Objetivos da quarta aula **da unidade 3:**

Avaliar a solução dos exercícios propostos na aula anterior;

Introduzir a equação da continuidade ou equação da conservação de massa para o escoamento em regime permanente;

Propor a leitura, tanto do exemplo prático para a determinação de vazão em cursos d'água como do cálculo do raio hidráulico de um canal artificial (página 185 a 195);

Propor a experiências de determinação direta de vazões e a simulação da experiência de Reynolds;

Resolver o exercício 3.13.13 e propor os exercícios 3.13.14 e 3.13.15;

Tarefa: desenvolver a simular a experiência de Reynolds, explicando rapidamente uma das muitas possibilidades para a construção de uma bancada para o laboratório básico de Mecânica dos Fluidos.

3.11 Equação da continuidade ou equação da conservação de massa para o escoamento em regime permanente

Optou-se em apresentar esta equação para duas situações distintas, uma onde o sistema estudado apresenta apenas uma entrada e uma saída, outra onde o mesmo é constituído de várias entradas e várias saídas.

Consideramos a primeira situação, que é representada pela figura 3.11 como sendo um trecho de uma dada instalação.

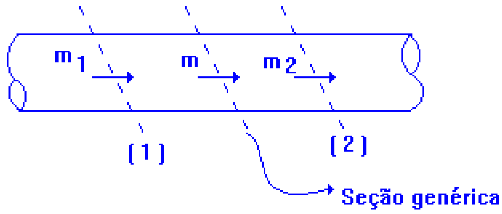

Figura 3.11

Pela condição de escoamento em regime permanente, podemos afirmar que entre as seções (1) e (2), não ocorre nem acúmulo, nem falta de massa e isto nos permite concluir que :

$$m_1 = m_2 = m = cte$$

Considerando a conclusão anterior por unidade de tempo, temos:

$$\frac{m_1}{t} = \frac{m_2}{t} = \frac{m}{t} = cte$$

, que dá origem a equação da continuidade para esta situação , que é mostrada pelas equações 3.17, 3.18 e 3.19 a seguir.

$$Q_{m1} = Q_{m2} = Qm = cte \qquad \text{equação 3.17}$$

$$\rho_1 \cdot Q_1 = \rho_2 \cdot Q_2 = \rho \cdot Q = cte \qquad \text{equação 3.18}$$

$$\rho_1 \cdot v_1 . A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 = \rho \cdot v \cdot A = cte \qquad \text{equação 3.19}$$

Caso particular: Constituí um caso particular da situação anterior o escoamento incompressível com variação de temperatura desprezível.

Neste caso, temos que a massa específica do fluido permanece constante e a equação da continuidade é representada pelas equações a seguir.

$$Q_1 = Q_2 = Q = cte \qquad \text{equação 3.20}$$

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = v \cdot A = cte \qquad \text{equação 3.21}$$

Considerando a segunda situação, onde temos o sistema constituído de diversas entradas e diversas saídas como é mostrado pela figura 3.12 .

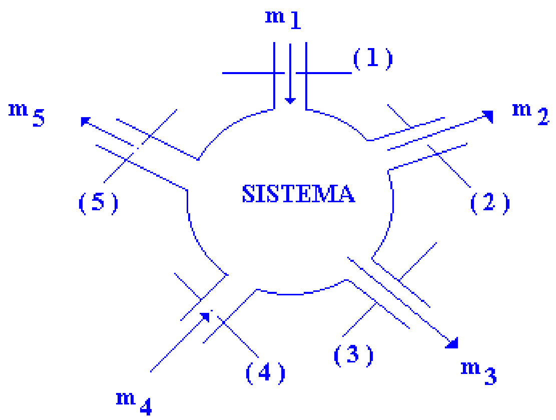

Figura 3.12

Pela condição do escoamento em regime permanente, podemos escrever que :

$$\sum_{entram}^{n} m = \sum_{saem}^{n} m$$

Considerando por unidade de tempo, resulta a equação da continuidade para esta nova situação, que é representada pelas equações 3.22 e 3.23.

$$\sum_{e}^{n} Qm = \sum_{s}^{n} Qm \qquad \text{equação 3.22}$$

$$\sum_{e}^{n} (\rho \cdot v \cdot A) = \sum_{s}^{n} (\rho \cdot v \cdot A) \qquad \text{equação 3.23}$$

Para a situação descrita pela figura 3.12, temos:

$$Qm_1 + Qm_4 = Qm_2 + Qm_3 + Qm_5$$

$$\rho_1 \cdot Q_1 + \rho_4 \cdot Q_4 = \rho_2 Q_2 + \rho_3 Q_3 + \rho_5 Q_5$$

$$\rho_1 \cdot v_1 A_1 + \rho_4 \cdot v_4 A_4 = \rho_2 v_2 A_2 + \rho_3 v_3 A_3 + \rho_5 v_5 A_5$$

Casos particulares: Consideramos um único fluido entrando, ou vários fluidos entrando, porém neste caso formando-se uma mistura homogênea.

Nestes casos, podemos também escrever a equação da continuidade representada pelas equações 3.24 e 3.25:

$$\sum_{e}^{n} Q = \sum_{s}^{n} Q \qquad \text{equação 3.24}$$

$$\sum_{e}^{n} (v \cdot A) = \sum_{s}^{n} (v \cdot A) \qquad \text{equação 3.25}$$