo – o tamanho real de uma planta de potência a ser construída não pode ser determinado a partir somente da termodinâmica: os princípios de transferência de calor devem ser também utilizados no estágio do projeto.

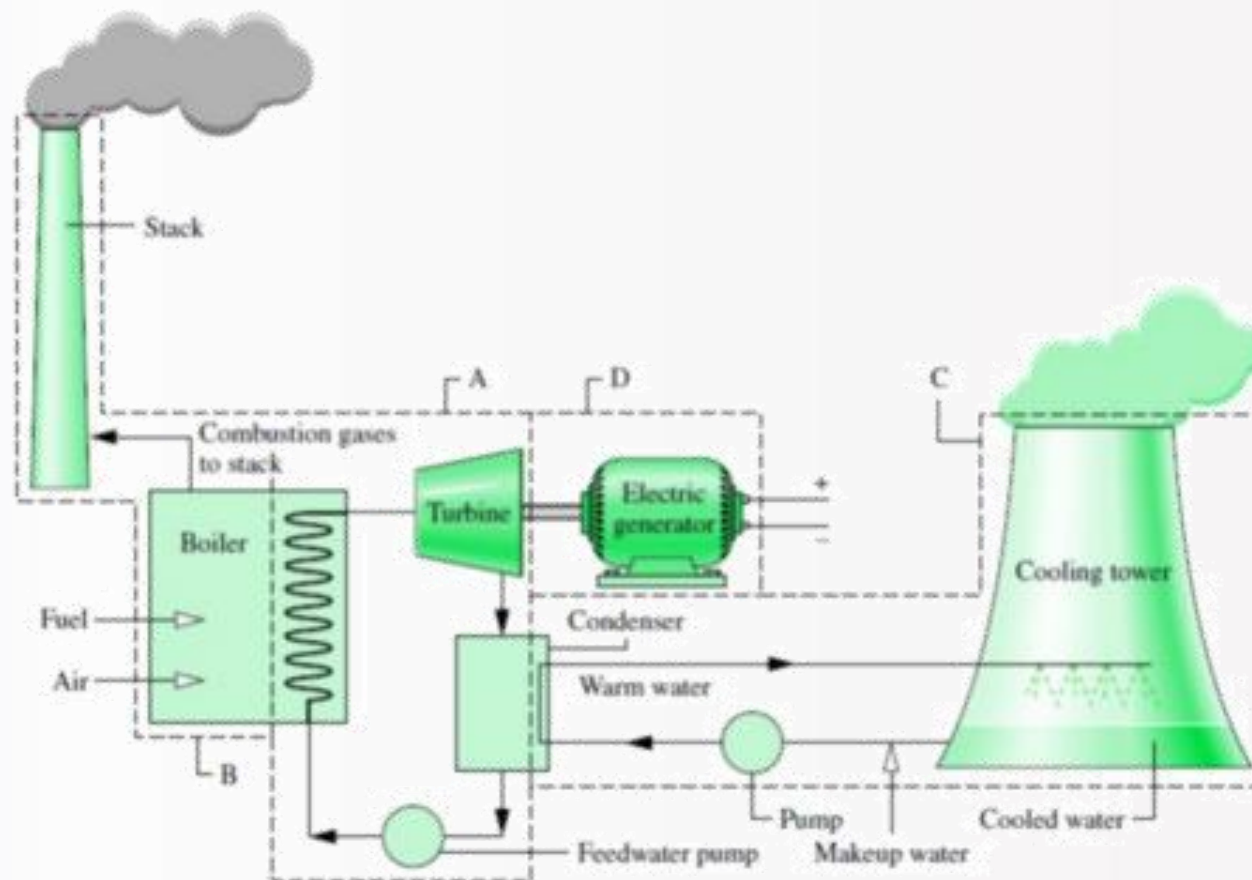
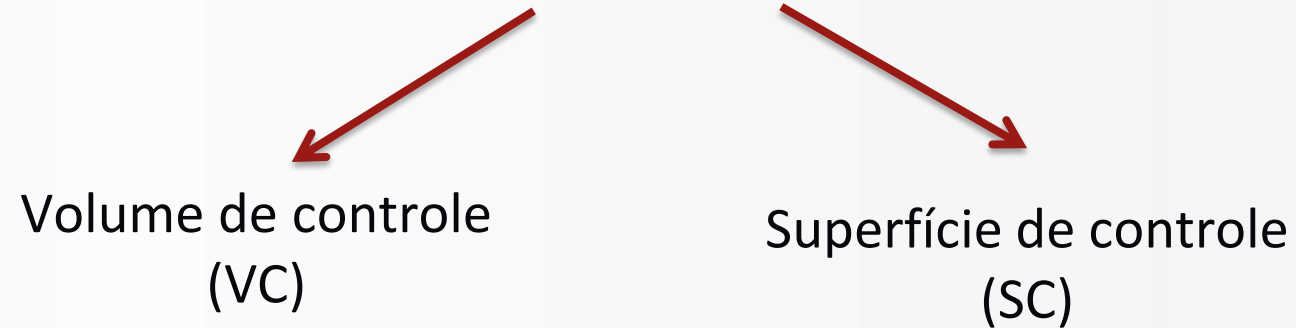


Fig: Máquina de vapor

BALANÇO DE ENERGIA

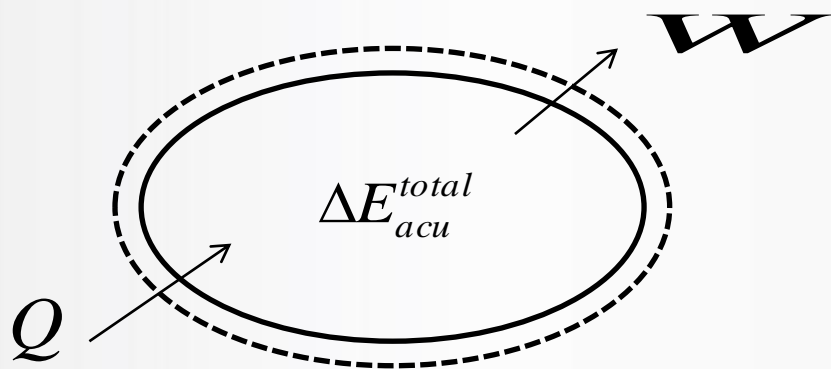


Ponto de partida – Primeira Lei da Termodinâmica

**A ENERGIA TOTAL DE UM SISTEMA É
CONSERVADA**

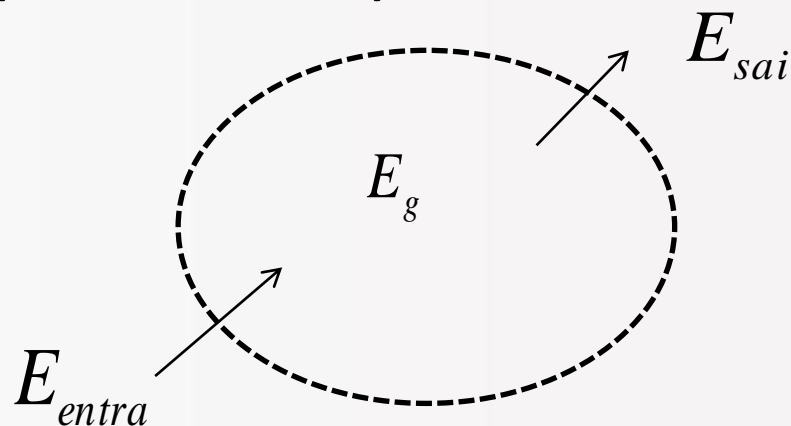
1ª Lei da Termodinâmica – indica as formas nas quais a energia pode cruzar a fronteira de um sistema

✓ Para um **sistema fechado**:



$$\Delta E_{acu}^{total} = Q - W$$

✓ Para um **volume de controle (sistema aberto)**:



$$E_{acu} = E_{entra} - E_{sai} + E_g = \Delta E_{acu}$$

$$\dot{E}_{acu} = \dot{E}_{entra} - \dot{E}_{sai} + \dot{E}_g = \frac{dE_{acu}}{dt}$$

E_{acu} → Energia mecânica (E_p e E_c) e térmica (U) acumulada

$$E_{acu} = E_c + E_p + U$$

Calor sensível - TC

Calor latente

E_g → Geração de energia térmica – conversão de algum tipo de energia em energia térmica

E_{sai}, E_{entra} → Transporte de energia térmica (modos de TC) e mecânica (trabalho) através da superfície de controle.

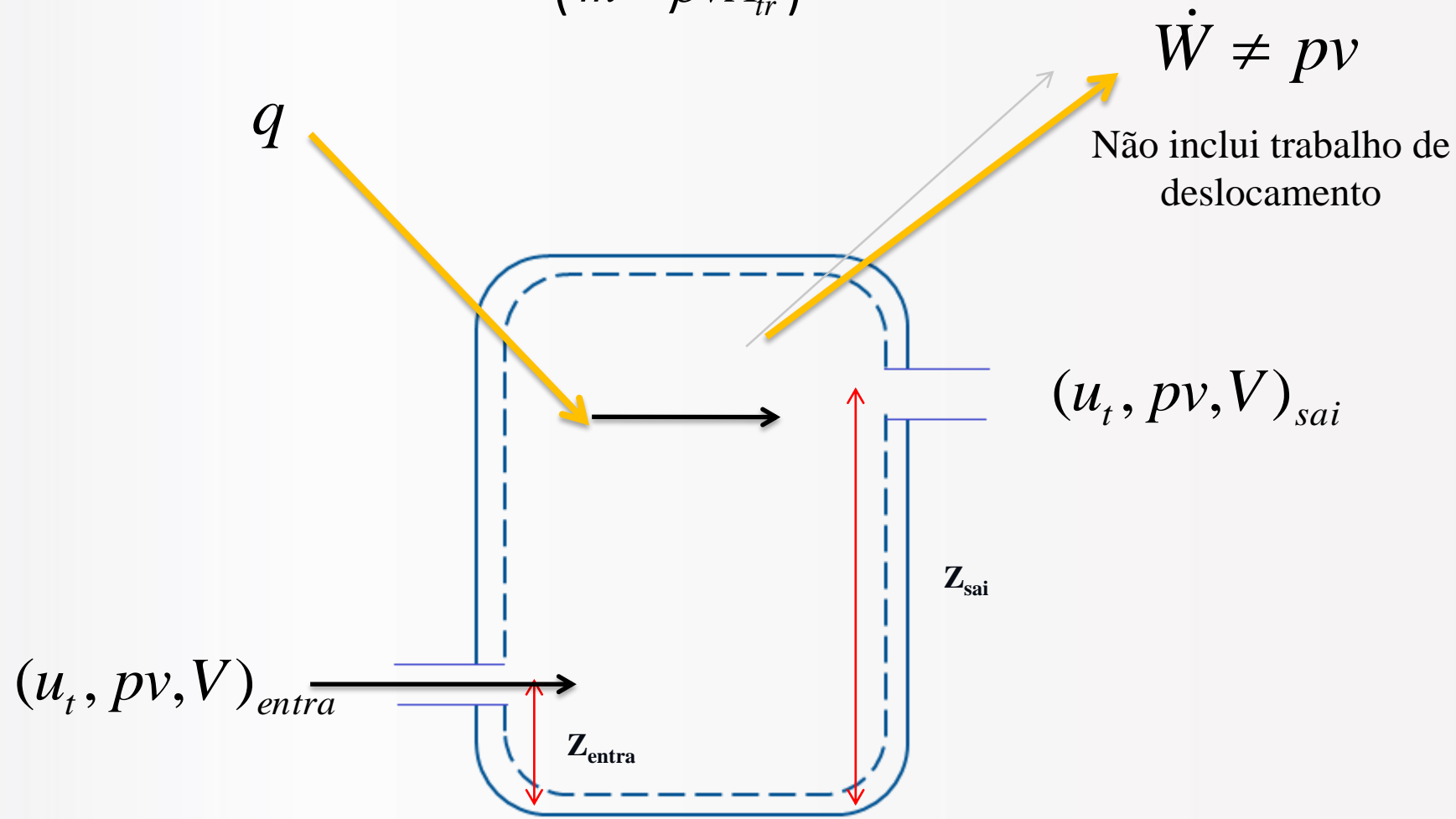
IMPORTANTE: aplicação das leis de conservação

1. O VC ou a SC devem ser representados com linhas tracejadas;
2. Decidir se a análise será efetuada em um intervalo de tempo ou em termos de taxa, ou seja, a base de tempo deve ser indentificada;
3. Os processos relevantes devem ser identificados;
4. A equação da conservação deve, então, ser escrita e as expressões apropriadas para as taxas devem ser substituídas nos termos relevantes da equação.

Exemplo 04: Uma barra longa feita de material condutor com diâmetro D e resistência elétrica por unidade de comprimento R_e' , encontra-se inicialmente em equilíbrio térmico com o ar ambiente e sua vizinhança. Esse equilíbrio é perturbado quando uma corrente elétrica I é passada através do bastão. Desenvolva uma equação que possa ser usada para calcular a variação na temperatura da barra em função do tempo durante a passagem da corrente.

Massa atravessando a fronteira a uma determinada vazão mássica

$$(\dot{m} = \rho V A_{tr})$$



✓ **Sistema aberto sem geração de energia térmica ou mecânica:**

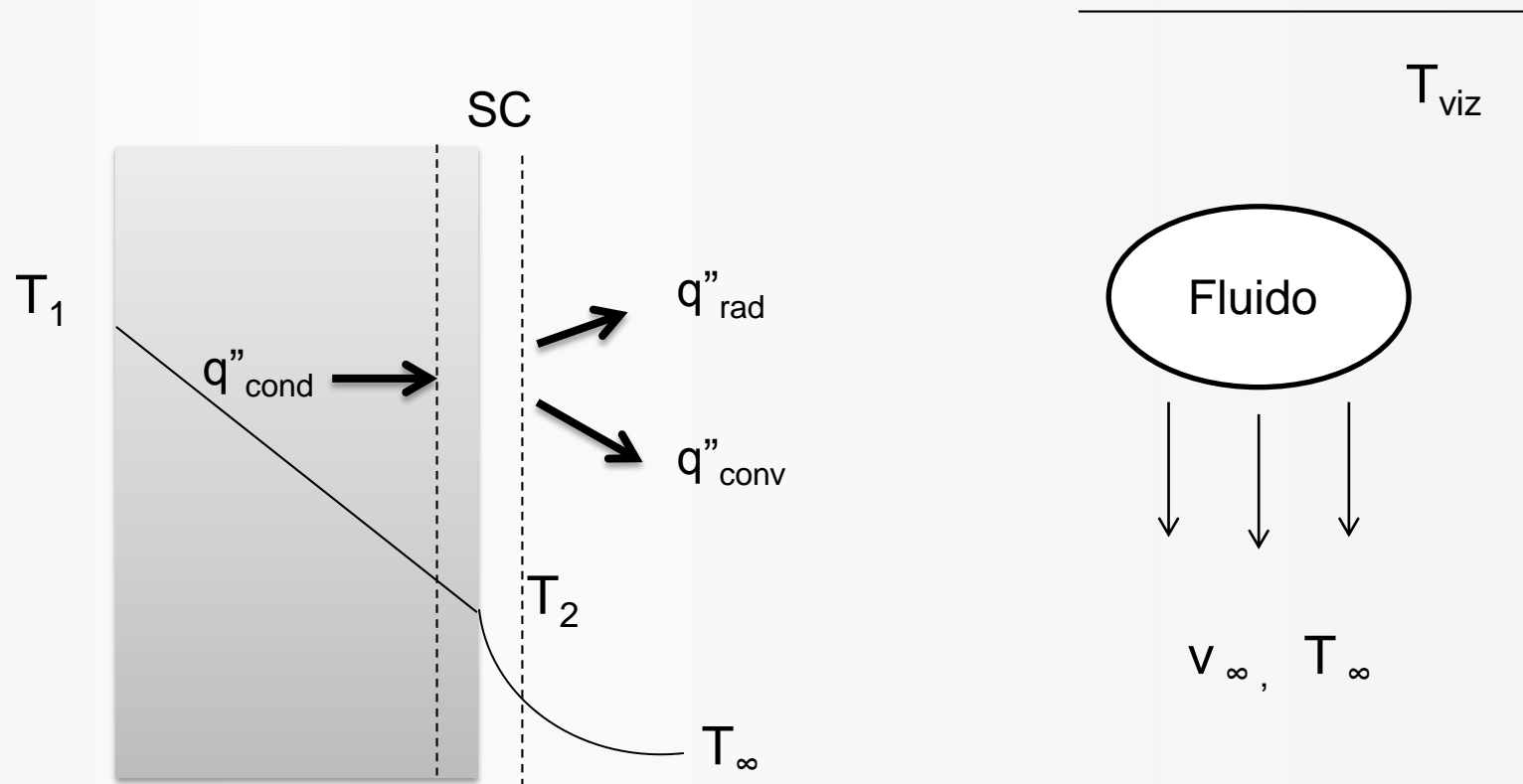
$$\dot{m}(u_t + pv + \frac{1}{2}V^2 + gz)_{entra} - \dot{m}(u_t + pv + \frac{1}{2}V^2 + gz)_{sai} + q - \dot{W} = \frac{dE_{acu}}{dt}$$

Considerações:

1. Estado estacionário: acúmulo é zero
2. $\Delta E_c = 0$; $\Delta E_p = 0$.
3. $u_t + pv = i$, ou seja a soma da energia térmica e do trabalho de deslocamento, ambos em unidade de massa, pode ser substituída pela entalpia por unidade de massa.
4. Para a maioria dos casos que serão estudados na disciplina de TC, as variações na energia latente entre as condições de entrada e saída podem ser desprezadas, de tal forma que a energia térmica se reduz somente ao componente sensível.
5. Se o fluido é um Gás Ideal com c_p constantes, $i_{entra} - i_{sai} = c_p (T_{entra} - T_{sai})$
5. Se o fluido for um líquido incompressível, $c_p = c_v = c$

$$q = \dot{m}c_p (T_{sai} - T_{entra})$$

BALANÇO DE ENERGIA EM SUPERFÍCIE DE CONTROLE



$$E_{acu} = E_{entra} - E_{sai} + E_g = \Delta E_{acu}$$

Exemplo 05: O revestimento de uma placa é curado através de sua exposição a uma lâmpada de infravermelho que fornece irradiação de 2000 W/m^2 . Ele absorve 80% da irradiação e possui emissividade de 0,5. A placa também encontra-se exposta a uma corrente de ar e a uma grande vizinhança, cujas temperaturas são de 20°C e 30°C , respectivamente. Se o coeficiente de TC por convecção entre a placa e o ar ambiente for de $15 \text{ W/m}^2\text{K}$, qual a temperatura de cura da placa? Considere que seu inferior está isolado.

EXERCÍCIOS SUGERIDOS

INCROPERA, F. P., DEWITT, D. P., BERGMAN, T. L., LAVINE, A. S.
Fundamentos de transferência de calor e de massa. 6 ed. Rio de Janeiro:
LTC, 2008. 643p.

Capítulo 1 Introdução geral a transferência de calor	1.1 a 1.10; 1.12, 1.13, 1.15 a 1.17, 1.22, 1.28, 1.35 a 1.39; 1.55 a 1.57, 1.60, 1.70
Capítulo 2 Introdução à Condução	8, 9, 10, 12, 14, 16, 23, 24, 25, 26, 27 e 29
Capítulo 3 Condução unidimensional em regime estacionário	1, 2, 5, 8, 9, 13, 14, 35, 36, 40, 41, 46, 48