



FACULDADE FINOM DE PATOS DE MINAS
CENTRO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO E CULTURA - CENBEC
DIRETORIA ACADÊMICA

MECANICA DOS FLUIDOS

Professor: Esp. Luiz Claudio Silva Pires
E-mail: luizfinomaluno@hotmail.com

MECANICA DOS FLUIDOS

- ▶ Matéria Semestral

- ▶ Aulas :

- ▶ Quarta - feira - 2º e 3º

- ▶ sexta - feira - 1º e 4º

Objetivos do Curso

- ▶ Demonstrar varias atribuições dentro da área da engenharia civil, com teoria aplicada e com o objetivo de facilitar o conhecimento das informações dentro da área de aplicação desses estudos em sala de aula.

Materiais Necessários

Leitura

- Livros/ Biblioteca
- Artigos
- Web
- Outros

Tecnologia/Ferramentas

- Calculadora

Métodos para Instrução

- ▶ Demonstrações
- ▶ Discussões em aula/Discussões virtuais
- ▶ Exercícios individuais/em grupo
- ▶ Aulas

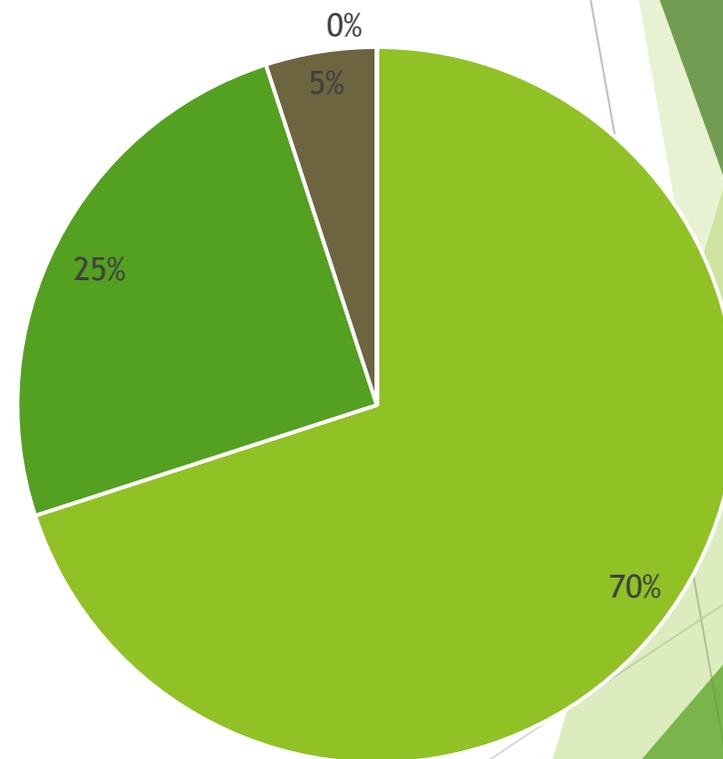
Agenda

Bimestral	Tópico	Atribuição/Projeto	Objetivo
Semana 1	Tópico 1	Descrição resumida	Objetivo
Semana 2	Tópico 2	Descrição resumida	Objetivo
Semana 3	Tópico 3	Descrição resumida	Objetivo
Semana 4	Tópico 4	Descrição resumida	Objetivo
Semana 5	Tópico 5	Descrição resumida	Objetivo

Critérios de avaliação

- ▶ Atribuição Bimestral - 10 pontos :
- ▶ Exercícios avaliativos - 2,5 pontos
- ▶ Prova final - 7,0 pontos
- ▶ Biblioteca - 0,5 ponto
- ▶ Aprovação mínima total - 7,0 pontos
- ▶ Demais formas de avaliação, de acordo com as normas da Instituição.

Percentual avaliativo



■ Provas Bimestrais ■ Exercícios ■ Biblioteca ■

Dúvidas?

Mecânica dos fluidos

- A mecânica dos fluidos é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluidos e suas propriedades. Os aspectos teóricos e práticos da mecânica dos fluidos são de fundamental importância para a solução de diversos problemas encontrados habitualmente na engenharia, sendo suas principais aplicações destinadas ao estudo de escoamentos de líquidos e gases, máquinas hidráulicas, aplicações de pneumática e hidráulica industrial, sistemas de ventilação e ar condicionado além de diversas aplicações na área de aerodinâmica voltada para a indústria aeroespacial.
- O estudo da mecânica dos fluidos é dividido basicamente em dois ramos, a estática dos fluidos e a dinâmica dos fluidos.

Mecânica dos fluidos

A estática dos fluidos trata das propriedades e leis físicas que regem o comportamento dos fluidos livre da ação de forças externas, ou seja, nesta situação o fluido se encontra em repouso ou então com deslocamento em velocidade constante, já a dinâmica dos fluidos é responsável pelo estudo e comportamento dos fluidos em regime de movimento acelerado no qual se faz presente a ação de forças externas responsáveis pelo transporte de massa.

- Dessa forma, pode-se perceber que o estudo da mecânica dos fluidos está relacionado a muitos processos industriais presentes na engenharia e sua compreensão representa um dos pontos fundamentais para a solução de problemas geralmente encontrados nos processos industriais

Mecânica dos fluidos

- Ação de fluidos sobre superfícies submersas. Ex.: barragens.
- Equilíbrio de corpos flutuantes. Ex.: embarcações.
- Ação do vento sobre construções civis.
- Estudos de lubrificação.
- Transporte de sólidos por via pneumática ou hidráulica. Ex.: elevadores hidráulicos.
- Cálculo de instalações hidráulicas. Ex.: instalação de recalque.
- Cálculo de máquinas hidráulicas. Ex.: bombas e turbinas.
- Instalações de vapor. Ex.: caldeiras.
- Ação de fluidos sobre veículos (Aerodinâmica).

Fluido

- Fluido é uma substância que não tem forma própria.
 - Definido como uma substância que deforma continuamente quando submetida a uma tensão de cisalhamento de qualquer valor.
- Algumas propriedades são fundamentais para a análise de um fluido e representam a base para o estudo da mecânica dos fluidos; Essas propriedades são específicas para cada tipo de substância avaliada e são muito importantes para uma correta avaliação dos problemas comumente encontrados na indústria.

Divisão dos Fluidos

Os fluidos também são divididos em líquidos e gases, os líquidos formam uma superfície livre, isto é, quando em repouso apresentam uma superfície estacionária não determinada pelo recipiente que contém o líquido. Os gases apresentam a propriedade de se expandirem livremente quando não confinados (ou contidos) por um recipiente, não formando portanto uma superfície livre. A superfície livre característica dos líquidos é uma propriedade da presença de tensão interna e atração/repulsão entre as moléculas do fluido, bem como da relação entre as tensões internas do líquido com o fluido ou sólido que o limita.

Um fluido que apresenta resistência à redução de volume próprio é denominado fluido incompressível, enquanto o fluido que responde com uma redução de seu volume próprio ao ser submetido a ação de uma força é denominado fluido compressível.



FLUIDOS

Dentre essas propriedades podemos citar:

a **massa específica**, o peso específico e o peso específico relativo.

- Representa a relação entre a massa de uma determinada substância e o volume ocupado por ela. A massa específica pode ser quantificada através da aplicação da equação a seguir,

- Onde ρ , é a massa específica, m representa a massa
- da substância e V o volume por ela ocupado.
- No SI, a **massa é quantificada em kg** e o **volume**
- **em m³**, assim, a unidade de massa específica é **Kg/m³**.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{\gamma}{G} =$$

•É a relação entre o peso de um fluido e volume ocupado, seu valor pode ser obtido pela aplicação da equação a seguir.

•A partir da análise das equações é possível verificar que existe uma relação entre a **massa específica de um fluido** e o seu **peso específico**, e assim, pode-se escrever que:

•**Unidade: em N/m^3 .**

- É a relação entre o peso de um fluido e volume ocupado, seu valor pode ser obtido pela aplicação da equação a seguir.

- Como o peso é definido pelo princípio fundamental da dinâmica (2º Lei de **Newton**) por , a equação pode ser reescrita do seguinte modo:

- A partir da análise das equações é possível verificar que existe uma relação entre a **massa específica de um fluido** e o seu **peso específico**, e assim, pode-se escrever que:

- Unidade: em N/m^3 .**

- Representa a relação entre o peso específico do fluido em estudo e o peso específico da água.
- Em condições de atmosfera padrão o peso específico da água é 10000N/m^3 , e como o peso específico relativo é a relação entre dois pesos específicos, o mesmo é um número adimensional, ou seja não contempla unidades
- A **estática dos fluidos** é a ramificação da mecânica dos fluidos que estuda o comportamento de um fluido em uma condição de equilíbrio estático;
- Conceitos fundamentais para a quantificação e solução de problemas relacionados à pressão estática e escalas de pressão.

•A pressão média aplicada sobre uma superfície pode ser definida pela relação entre a força aplicada e a área dessa superfície e pode ser numericamente calculada pela aplicação da equação a seguir.

Unidade básica de pressão no SI é N/m^2 (Newton por metro ao quadrado).

A unidade N/m^2 também é usualmente chamada de Pascal (Pa).
As seguintes relações são aplicáveis:

$$1\text{N/m}^2 = 1\text{Pa}$$

$$1\text{kPa} = 1000\text{Pa} = 10^3\text{Pa}$$

$$1\text{MPa} = 1000000\text{Pa} = 10^6\text{Pa}$$

Muitas outras unidades para a especificação da pressão também são utilizadas, essas unidades são comuns nos mostradores dos manômetros industriais e as mais comuns são:

- atm (atmosfera)
- mmHg (milímetro de mercúrio)
- kgf/cm² (quilograma força por centímetro ao quadrado)
- bar (nomenclatura usual para pressão barométrica)
- psi (libra por polegada ao quadrado)
- mca (metro de coluna d'água)

Dentre as unidades definidas de pressão, tem-se um destaque maior para a atm (atmosfera) que teoricamente representa a pressão necessária para se elevar em 760mm uma coluna de mercúrio, assim, a partir dessa definição, a seguinte tabela para a conversão entre unidades de pressão pode ser utilizada.

- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa}$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa} = 1,0330 \text{ kgf/cm}^2$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa} = 1,0330 \text{ kgf/cm}^2 = 1,01 \text{ bar}$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa} = 1,0330 \text{ kgf/cm}^2 = 1,01 \text{ bar} = 14,7 \text{ psi}$
- $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa} = 1,0330 \text{ kgf/cm}^2 = 1,01 \text{ bar} = 14,7 \text{ psi} = 10,33 \text{ mca}$

- Sabe-se que o ar atmosférico exerce uma pressão sobre tudo que existe na superfície da Terra. A medida dessa pressão foi realizada por um discípulo de Galileu chamado Evangelista Torricelli, em 1643.
- Para executar a medição, Torricelli tomou um tubo longo de vidro, fechado em uma das pontas, e encheu-o até a borda com mercúrio. Depois tampou a ponta aberta e, invertendo o tubo, mergulhou essa ponta em uma bacia com mercúrio. Soltando a ponta aberta notou que a coluna de mercúrio descia até um determinado nível e estacionava quando alcançava uma altura de cerca de 760 milímetros.
- Acima do mercúrio, Torricelli logo percebeu que havia vácuo e que o peso do mercúrio dentro do tubo estava em equilíbrio estático com a força que a pressão do ar exercia sobre a superfície livre de mercúrio na bacia, assim, definiu que a pressão atmosférica local era capaz de elevar uma coluna de mercúrio em 760mm, definindo desse modo a pressão atmosférica padrão.

O mercúrio foi utilizado na experiência devido a sua elevada densidade, se o líquido fosse água, a coluna deveria ter mais de 10 metros de altura para haver equilíbrio, pois a água é cerca de 14 vezes mais leve que o mercúrio.

Dessa forma, Torricelli concluiu que essas variações mostravam que a pressão atmosférica podia variar e suas flutuações eram medidas pela variação na altura da coluna de mercúrio. Torricelli não apenas demonstrou a existência da pressão do ar, mas inventou o aparelho capaz de realizar sua medida, o barômetro como pode se observar na figura.

Peso específico (γ)

$$\gamma = \frac{\textit{peso}}{\textit{volume}} = \frac{G}{V} = \frac{W}{V} \quad \gamma = \rho \cdot g$$

É a razão entre o peso de um dado fluido e o volume que o contém.

SISTEMA:	UNIDADE:
Sist. Internacional (S.I.).	N / m^3
Sist. Técnico	kgf / m^3

Peso específico Relativo – (γ_r)

$$\gamma_r = \frac{\gamma}{\gamma_{Padrao}}$$

É a razão entre o peso de um dado fluido e o volume que o contém.

Volume Específico – (V_e)

$$V_e = \frac{1}{\gamma(\textit{PesoEspecifico})}$$

É definido como o inverso do peso específico

Volume específico - V_s

Nos sistemas usuais:

Sistema SI..... m^3/N

Sistema CGS..... $cm^3/dines$

Sistema MK_fS m^3/Kgf

Densidade Relativa ou Densidade (δ):

É a relação entre a Massa específica de uma substância e a Massa específica de outra substância, tomada como referência:
d é a densidade, em quilogramas por metros cúbicos (kg/m³);

- m é a massa, em quilogramas (kg);
- V é o volume, em metros cúbicos (m³)

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_{H2O}} \quad \text{ou} \quad d = \frac{m}{v}$$

Substância:	DENSIDADE (δ):
Álcool etílico	0,80
Petróleo	0,88
Óleo Diesel	0,82 a 0,96
ÁGUA (Destilada)	1,0
ÁGUA do Mar (Salgada)	1,02 a 1,03
Melado	1,40 a 1,50
Tetracloroeto de Carbono	1,59
MERCÚRIO	13,6

Para os líquidos a referência adotada a água a 4°C
Nos sistemas usuais:

Sistema SI..... $\rho_0 = 1000\text{kg/m}^3$

Sistema MK_fS $\rho_0 = 102 \text{ kgf.m}^{-4} .\text{s}^2$

Para os gases a referência é o ar atmosférico a 0°C
Nos sistemas usuais:

Sistema SI..... $\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3$

Sistema MK_fS $\rho_0 = 0,132 \text{ kgf.m}^{-4} .\text{s}^2$

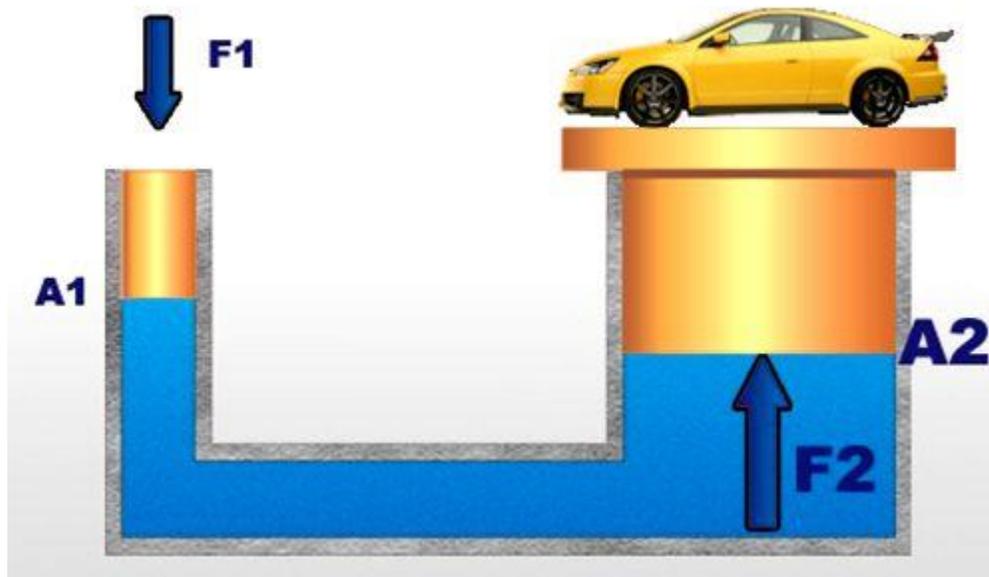
ESTÁTICA DOS FLUIDOS

O comportamento físico de uma partícula sólida pode ser representado e entendido facilmente porque ele constitui uma entidade única de tamanho suficiente e que podemos visualizar também o seu comportamento. Um sólido é uma substância rígida que conserva sua forma contra forças deformantes externas. Extensão das mesmas observações tornam-se mais complexas quando se trata com fluidos já que estamos, com efeito, tratando com uma coleção de partículas "virtuais" que não podem ser visualizadas. O termo fluido é usado para descrever um objeto ou substância que deve estar em movimento para resistir forças aplicadas externamente.

Um fluido sempre escorre quando forças deformantes lhe são aplicadas. Note que embora a tendência é imaginar os fluidos principalmente como líquidos, os fluidos também descrevem o comportamento dos gases. Este capítulo apresenta os princípios físicos, conceitos e exemplos de um fluido em repouso (estática dos fluidos) e de um fluido em movimento (dinâmica dos fluidos). Estas propriedades aplicam-se tanto à passagem do ar através dos brônquios como à passagem do sangue através dos vasos sanguíneos.

Cinemática dos Fluidos

É a ramificação da mecânica dos fluidos que estuda o comportamento de um fluido em uma condição movimento.



Vazão Volumétrica

Em hidráulica ou em mecânica dos fluidos, define-se vazão como a relação entre o volume e o tempo.

A vazão pode ser determinada a partir do escoamento de um fluido através de determinada seção transversal de um conduto livre (canal, rio ou tubulação aberta) ou de um conduto forçado (tubulação com pressão positiva ou negativa).

Isto significa que a vazão representa a rapidez com a qual um volume escoar.

As unidades de medida adotadas são geralmente o m^3/s , m^3/h , l/h ou o l/s .

Cálculo da Vazão Volumétrica

A forma mais simples para se calcular a vazão volumétrica é apresentada a seguir na equação mostrada.

$$Q_v = \frac{V}{T}$$

Q_v representa a vazão volumétrica, **V** é o volume e **t** o intervalo de tempo para se encher o reservatório.

Método Experimental

Um exemplo clássico para a medição de vazão é a realização do cálculo a partir do enchimento completo de um reservatório através da água que escoa por uma torneira aberta como mostra a figura.

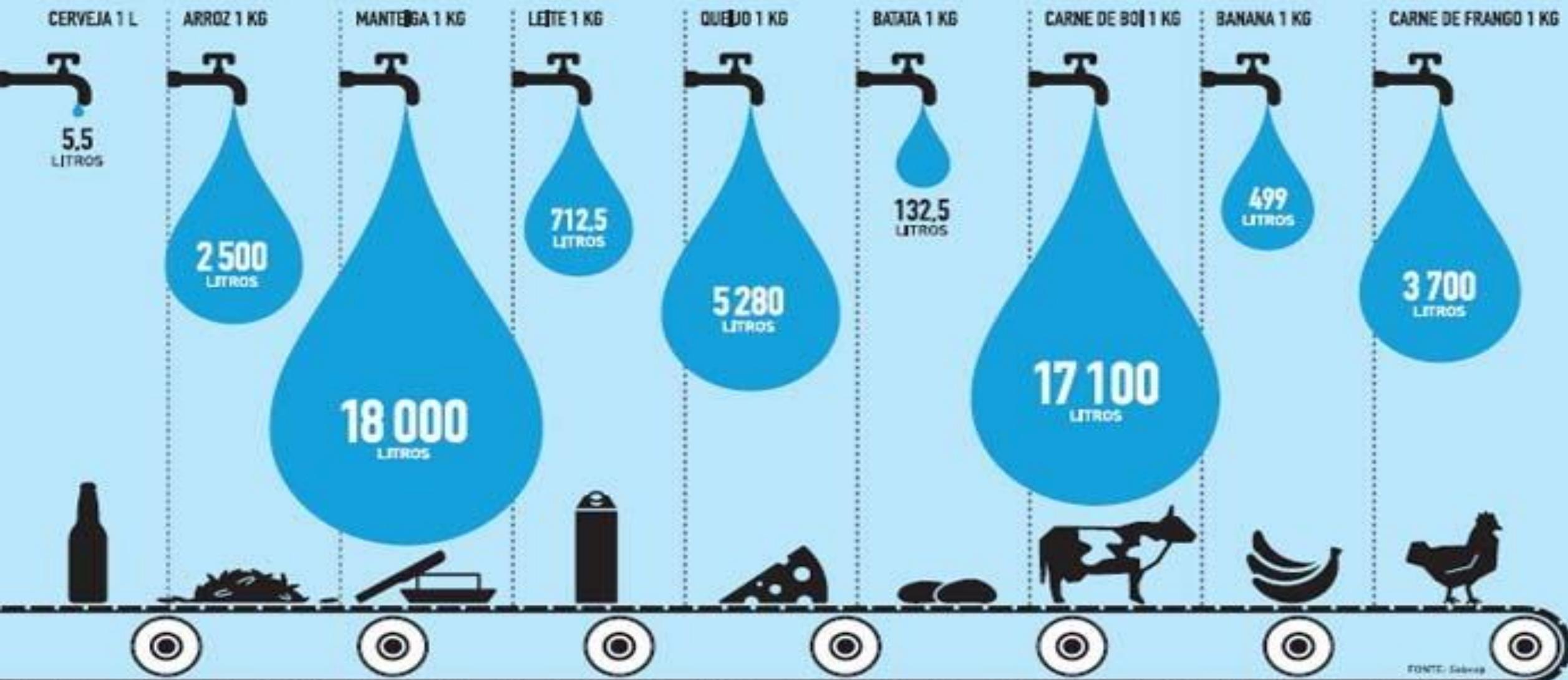
Considere que ao mesmo tempo em que a torneira é aberta um cronômetro é acionado. Supondo que o cronômetro foi desligado assim que o balde ficou completamente cheio marcando um tempo t , uma vez conhecido o volume V do balde e o tempo t para seu completo enchimento, a equação é facilmente aplicável resultando na vazão volumétrica desejada.

Aula



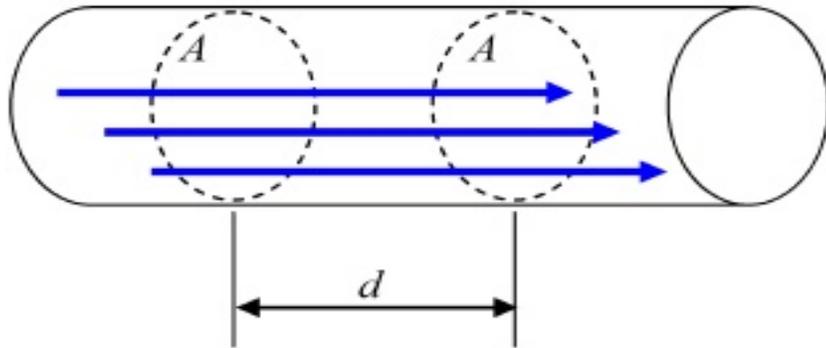
A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano



Relação entre Área e Velocidade

Uma outra forma matemática de se determinar a vazão volumétrica é através do produto entre a área da seção transversal do conduto e a velocidade do escoamento neste conduto como pode ser observado na figura a seguir.



Pela análise da figura, é possível observar que o volume do cilindro tracejado é dado por:

$$V = d \cdot A$$

Substituindo essa equação na equação de vazão volumétrica, pode-se escrever que:

$$Q_v = \frac{d \cdot A}{t}$$

A partir dos conceitos básicos de cinemática aplicados em Física, sabe-se que a relação d/t é a velocidade do escoamento, portanto, pode-se escrever a vazão volumétrica da seguinte forma:

$$Q_v = v \cdot A$$

Q_v representa a vazão volumétrica, v é a velocidade do escoamento e A é a área da seção transversal da tubulação.

Relações Importantes

$1\text{ m}^3 = 1000\text{ litros}$

$1\text{ h} = 3600\text{ s}$

$1\text{ min} = 60\text{ s}$

Área da seção transversal circular:
Mecânica dos Fluidos

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Vazão em Massa e em Peso

De modo análogo à definição da vazão volumétrica é possível se definir as vazões em massa e em peso de um fluido, essas vazões possuem importância fundamental quando se deseja realizar medições em função da massa e do peso de uma substância.

Vazão em Massa: A vazão em massa é caracterizada pela massa do fluido que escoar em um determinado intervalo de tempo, dessa forma tem-se que:

$$Q_m = \frac{m}{t}$$

Onde m representa a massa do fluido.

Como definido anteriormente, sabe-se que $\rho = m/V$, portanto, a massa pode ser escrita do seguinte modo:

$$m = \rho \cdot V$$

$$Q_m = \frac{\rho \cdot v}{t}$$

Assim, pode-se escrever que:

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$

$$Q_m = \rho \cdot v \cdot A$$

Portanto, para se obter a vazão em massa basta multiplicar a vazão em volume pela massa específica do fluido em estudo, o que também pode ser expresso em função da velocidade do escoamento e da área da seção do seguinte modo:

As unidades usuais para a vazão em massa são o kg/s ou então o kg/h.

Vazão em Peso

Vazão em Peso: A vazão em peso se caracteriza pelo peso do fluido que escoar em um determinado intervalo de tempo, assim, tem-se que:

$$Q_w = \frac{W}{t}$$

Sabe-se que o peso é dado pela relação , $\mathbf{W} = \mathbf{m} \times \mathbf{g}$ como a massa é , $\mathbf{m} = \mathbf{\rho} \times \mathbf{V}$ pode-se escrever que:

$$W = \rho.V.g$$

Assim, pode-se escrever que:

$$Q_w = \frac{\gamma \cdot V}{t}$$

$$Q_w = \gamma \cdot Q_v$$

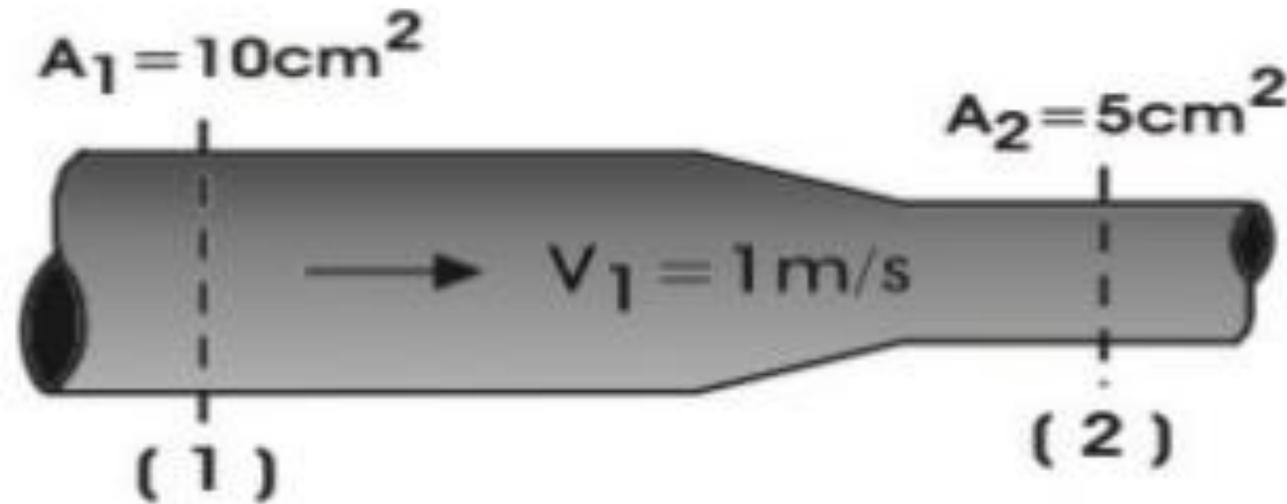
Portanto, para se obter a vazão em massa basta multiplicar a vazão em volume pelo peso específico do fluido em estudo, o que também pode ser expresso em função da velocidade do escoamento e da área da seção do seguinte modo:

$$Q_w = \gamma \cdot v \cdot A$$

As unidades usuais para a vazão em massa são o N/s ou então o N/h.

Exercício 1

Exemplo – No tubo da figura, determinar a vazão em volume e a velocidade na seção (2), sabendo – se que o fluido é água.



Nota: Como o fluido é incompressível, (líquido) então a Equação da Continuidade nos dá:

$$Q_1 = Q_2$$

$$\boxed{Q = v \times A}$$

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2$$

$$v_2 = \frac{v_1 \times A_1}{A_2} \Rightarrow v_2 = \frac{1 \text{ m/s} \times 10 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} \Rightarrow \boxed{v_2 = 2 \text{ m/s}}$$

Assim, pode-se escrever que a vazão será ?

A vazão será:

$$Q_1 = v_1 \times A_1 \Rightarrow Q_1 = 1 \frac{m}{s} \times 10 \cancel{cm} \times \frac{1m^2}{10^4 \cancel{cm^2}} \Rightarrow \boxed{Q_1 = 10^{-3} m^3/s}$$

ou

$$Q_2 = v_2 \times A_2 \Rightarrow Q_2 = 2 \frac{m}{s} \times 5 \cancel{cm} \times \frac{1m^2}{10^4 \cancel{cm^2}} \Rightarrow \boxed{Q_2 = 10^{-3} m^3/s}$$

Portanto:

$$Q = 10^{-3} \frac{\cancel{m^3}}{s} \times \frac{1000L}{1\cancel{m^3}} \Rightarrow \boxed{Q = 1L/s}$$

Exercício 2

1) Calcular o tempo que levará para encher um tambor de 214 litros, sabendo-se que a velocidade de escoamento do líquido é de 0,3m/s e o diâmetro do tubo conectado ao tambor é igual a 30mm.

Cálculo da vazão volumétrica:

$$Q_v = v.A$$

$$Q_v = v. \frac{\pi.d^2}{4}$$

$$Q_v = 0,3. \frac{\pi.0,03^2}{4}$$

$$Q_v = 0,00021 m^3 / s$$

Cálculo do tempo:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

$$t = \frac{V}{Q_v}$$

$$t = \frac{214}{0,21}$$

$$t = 1014,22s$$

$$t = 16,9 \text{ min}$$

Exercício 3

Calcular o diâmetro de uma tubulação, sabendo-se que pela mesma, escoava água a uma velocidade de 6 m/s . A tubulação está conectada a um tanque com volume de 12000 litros e leva 1 hora, 5 minutos e 49 segundos para enchê-lo totalmente.

• **Solução:**

Cálculo do tempo em segundos:

$$1\text{h}=3600\text{s}$$

$$5\text{min}=300\text{s}$$

$$t=3600+300+49$$

$$t = 3949\text{ s}$$

Cálculo da vazão volumétrica:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

$$Q_v = \frac{12}{3949}$$

$$Q_v = 0,00303\text{m}^3/\text{s}$$



Cálculo do diâmetro:

$$Q_v = v \cdot A$$

$$Q_v = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$4 \cdot Q_v = v \cdot \pi \cdot d^2$$

$$d^2 = \frac{4 \cdot Q_v}{v \cdot \pi}$$

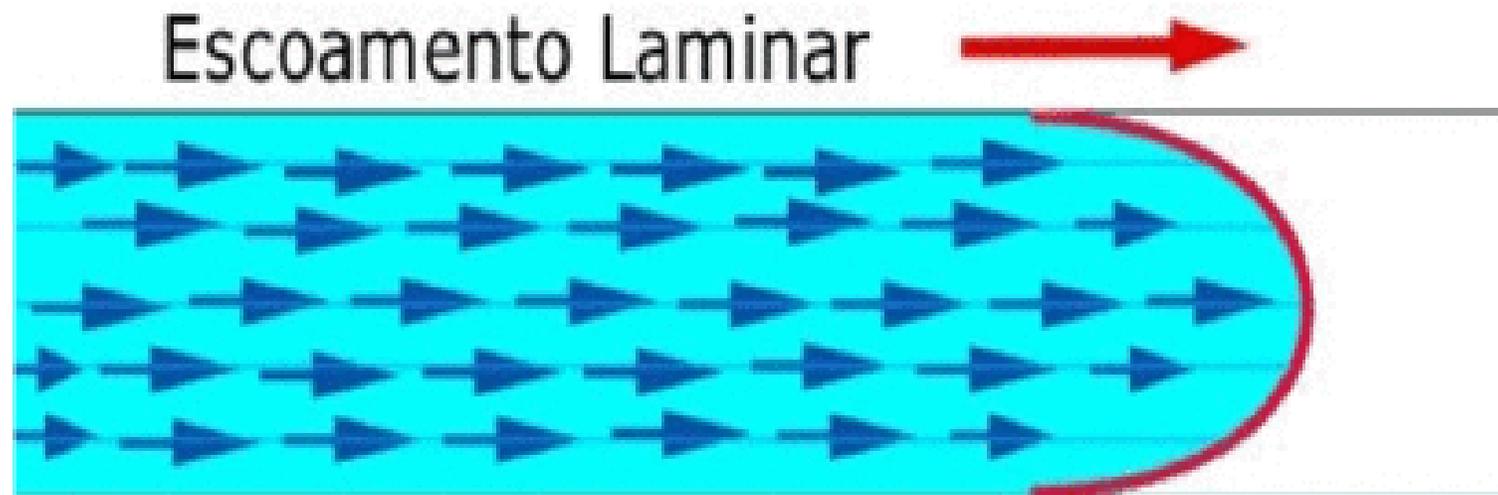
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{v \cdot \pi}} \quad \longrightarrow \quad d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00303}{6 \cdot \pi}}$$

$$d = 0,0254\text{m}$$

$$d = 25,4\text{ mm}$$

Escoamento Laminar

Ocorre quando as partículas de um fluido movem-se ao longo de trajetórias bem definidas, apresentando lâminas ou camadas (daí o nome laminar) cada uma delas preservando sua característica no meio. No escoamento laminar a viscosidade age no fluido no sentido de amortecer a tendência de surgimento da turbulência. Este escoamento ocorre geralmente a baixas velocidades e em fluidos que apresentem grande viscosidade.



Escoamento Turbulento

Ocorre quando as partículas de um fluido não movem-se ao longo de trajetórias bem definidas, ou seja as partículas descrevem trajetórias irregulares, com movimento aleatório, produzindo uma transferência de quantidade de movimento entre regiões de massa líquida. Este escoamento é comum na água, cuja a viscosidade é relativamente baixa.

Escoamento Turbulento



Números de Reynolds

O número de Reynolds (abreviado como Re) é um número adimensional usado em mecânica dos fluídos para o cálculo do regime de escoamento de determinado fluido dentro de um tubo ou sobre uma superfície. É utilizado, por exemplo, em projetos de tubulações industriais e asas de aviões. O seu nome vem de Osborne Reynolds, um físico e engenheiro irlandês. O seu significado físico é um quociente entre as forças de inércia e as forças de viscosidade.

Números de Reynolds em Tubos

$Re < 2000$ – Escoamento Laminar.

$2000 < Re < 2400$ – Escoamento de Transição.

$Re > 2400$ – Escoamento Turbulento.

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

- ρ = massa específica do fluido
- μ = viscosidade dinâmica do fluido
- v = velocidade do escoamento
- D = diâmetro da tubulação

Exercício 1

Calcular o número de Reynolds e identificar se o escoamento é laminar ou turbulento sabendo-se que em uma tubulação com diâmetro de 4,0 cm escoava água com uma velocidade de 0,05m/s.

Solução:

Viscosidade Dinâmica da água:

$$\mu = 1,0030 \times 10^{-3} \text{ Ns/m}^2$$

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$R_e = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 0,04}{1,003 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_e = 1994$$



Escoamento Laminar

Exercício 2

Sabendo-se que o escoamento de um fluido é turbulento ($Re = 2500$), viscosidade igual a $1,0030 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$, massa específica igual a $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$, escoando em um tubo de 5cm de diâmetro interno. Calcule a velocidade média;

$$\textcircled{b} \quad Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad + \quad v = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cdot D}$$

$$v = \frac{2500 \cdot 1,0030 \times 10^{-3}}{1000 \cdot 0,05} = \frac{2,5075}{50}$$

$$v = 0,05015 \text{ m/s}$$

Exercício 3

Qual a vazão de água (em litros por segundo) circulando através de um tubo de 32 mm de diâmetro, considerando a velocidade da água como sendo 4 m/s? Lembre-se que $1 \text{ m}^3 = 1000$ litros

$$A = \frac{\pi (D)^2}{4} = \frac{3,14 \times (0,032 \times 0,032)}{4} = \boxed{0,000803 \text{ m}^2}$$

Agora, podemos determinar a vazão no tubo:

$$\text{Vazão} = V \cdot A = 4 \times 0,000803 = 0,0032 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 = 3,2 \text{ l/s}$$