

HIDRODINÂMICA

A hidrodinâmica estuda o comportamento dos fluidos em movimento.

1. Definições

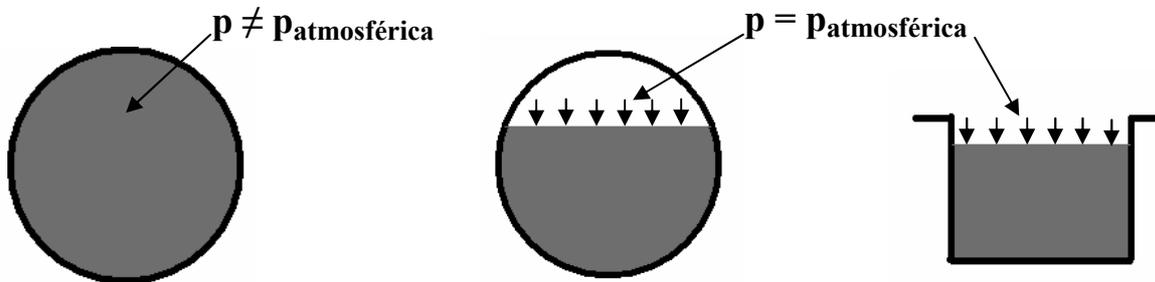
2.1. Tipos de Conduitos Hidráulicos

Tendo em vista a pressão de funcionamento, os conduitos hidráulicos podem ser classificados em:

conduitos forçados, nos quais a pressão interna é diferente da atmosférica. Nessa categoria de conduitos, as seções transversais são sempre fechadas e o fluido as enche completamente, podendo o movimento efetuar-se em um outro sentido do conduito;

conduitos livres, nos quais o líquido circulante apresenta superfície livre sobre a qual reina a pressão atmosférica. A seção transversal não tem, necessariamente, perímetro fechado e, quando isso acontece, funciona parcialmente cheia. O movimento se faz sempre no sentido decrescente das cotas topográficas.

As figuras abaixo ilustram os conduitos forçados e livres.



Conduto forçado

Conduitos livres

São conduitos forçados, por exemplo, as redes de distribuição de água, as tubulações de sucção e recalque das instalações elevatórias, etc.

Entre os conduitos livres, podemos citar todos os cursos d'água, as redes de esgotos sanitários, redes de águas pluviais, canais, calhas, etc.

2.2. Conceito de vazão – é o volume de um fluido que passa numa determinada seção num intervalo de tempo.

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

2.3. Escoamento Permanente – quando as propriedades do fluido (velocidade, pressão, densidade, vazão, etc.) em determinado ponto não variam no decorrer do tempo. Caso contrário, o escoamento é dito Variável.

2.4. Escoamento uniforme – quando a velocidade não varia em direção e intensidade em qualquer ponto. Caso contrário, o movimento é não uniforme.

2. Equações fundamentais

2.1. Equação da Continuidade: resulta do princípio de conservação de massa.

$$Q = v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 = \dots = v_n \cdot A_n, \text{ onde:}$$

Q é a vazão do fluido;

V é a velocidade média do escoamento na seção considerada;

A é a área da seção considerada.

2.2. Equação da Energia – Teorema de Bernoulli

Considerando que a energia total de um fluido em movimento em determinada seção é composta das parcelas devidas à pressão (piezométrica), velocidade (cinética) e posição (potencial gravitacional), pode-se escrever:

$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{e} \quad H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}, \quad \text{onde:}$$

H é a energia ou carga total na seção considerada;

Z é a energia ou carga de posição na seção considerada;

$\frac{p}{\gamma}$ é a energia ou carga piezométrica na seção considerada;

$\frac{v_2^2}{2g}$ é a energia ou carga cinética na seção considerada, em que g é aceleração da gravidade local.

Numa condição ideal:

$$H_1 = H_2$$

Na realidade, entretanto, deve ser considerada a perda de carga devida ao atrito do fluido com as paredes da tubulação e ao atrito entre as moléculas do fluido (viscosidade).

Assim:

$$H_1 - \sum h_f = H_2, \quad \text{ou:}$$
$$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} \right) - \sum h_f = \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

3. Linha de Energia

É uma representação gráfica da energia total em cada seção. A energia total, em relação a um plano de referência pode ser determinada para cada seção representativa e, a linha assim obtida é de grande valia na resolução de problemas de escoamentos.

A linha de energia se inclinará no sentido do escoamento, a menos que haja adição de energia por meio de dispositivos mecânicos.

4. Linha piezométrica

É a representação gráfica da energia piezométrica em cada seção. Se o movimento for uniforme, a linha de energia será paralela a linha piezométrica, da qual está separada pela

distância $\frac{v^2}{2g}$.

A figura a seguir mostra linhas de energia e piezométrica em algumas situações:

