

https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_de_Bernoulli

Aula 4 – Hidrodinâmica

1 Hidrodinâmica: Conceito

- ▶ - Estudo dos fluidos em movimento
- ▶ - Fluido perfeito: não tem viscosidade, atrito, coesão ou elasticidade (incompressível)
- ▶ - Deduções teóricas feitas para um líquido perfeito

2 Vazão ou descarga (Q)

$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}}$$

Sistema MK*S:

$$Q = \text{m}^3 \text{s}^{-1}$$

SI (MKS):

$$Q = \text{m}^3 \text{s}^{-1}$$

Outras unidades utilizadas na prática:

- L/s
- L/h
- $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$
- gal/h (galões por hora)

3 Classificação dos movimentos de líquidos

Grandezas que caracterizam o escoamento: velocidade, pressão e densidade.

- a) Movimento permanente: Velocidade, pressão e densidade constantes em um mesmo ponto, ao longo do tempo ($Q = \text{constante}$)
- b) Movimento variado: Velocidade, pressão e densidade variam com o tempo.

3 Classificação dos movimentos de líquidos

a) Movimento permanente: V, P e $d \rightarrow \text{cte} \rightarrow Q = \text{constante}$

- Movimento permanente uniforme: velocidade média constante em diferentes seções de escoamento ao longo da corrente;
- Movimento permanente não uniforme: velocidade média varia nas diferentes seções de escoamento, ao longo da corrente. Pode ser ACELERADO ou RETARDADO.

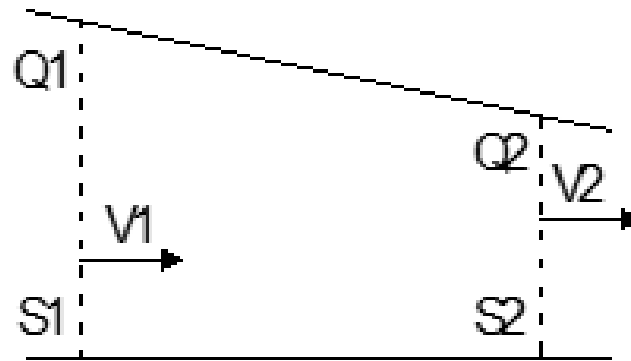


Uniforme

$$S_1 = S_2$$

$$V_1 = V_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

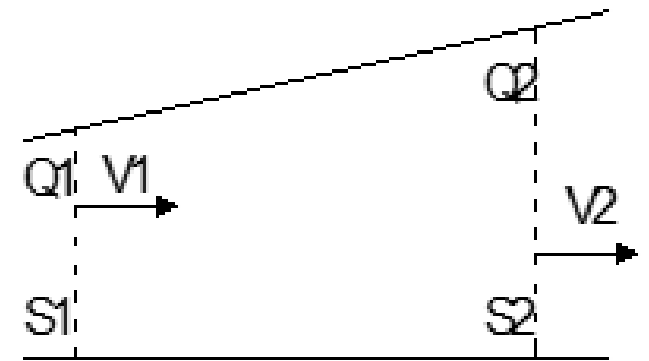


Acelerado

$$S_1 > S_2$$

$$V_1 < V_2$$

$$Q_1 = Q_2$$



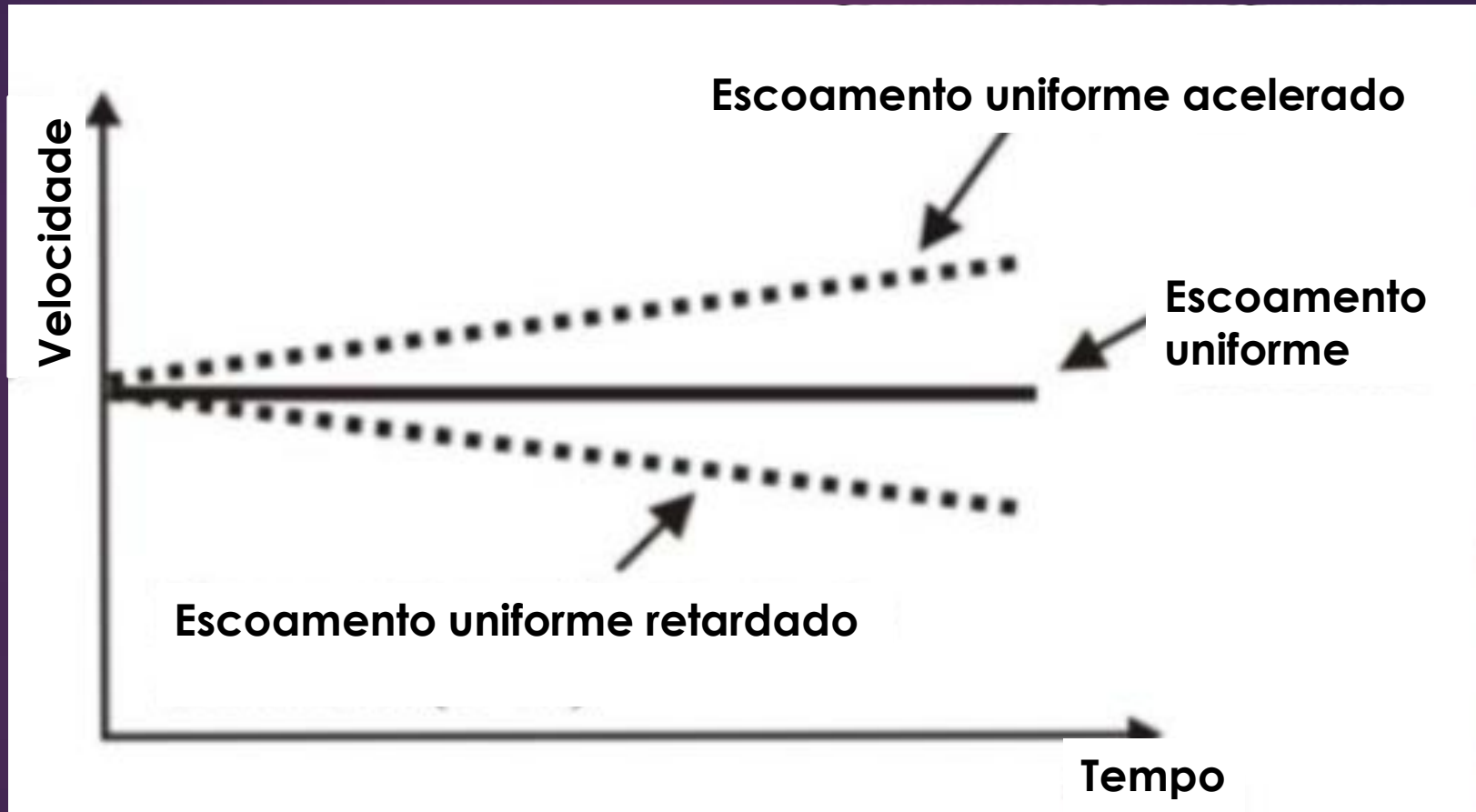
Retardado

$$S_1 < S_2$$

$$V_1 > V_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

3 Classificação dos movimentos de líquidos

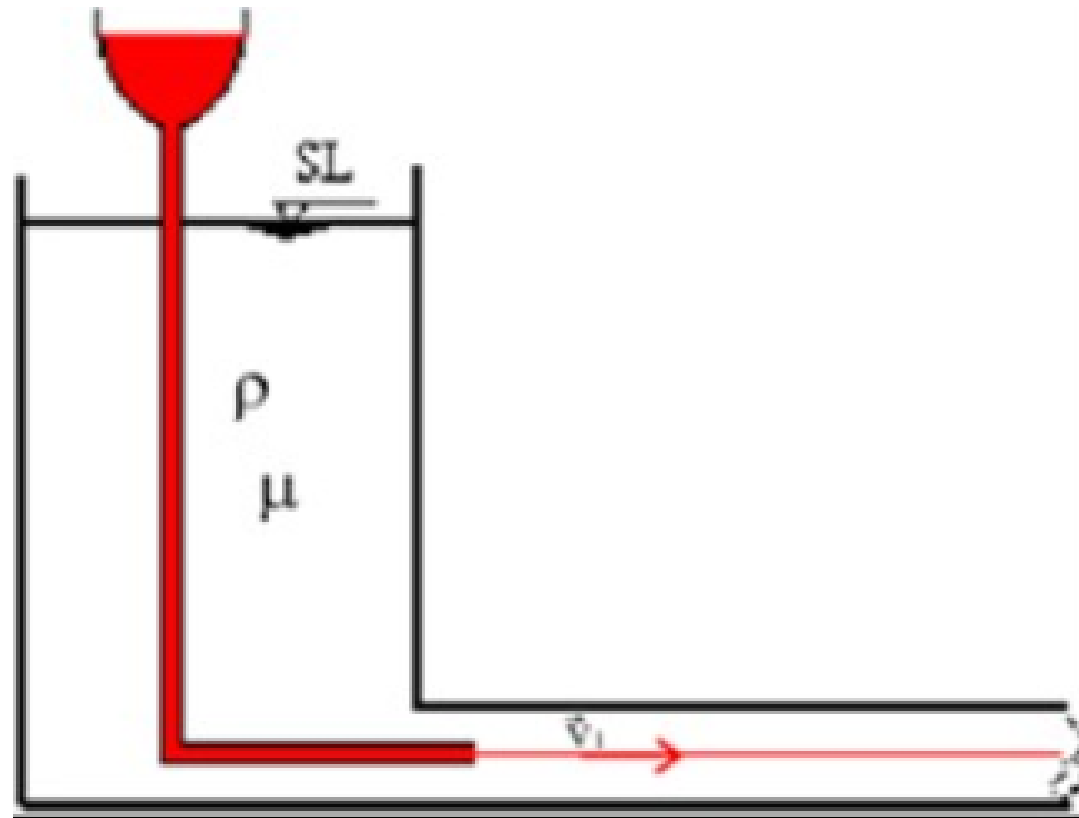


4 Regimes de escoamento

a) Escoamento laminar

(tranquilo ou lamelar):

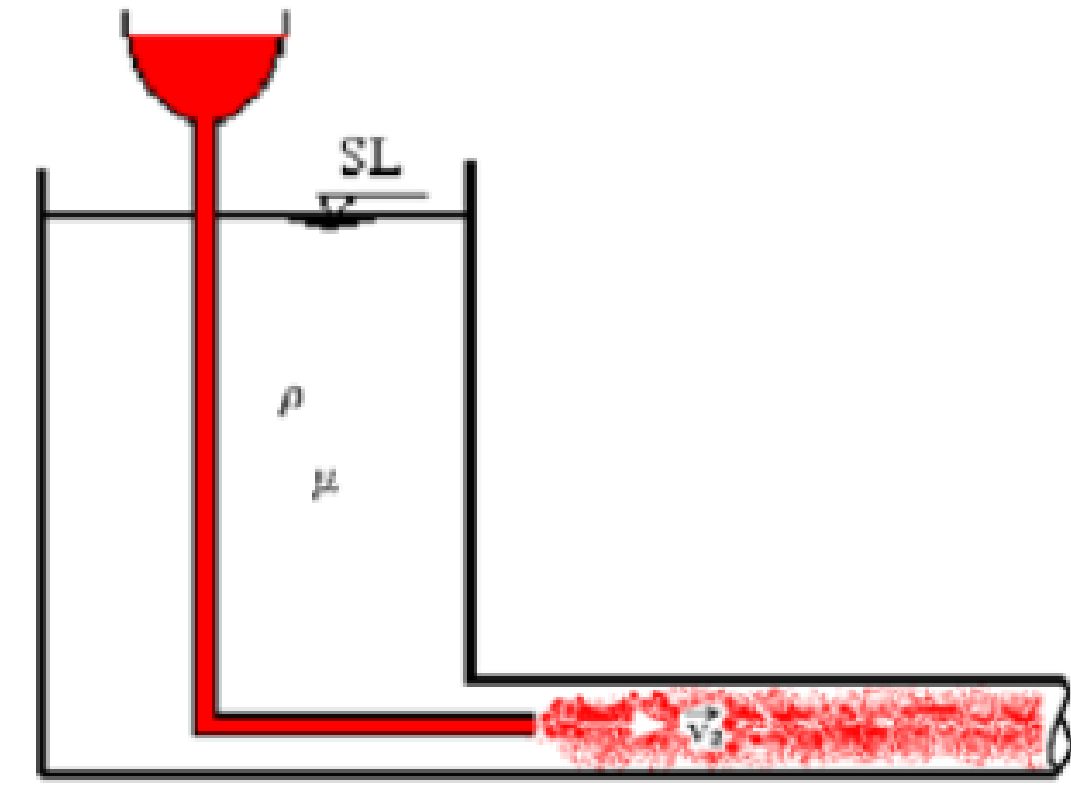
Trajetoórias das partículas são paralelas e bem definidas.



4 Regimes de escoamento

b) Escoamento turbulento:

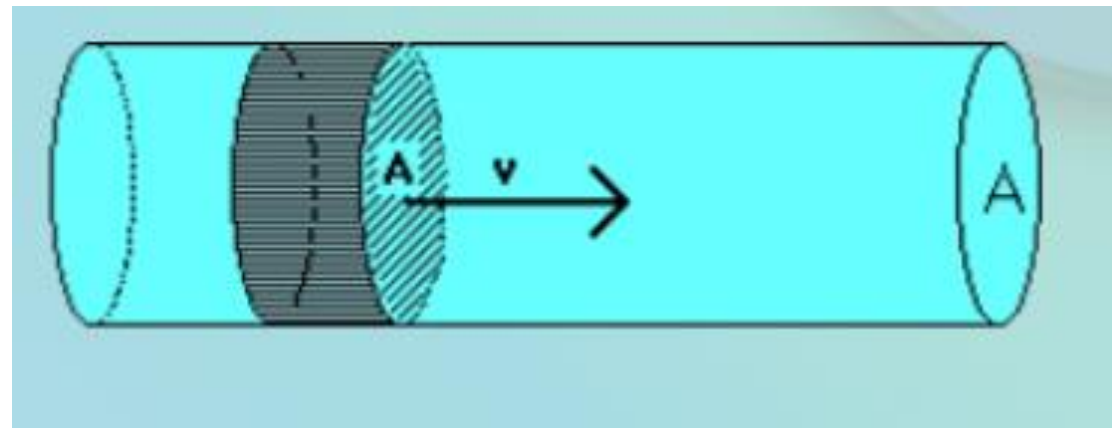
Trajetórias das partículas são desordenadas



5 Equação da Continuidade

Definição: Em movimento permanente, a quantidade de massa que atravessa uma dada seção de escoamento é sempre a mesma. Lei da conservação da Massa.

$$Q = S \cdot V$$



$$Q = S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = S_3 \cdot V_3 = Q \text{ constante}$$

5 Equação da Continuidade

Exemplos de aplicação:

- a) Calcular a vazão que passa por um tubo com diâmetro de 4 polegadas e cuja velocidade do escoamento é de 2 m/s. (1 polegada = 2,54 cm ou 0,0254 m).
- b) Qual seria a velocidade se o tubo passasse por um alargamento e estabilizasse em 5 polegadas?

6 Teorema de Bernoulli aplicado ao fluido perfeito

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

6 Teorema de Bernoulli aplicado ao fluido perfeito

Cada termo do teorema representa energia por unidade de peso (Energia/peso).

Análise dimensional de Energia/Peso:

Geral:
$$\frac{\text{Energia}}{\text{Peso}} = \frac{F \cdot L}{F} = L$$

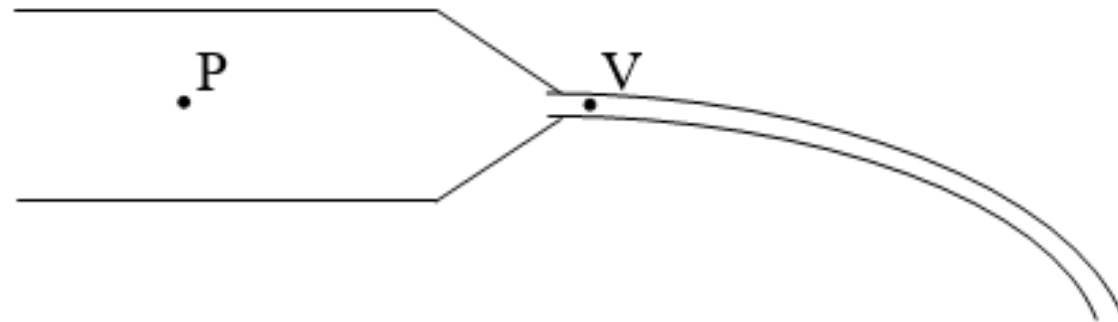
Energia de pressão:
$$\frac{P}{\gamma} = \frac{F \cdot L^{-2}}{F L^{-3}} = L$$

Energia de velocidade:
$$\frac{V^2}{2g} = \frac{L^{-2} T^{-2}}{L T^{-2}} = L$$

Energia potencial:
$$h = L$$

Aplicações

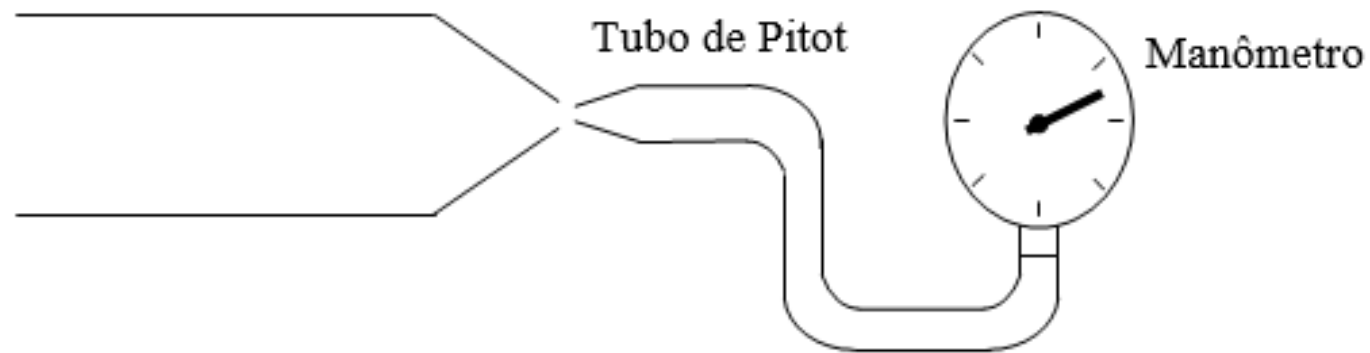
- a) Bocal: transforma energia de pressão em energia de velocidade



Aplicações

b) Tubo de Pitot: transforma energia de velocidade em energia de pressão

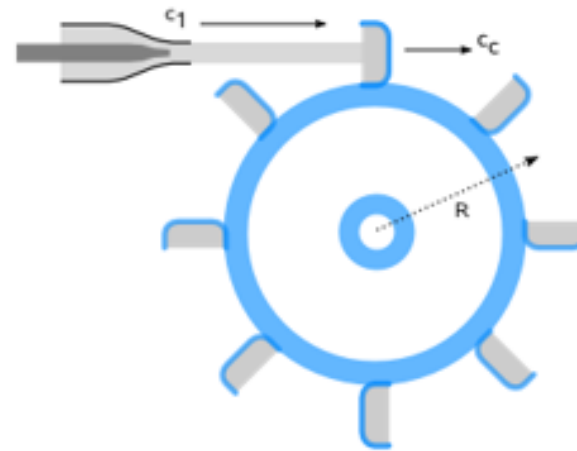
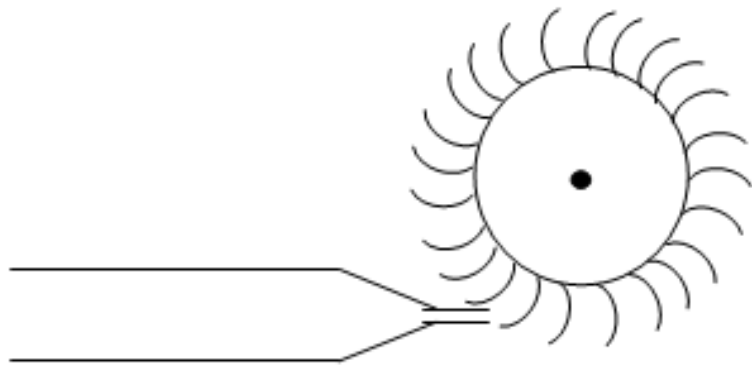
(Esquema de bocal, tubo de Pitot e manômetro)



Aplicações

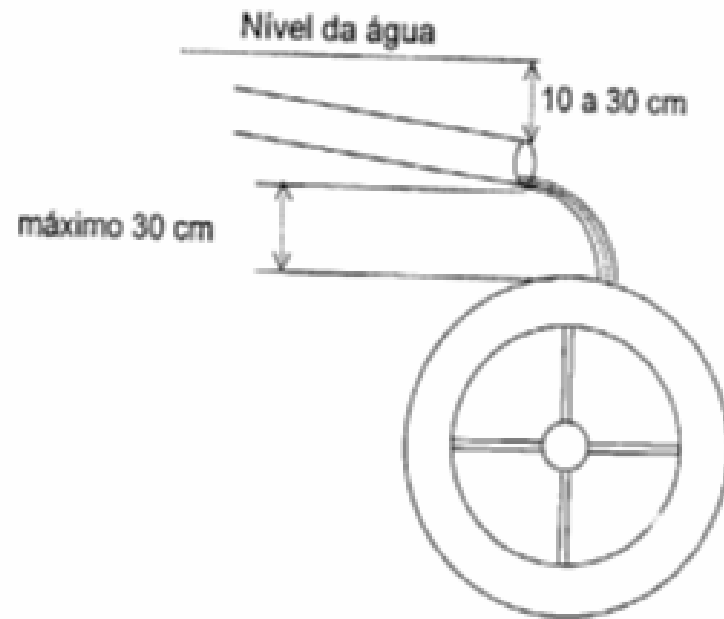
c) Turbina Pelton: transforma energia de velocidade em trabalho (Ex.: energia elétrica)

(Esquema de bocal e turbina Pelton)



Aplicações

d) Roda d'água: transforma energia potencial em trabalho mecânico



Exemplos

1 – calcule a vazão do venturímetro a seguir: