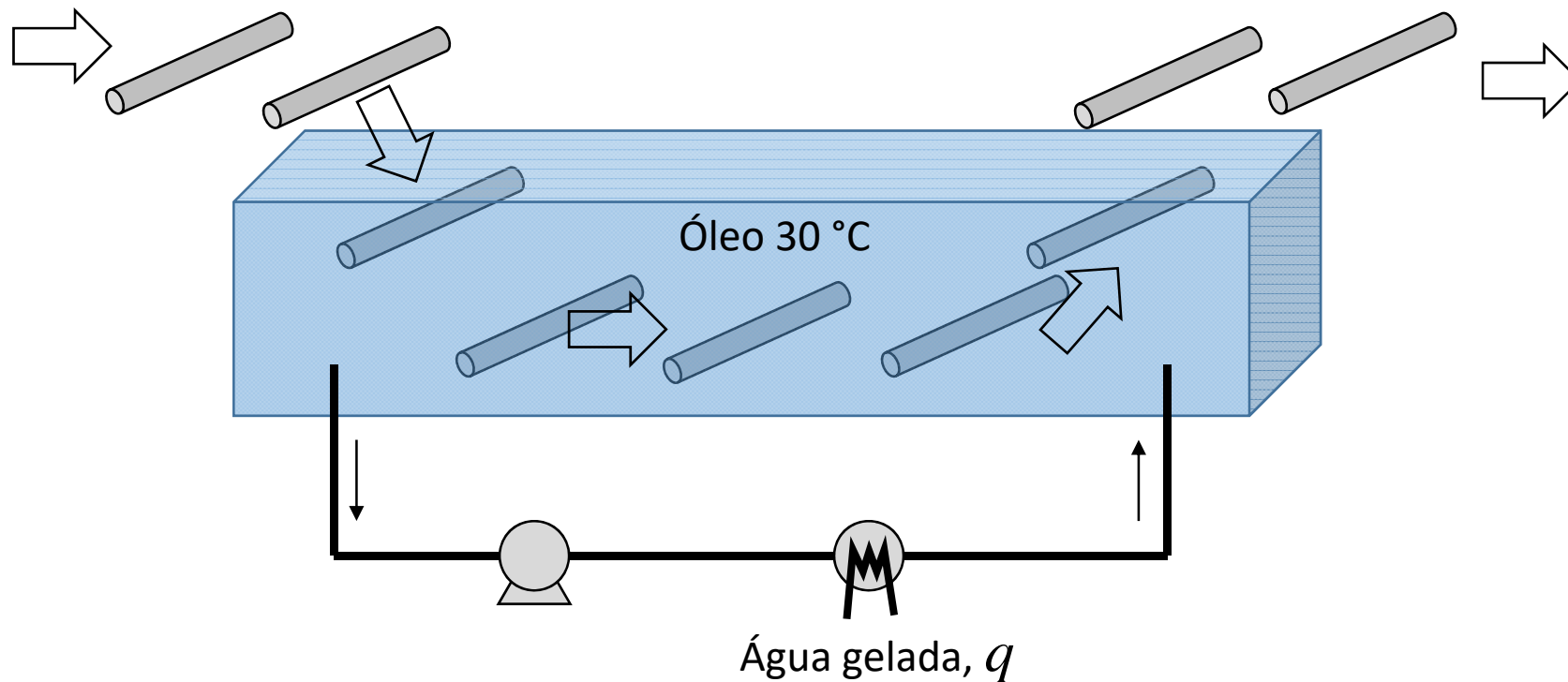


### Exercício 4.7

7) Como parte de um processamento térmico, barras de aço inoxidável AISI304 a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  (100 mm de diâmetro e 1,0 m de comprimento) devem ser resfriadas por imersão em óleo mineral, que se contra a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  e cuja circulação cria convecção tal que  $h = 500\text{ W/K.m}^2$ . As barras podem ser retiradas do banho quando a temperatura na linha central atingir  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Qual é o tempo de imersão? Em um processo contínuo tem-se 10 barras por hora passando pelo banho, qual deve ter a carga térmica retirada do banho de óleo para manter sua temperatura constante?



**Cilindro longo, aço 304 ( $T_{média} = 548 \text{ K}$ )**

$$Bi = 0,659 > 0,1 \quad Bi_R = 1,318$$

a) Tempo necessário para a temperatura do centro atingir  $50 \text{ °C}$ .

Hipótese:  $For > 0,2$

Interpolando Tabela 2 para  $Bi_R = 1,318$  fornece  $\lambda_1 = 1,3837 \text{ rad}$

Para o centro  $r^* = 0,0$

$$\theta^*(r^*, For) = 0,0426 \quad \longrightarrow \quad For_L = 1,77 \quad t = 17 \text{ min}$$

b) Quantidade de energia transferida durante imersão  $Q$

Como  $For > 0,2$  :

$$Q^* = 1 - \frac{2 \cdot J_1(\lambda_1)}{\lambda_1} \theta_0^* = 0,967$$

$$Q_\infty = \rho \cdot V \cdot Cp \cdot (T_\infty - T_i) = 1,592 \cdot 10^7 \text{ J/barra}$$

$$Q = 1,540 \cdot 10^7 \text{ J/barra}$$

$$J_0(\lambda_1) = 0,5753$$

$$J_1(\lambda_1) = 0,5382$$



$\times 10 \text{ barras/hora}$

$$q = 42,8 \text{ kW}$$