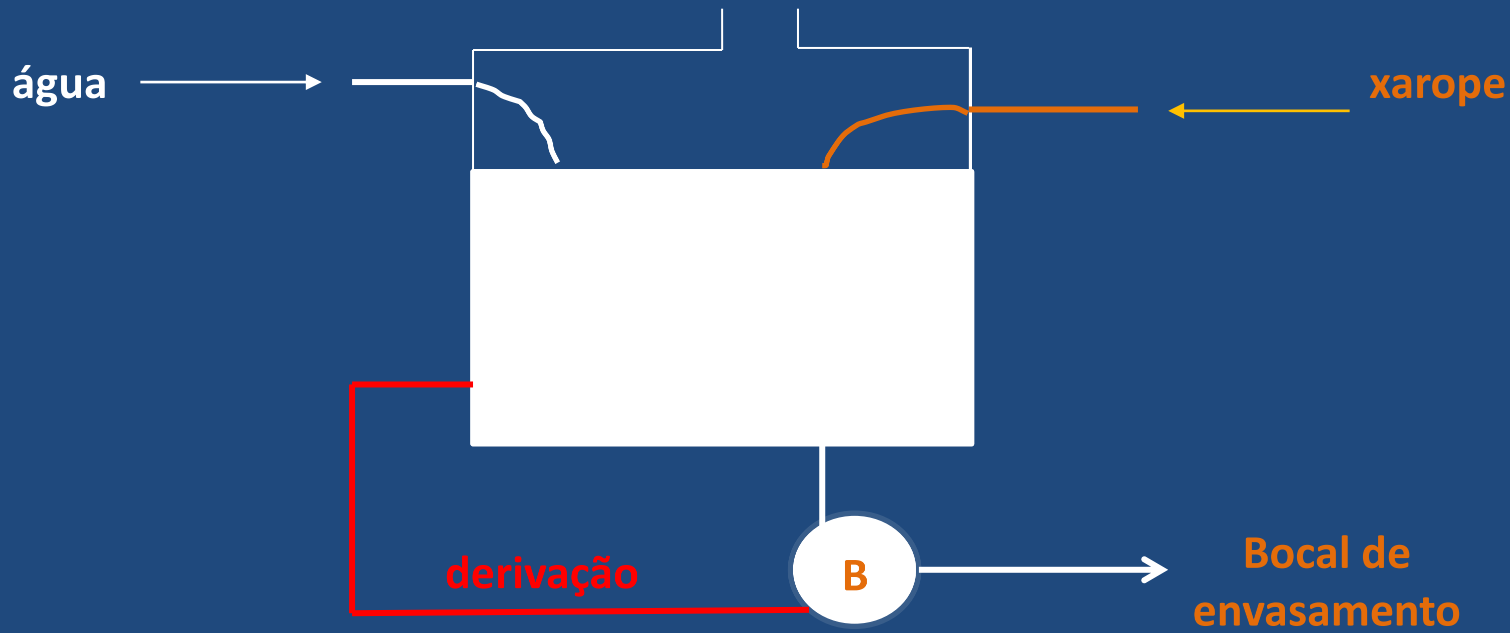
Sétima aula de FT

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

2^0) O reservatório da figura, que se mantém a nível constante, é utilizado para preparar e engarrafar um produto que é constituído por um xarope diluído em água. O xarope tem viscosidade alta e assim, o escoamento é laminar no seu conduto de entrada de diâmetro 20 mm, onde a velocidade máxima é 3,18 m/s. O bocal de envasamento enche 200 garrafas de 750 mL com o produto em 1 minuto, alimentado por uma bomba que tem um conduto de derivação com o reservatório. No conduto de entrada da bomba de diâmetro de 40 mm, o escoamento é turbulento e tem velocidade de 2,3 m/s a 8 mm de distância da parede do conduto. Posto isto, determinar:

1. a vazão na derivação e o sentido do escoamento que deve ser indicado na figura;
2. a relação entre as vazões de xarope e água, ou seja, a que representa a composição do produto.



Solução

Xarope tem escoamento laminar, portanto :

$$v = \frac{v_{max}}{2} = \frac{3{,}18}{2} = 1{,}59\,\frac{m}{s} \therefore Q_{xarope} = 1{,}59 \times \frac{\pi \times 0{,}02^2}{4}$$

$$Q_{xarope} \cong 0{,}5 \times 10^{-3}\,\frac{m^3}{s} = 0{,}5\,\frac{L}{s}$$

Envasamento :

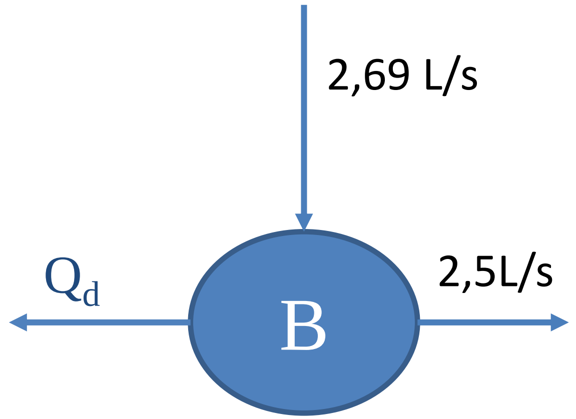
$$Q_{env} = \frac{V}{t} = \frac{200 \times 0{,}75}{60} \cong 2{,}5\,\frac{L}{s}$$

Na entrada da bomba o escoamento é turbulento, portanto :

$$2{,}3 = v_{max} \times \left(1 - \frac{12}{20}\right)^{1/7} \Rightarrow v_{max} \cong 2{,}622\,\frac{m}{s}$$

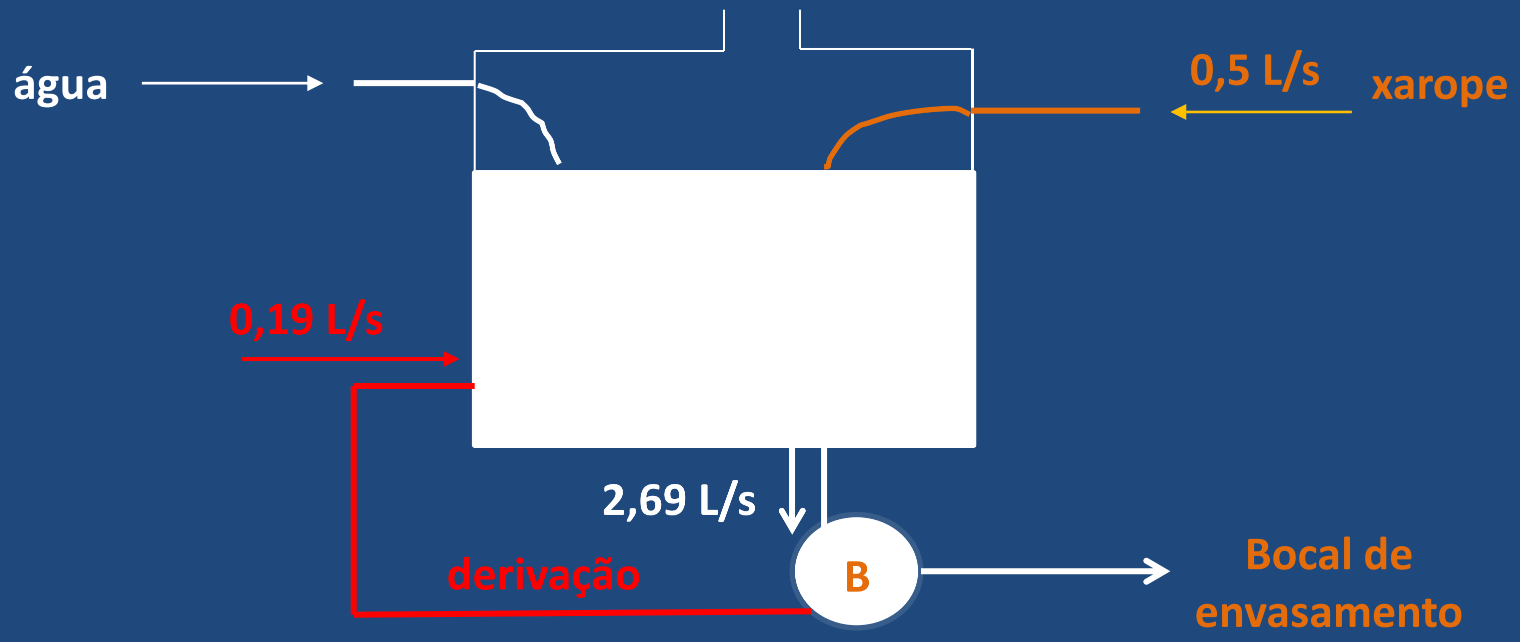
$$v = \frac{49}{60} \times 2{,}622 \cong 2{,}14\,\frac{m}{s} \therefore Q_{eB} = 2{,}14 \times \frac{\pi \times 0{,}04^2}{4}$$

$$Q_{eB} \cong 2{,}69 \times 10^{-3}\,\frac{m^3}{s} = 2{,}69\,\frac{L}{s}$$



$$Q_d = 2{,}69 - 2{,}5$$

$$Q_d = 0{,}19\,\frac{L}{s}$$



$$2{,}69 = Q_{água} + 0{,}5 + 0{,}19$$

$$\therefore Q_{água} = 2\,\frac{L}{s}$$

$$\frac{Q_{xarope}}{Q_{agua}} = \frac{0{,}5}{2} = \frac{1}{4}$$

Exercícios

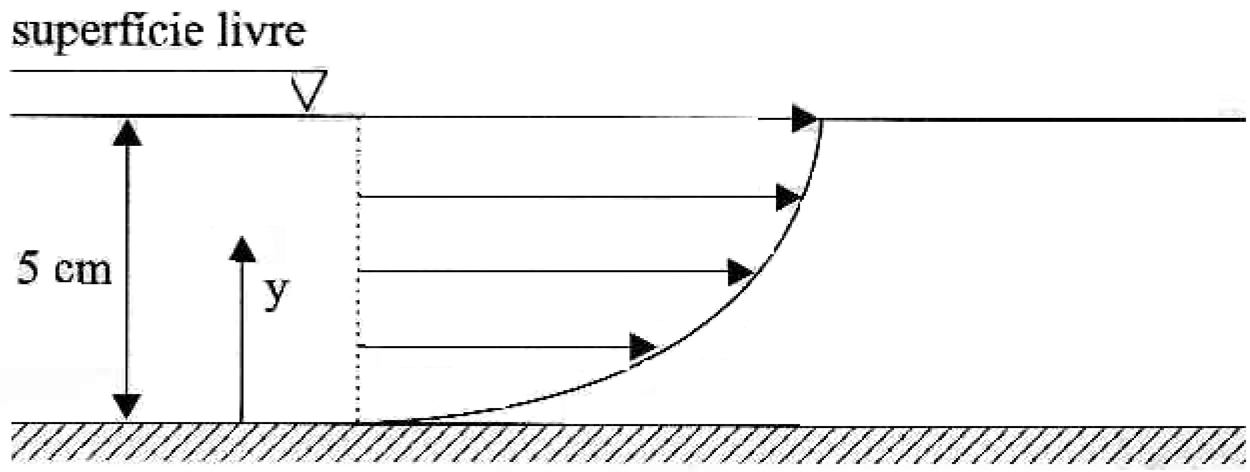
3.14 O esquema a seguir corresponde à seção longitudinal de um canal de 25 cm de largura. Admitindo escoamento bidimensional e sendo o diagrama de velocidades dado por $v = 30y - y^2$ (y em cm; v em cm/s), bem como o fluido de peso específico: 0,9 N/L e viscosidade cinemática: 70 cSt e $g = 10\ m/s^2$, determinar:

a) o gradiente de velocidade para y = 2 cm;

b) a máxima tensão de cisalhamento na seção (N/m^2);

c) a velocidade média na seção em cm/s;

d) a vazão em massa na seção.



Solução do item a)

$$\left.\frac{dv}{dy}\right)_{y=2cm} = ?$$

$$v = 30y - y^2 \rightarrow [v] = \frac{cm}{s} \text{ e } [y] = cm$$

$$\therefore \frac{dv}{dy} = 30 - 2y$$

$$\left.\frac{dv}{dy}\right)_{y=2cm} = 30 - 2 \times 2 = 26\frac{1}{s} \text{ (ou Hz)}$$

Solução do item b)

$$\text{Lei de Newton da viscosidade} \Rightarrow \tau \alpha \frac{dv}{dy} \therefore \left.\frac{dv}{dy}\right)_{max} \Rightarrow \tau_{max}$$

$$\therefore \left.\frac{dv}{dy}\right)_{max} = \left.\frac{dv}{dy}\right)_{y=o} = 30\,\frac{1}{s}$$

$$\nu = 70cSt = 70 \times 10^{-6}\,\frac{m^2}{s}$$

$$\gamma = 0{,}9\,\frac{N}{L} = 0{,}9 \times 1000 = 900\,\frac{N}{m^3}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \therefore \mu = 70 \times 10^{-6} \times \frac{900}{10} = 6{,}3 \times 10^{-3}\,Pa \times s$$

$$\tau = \mu \times \frac{dv}{dy} = 6{,}3 \times 10^{-3} \times 30 = 0{,}189Pa\left(\text{ou}\ \frac{N}{m^2}\right)$$

Solução do item c)

$$v = \frac{1}{b \times h} \int_0^h \left(30y - y^2\right) \times b \times dy$$

$$v = \frac{b}{b \times h} \times \left[\int_0^h 30y dy - \int_0^h y^2 dy \right]$$

$$v = \frac{1}{h} \times \left[30 \times \frac{h^2}{2} - \frac{h^3}{3} \right]$$

$$v = 15h - \frac{h^2}{3} = 15 \times 5 - \frac{25}{3} \therefore v \cong 66{,}7 \frac{cm}{s}$$

Solução do item d)

$$Q_m = \rho \times Q = \rho \times v \times A$$

$$Q_m = \frac{900}{10} \times 66{,}7 \times 10^{-2} \times 0{,}25 \times 0{,}05$$

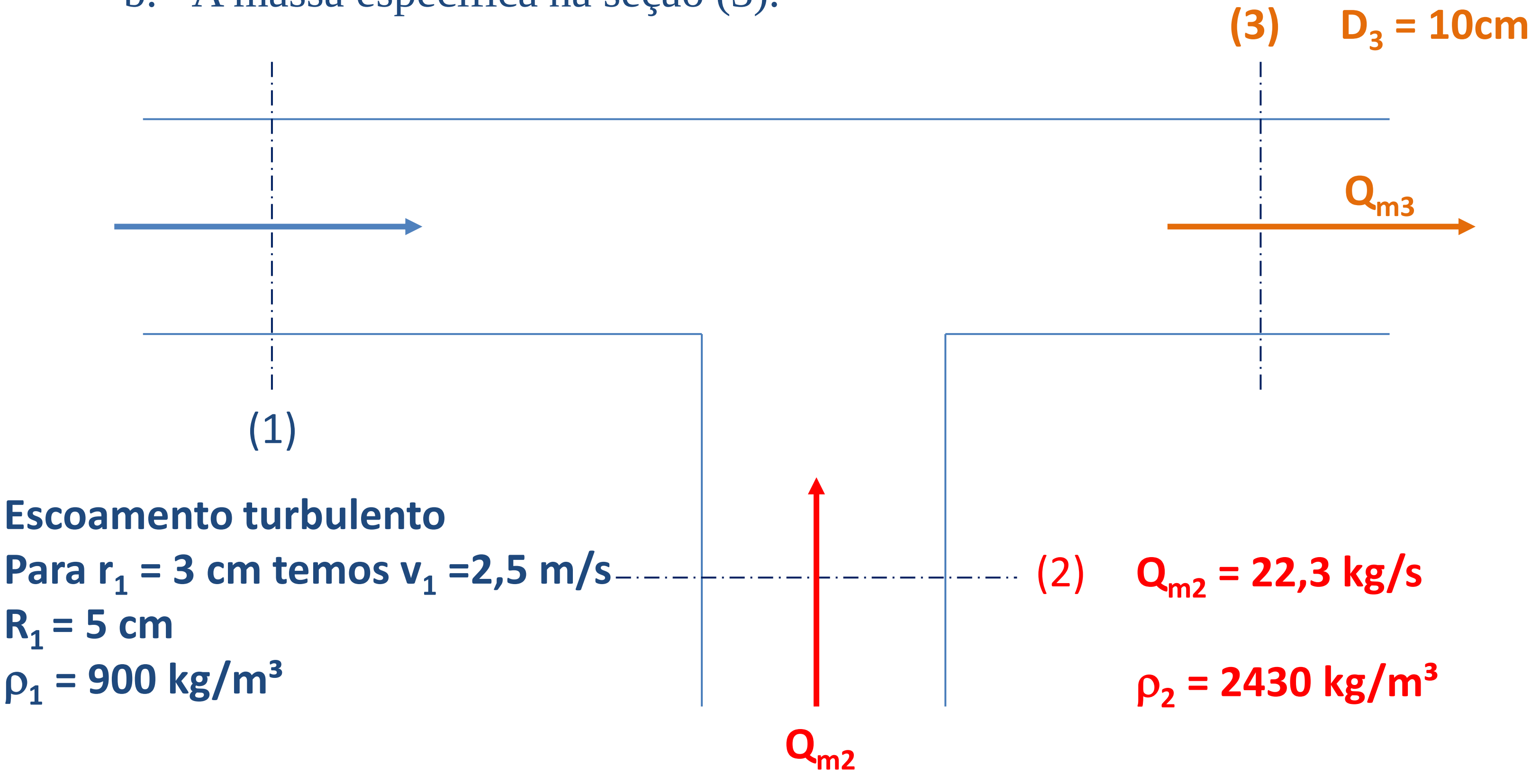
$$Q_m \cong 0{,}750 \, \frac{kg}{s}$$

RESPOSTAS
DIFERENTES DA
BIBLIOGRAFIA
BÁSICA POIS LÉ
DEVEM TER
CORRIGIDO O VALOR
DO PESO ESPECÍFICO
PARA 9 N/L.

Extra

O sistema abaixo representa um escoamento em regime permanente onde na seção (3) temos uma mistura homogênea, nesta situação pede-se:

a. a vazão em massa na seção (1);
b. A massa específica na seção (3).



Solução do item a)

$$2{,}5 = v_{max_1} \times \left(1 - \frac{3}{5}\right)^{1/7} \therefore v_{max_1} \cong 2{,}85\,\frac{m}{s}$$

$$v_1 = \frac{49}{60} \times 2{,}85 \cong 2{,}33\,\frac{m}{s}$$

$$Q_1 = v_1 \times A_1 = 2{,}33 \times \pi \times 0{,}05^2$$

$$Q_1 \cong 0{,}0183\,\frac{m^3}{s} = 18{,}3\,\frac{L}{s}$$

$$Q_{m_1} = \rho_1 \times Q_1 = 900 \times 0{,}0183$$

$$Q_{m_1} \cong 16{,}5\,\frac{kg}{s}$$

Solução do item b)

$$Q_{m_1} + Q_{m_2} = Q_{m_3}$$

$$Q_{m_3} = 16{,}5 + 22{,}3 = 38{,}8\,\frac{kg}{s}$$

Como trata de uma mistura homogênea, podemos escrever que :

$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

$$Q_3 = 0{,}0183 + \frac{22{,}3}{2430}$$

$$Q_3 \cong 0{,}0275\,\frac{m^3}{s}$$

$$\rho_3 = \frac{Q_{m_3}}{Q_3} = \frac{38{,}8}{0{,}0275}$$

$$\rho_3 \cong 1412{,}1\,\frac{kg}{m^3}$$