

Hidrodinâmica



- Vazão • tempo • área
- Pressão • temperatura • velocidade
- Volume • viscosidade

4.1. Introdução

Estuda o comportamento de fluidos (líquidos e gases) em movimento.

Esse movimento pode ocorrer de maneira que a **velocidade do fluido** possa variar ou permanecer constante (nesse caso, em cada ponto cada partícula do fluido tem a mesma velocidade, denominado regime estacionário ou permanente).

Pressão (P): $m \cdot s^{-2}$

$$P = \frac{F}{A} \quad \begin{cases} F = m \cdot a \\ F = M \cdot L \cdot T^{-2} \end{cases}$$

$$P = \frac{M \cdot L \cdot T^{-2}}{L^2} = \frac{M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}}{L} \leftarrow \text{Pressão}$$

Densidade ou massa específica: (d) (ρ)

$$\rho = \frac{E}{V} \quad E = m \cdot g \cdot h = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

$$\rho = \frac{M \cdot L^2 \cdot T^{-2}}{L^3} = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$$

$\rho = \frac{m}{V}$

$$E = m \cdot g \cdot h$$

$$\frac{E}{m} = g \cdot h$$

$$\frac{E}{\rho \cdot V} = g \cdot h$$

$$\therefore \frac{E}{V} = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

3ª forma de expressar P:

$$\rho = \rho \cdot g \quad \therefore P = \rho \cdot h$$

Pressão específica

$$\rho = \frac{P}{g \cdot h} \Rightarrow \rho = \frac{F}{A \cdot h} \Rightarrow \rho = \frac{F}{V}$$

Teorema de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$\underline{h} + \underline{h} + \underline{h}$$



$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$\therefore \frac{V_2^2}{2g} = Z_1 - Z_2$$

$$V_2^2 = 2g \cdot h$$

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Vazão (Q): $Q = \text{Velocidade} \cdot \text{área}$

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

$$Q = \frac{L^3}{T} \Rightarrow Q = L^3 \cdot T^{-1}$$

$$Q = S \cdot V$$

S = área $r = \frac{d}{2}$

$$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$Q = L^2 \cdot L \cdot T^{-1} = L^3 \cdot T^{-1}$$

$$V = \sqrt{2gh}$$

$$\therefore Q = S \cdot \sqrt{2gh}$$

↓ orifício

$$\frac{v^2}{g} = \frac{(LT^{-1})^2}{LT^{-2}} = \frac{L^2 T^{-2}}{LT^{-2}} = \frac{L^2}{L} = L = \text{distância}$$

Viscosidade (ν):

$$\nu = \frac{E}{A \cdot v}$$

$$\nu = \frac{ML^{-1}T^{-2}}{L^2 \cdot LT^{-1}} \quad \text{CGS}$$

$$\nu = \frac{ML^{-1}T^{-1}}{A} \quad \nu = \frac{g}{cm \cdot s}$$

$\nu = \text{poise}$

$$1 \text{ poise} = \frac{1g}{cm \cdot s} = \frac{10^{-3} kg}{10^{-2} m \cdot s} = 0,1 \frac{kg}{m \cdot s}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = \frac{ML^{-1}T^{-2}}{L} = \frac{ML^{-1}T^{-1}}{L} = \text{Pascal}$$

$$\nu = \frac{ML^{-1}T^{-1}}{L} = \text{Pascal}$$

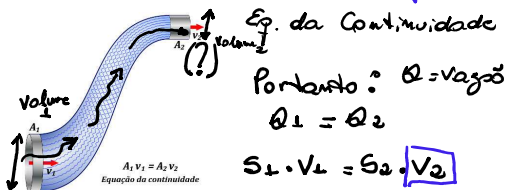
$$\nu = Pa \cdot s$$

$$1 \text{ poise} = 0,1 Pa \cdot s$$

Tabella 2 - Valores médios de condutividade elétrica, pH, acidez, índice de formol, cinzas, proteína e viscosidade determinados em leite produzidos por *Apis mellifera*, no período de fevereiro a outubro de 2005, em Engenheiro de cerado no município de Itapicuru-SP

Mês de coleta	Condutividade elétrica (μS)	pH	Acidez ($meq \cdot kg^{-1}$)	Índice de formol ($ml \cdot kg^{-1}$)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Viscosidade (mPa.s)
02	1095,7	4,3	33,3	9,3	0,54	0,59	1070,0
03	1423,3	4,6	28,3	9,3	0,72	0,57	2083,3
04	1851,3	4,9	23,3	9,0	1,02	0,98	2636,7
05	1744,3	4,9	24,7	11,7	0,85	0,66	3536,7
06	1220,0	4,7	37,0	15,3	0,71	0,81	3550,0
07	1334,7	4,3	47,0	16,7	0,57	0,74	1123,3
08	547,0	4,3	24,3	7,0	0,20	0,58	2063,3
09	283,7	4,0	15,1	8,4	0,06	1,00	4546,7
10	227,3	3,8	17,8	6,0	0,04	0,13	2766,7
Média	1081,4	4,4	27,9	10,3	0,52	0,67	2753,0
Desvio padrão	679,0	0,4	9,9	3,6	0,35	0,25	1117,2
Normas (BRASIL, 2000)	---	---	Máx. 50,0	---	Máx. 0,60	---	---

$$mPa = 10^{-3} Pa \quad \approx 10^{-2} \frac{kg}{m \cdot s}$$



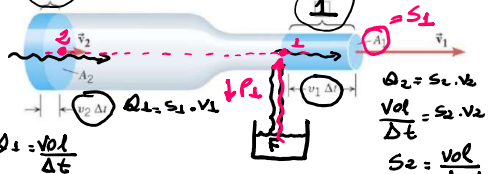
Em termos de Velocidade no ponto 2, temos que:

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2}$$

$$Q = S \cdot v \quad v = \sqrt{2gh} \quad \text{carga "pressão"}$$

$$Q = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$



$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{P_1}{\rho} = \frac{P_2}{\rho} + \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$v_1 = \frac{S_2 \cdot v_2}{S_1}$$

