

# ENG 275 Fenômenos de transporte

Prof. Natalia dos Santos Renato  
Departamento de Engenharia Agrícola

# Cap. 1- Introdução

Prof. Natalia dos Santos Renato  
Departamento de Engenharia Agrícola

Parte do Material cedido pelo professor Roberto Precci

## O que é um fluido ?

Substância que se deforma continuamente sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento, por menor que seja.

Pode-se dizer também que um fluido é uma substância incapaz de suportar uma tensão de cisalhamento quando em repouso.

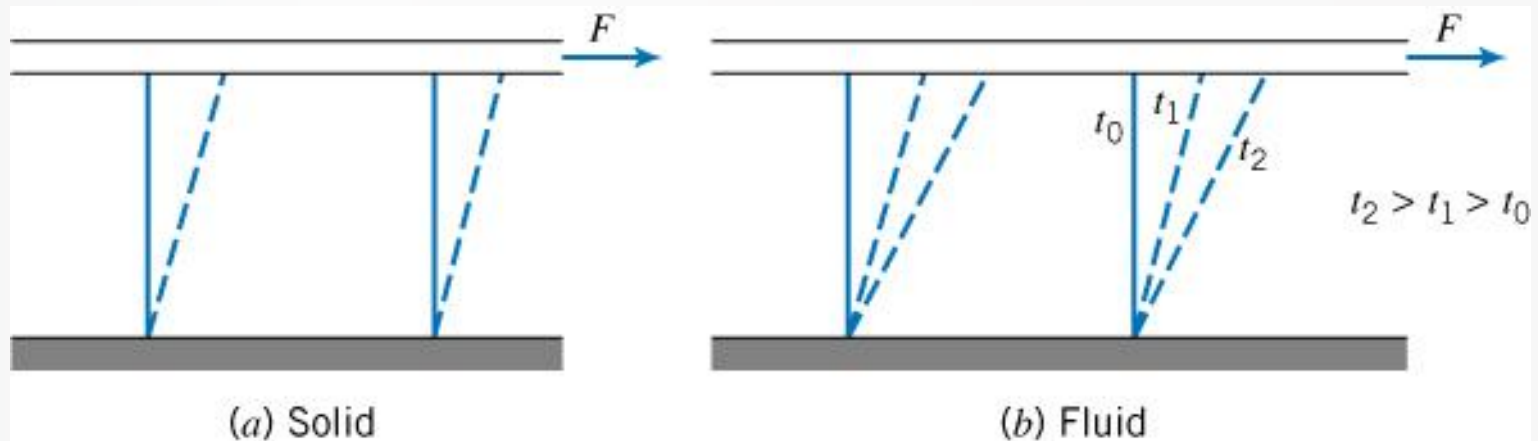


Fig 1 – comportamento de um sólido e de um fluido sob ação de uma força cisalhante constante

O que podemos dizer com relação a velocidade de uma partícula de fluido junto as fronteiras sólidas?

O fluido em contato direto com a fronteira sólida tem a mesma velocidade dessa fronteira: **NÃO HÁ DESLIZAMENTO NA FRONTEIRA.**

# Equações básicas

As leis básicas aplicadas no estudos dos fluidos são:

1. Conservação da massa
2. Segunda lei do movimento de Newton
3. Princípio da quantidade de movimento angular
4. Primeira lei da termodinâmica
5. Segunda lei da termodinâmica

## Sistema

Refere-se a uma quantidade de massa fixa e identificável, delimitada por uma fronteira fixa ou móvel. Calor e trabalho podem atravessar a fronteira dos sistema.

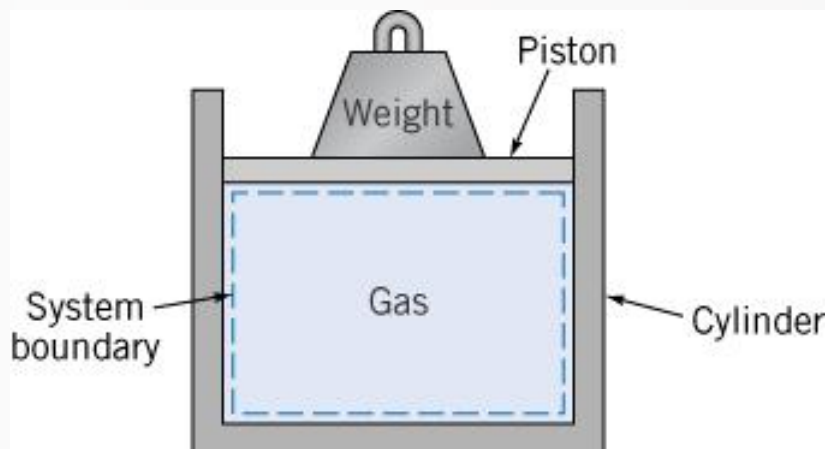


Fig 2 – Sistema constituído por um gás dentro de um cilindro

## Volume de controle (sistema aberto)

Volume arbitrário no espaço através do qual ocorre fluxo de massa. O volume de controle é delimitado por sua superfície (superfície de controle). Calor e trabalho podem atravessar a superfície de controle.

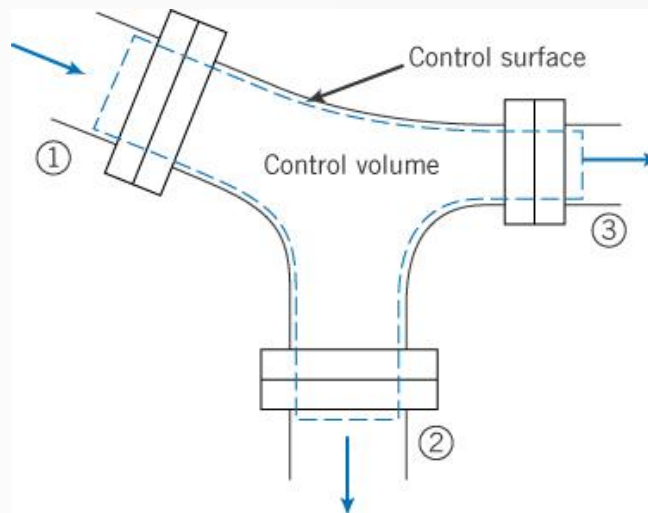


Fig 3 – Volume de controle delimitado por superfície de controle real e imaginária

## Volume de controle (sistema aberto)

Volume arbitrário no espaço através do qual ocorre fluxo de massa. O volume de controle é delimitado por sua superfície (superfície de controle). Calor e trabalho podem atravessar a superfície de controle.

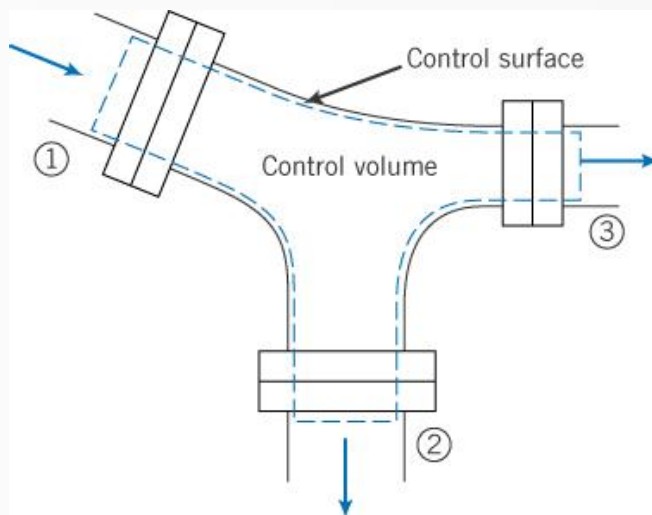


Fig 3 – Volume de controle delimitado por superfície de controle real e imaginária



## Vazão

Vazão pode ser definida como sendo a quantidade volumétrica ou mássica de um fluido que escoa através de uma seção de uma tubulação ou canal por unidade de tempo.

**Vazão Volumétrica** – É definida como sendo a quantidade em volume que escoa através de certa seção em um intervalo de tempo considerado. As unidades volumétricas mais comuns são:  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $\text{l/h}$ ,  $\text{l/min}$ , GPM (galões por minuto), entre outras.

**Vazão mássica** – É definida como sendo a quantidade em massa de um fluido que escoa através de certa seção em um intervalo de tempo considerado. As unidades de vazão mássica mais utilizadas são:  $\text{kg/s}$ ,  $\text{kg/h}$ ,  $\text{t/h}$ ,  $\text{lb/h}$ .

## Exemplo 1.2

Um trecho de redução em tubo de água tem um diâmetro de entrada de 5 cm e um diâmetro de saída de 3 cm. Se a velocidade na entrada ( medida através da área de entrada) é de 2,5 m/s, encontre a velocidade de saída.

## Formulação Diferencial x Formulação Integral

### ***Sistemas e volumes de controle infinitesimais***

Utiliza-se de equações diferenciais para determinar o comportamento detalhado do escoamento. Por exemplo quando estamos interessados em estudar a *distribuição de pressão sobre a superfície de uma hélice de um motor eólico, ou na parede de um tubulação.*

### ***Sistemas e volumes de controle finitos (formulação integral)***

Utiliza-se das equações na sua forma geral (aplicada). Quando interessa apenas o efeito ou o comportamento global de um fluido sobre um dispositivo. Por exemplo: *a força resultante atuando sobre uma comporta ou sobre uma torre.*

## Métodos de Descrição

### *Método Lagrangiano*

Quando se deseja estudar o comportamento de um elemento de massa identificável (uma partícula de fluido) ou de um sistema (seu centro de massa), utiliza-se o **MÉTODO DE DESCRIÇÃO LAGRANGIANO**.

Exemplo: aplicação da segunda lei de Newton a um sistema de massa  $m$ .

$$\sum \vec{F} = m \vec{a} = m \frac{d\vec{V}}{dt} = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

## *Método Euleriano*

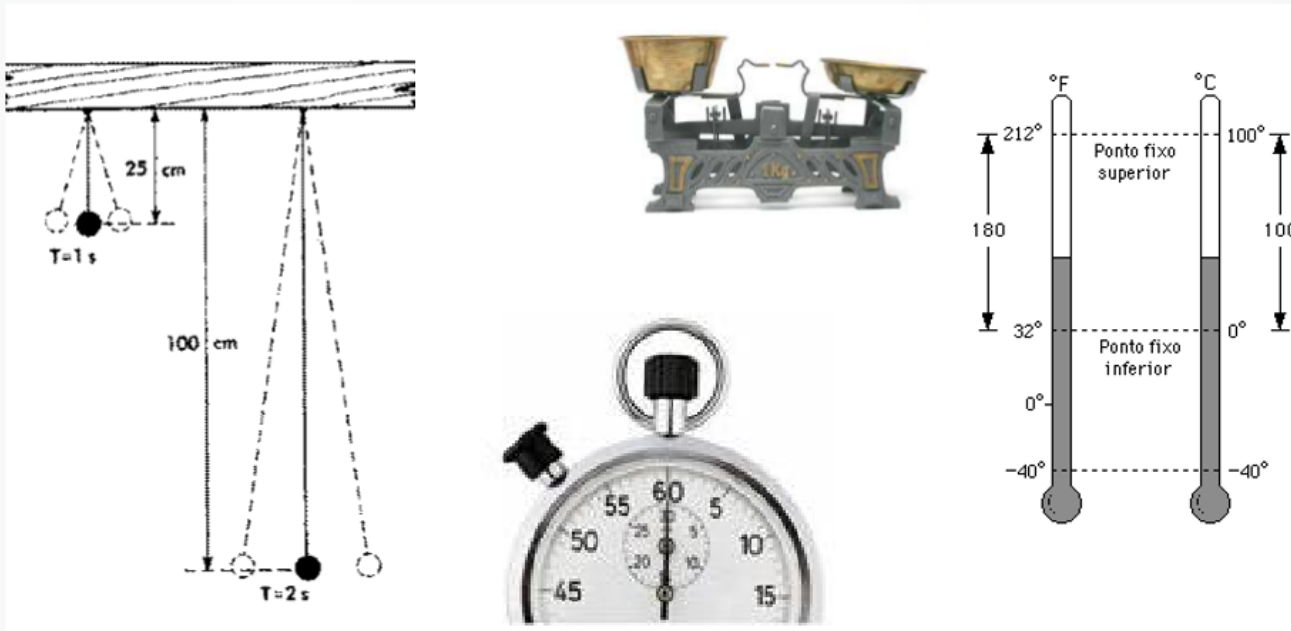
*Parte da hipótese que o fluido possa ser tratado como um meio contínuo.*

Devido a dificuldade de acompanhar uma partícula, utiliza-se o MÉTODO DE DESCRIÇÃO EULERIANO, que *enfoca as propriedades de um escoamento num determinado ponto no espaço como uma função do tempo*. As propriedades do campo de escoamento são descritas como funções das coordenadas espaciais e do tempo. Procura responder: Quais as propriedades das partículas como um todo naquela posição e naquele instante?

## DIMENSÕES E UNIDADES

*Dimensões:* são nossos conceitos básicos de medida, quantidades físicas como comprimento, massa, tempo, temperatura, força.

*Unidade de medida:* são os nomes dados às dimensões: m, kg, s, K, N.



## Unidades fundamentais

Grandezas Fundamentais	Símbolo	Unidade	Abreviatura de Unidade
Comprimento	L	Metro	m
Massa	M	Quilograma	kg
Tempo	T	Segundo	s
Intensidade da Corrente Elétrica	I	Ampére	A
Temperatura	$\theta$	Kelvin	K
Quantidade de matéria	$\eta$	Mole	mol
Intensidade Luminosa	I	Candela	cd

## Unidades

Grandeza	CGS	SI (MKS)	Inglês (FPS)
Comprimento	<u>C</u> entímetro (cm)	<u>M</u> etro (m)	<u>F</u> oot [pé] (ft)
Massa	<u>G</u> rama (g)	<u>K</u> ilograma (kg)	<u>P</u> ound [Libra] (lb)
Tempo	<u>S</u> egundo (s)	<u>S</u> egundo (s)	<u>S</u> egundo (s)
Temperatura	Kelvin (K) Celsius (°C)	Kelvin (K) Celsius (°C)	Rankine (°R) Fahrenheit (°F)



## Unidades

### Unidades Fundamentais do Sistema Absoluto.

	Dimensão	SI (MKS)	Sistema Inglês (FPS)	c.g.s (CGS)
Massa	M	kg	lb (pound ou libra)	g
Tempo	T	s	s	s
Comprimento	L	m	ft	cm
Temperatura	$\theta$	K (°C)	R (°F)	K (°C)

### Unidades Derivadas do Sistema Absoluto.

	Dimensão	SI (MKS)	Sistema Inglês (FPS)	c.g.s (CGS)
Força ( $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ )	$MLT^{-2}$	$kg \cdot m/s^2$ (N)	$lb \cdot ft/s^2$ (pdl)	$g \cdot cm/s^2$ (dina)
Pressão ( $p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_n}{\Delta A}$ )	$ML^{-1}T^{-2}$	$kg/m \cdot s^2$ (N/m <sup>2</sup> ) (Pa)	$lb/ft \cdot s^2$	$g/cm \cdot s^2$ (dyn/cm <sup>2</sup> ) (baria)
Energia	$ML^2T^{-2}$	$kg \cdot m^2/s^2$ (N·m) (J)	$lb \cdot ft^2/s^2$ (pdl·ft) (-)	$g \cdot cm^2/s^2$ (dina·cm) (erg)
Potência	$ML^2T^{-3}$	$kg \cdot m^2/s^3$ (J/s) (W)	$lb \cdot ft^2/s^3$	$g \cdot cm^2/s^3$ (erg/s)

## Conversão de unidades

$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$$

$$1 \text{ slug} = 1 \text{ lbf} \cdot \text{s}^2/\text{ft}$$

$$1 \text{ lbm} = 0,454 \text{ kg}$$

$$1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ lbf} = 4,448 \text{ N}$$

$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$$

$$1 \text{ lbf} \cdot \text{s}^2/\text{ft} = 32,2 \text{ lbm}$$

$$1 \text{ psi} = 6895 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ gal} = 7,48 \text{ ft}^3$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ lbf} = 1 \text{ lbm} \cdot 32,2 \text{ ft} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ slug} = 32,2 \text{ lbm}$$

$$1 \text{ lbm} = 0,454 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ pol} = 0,0254 \text{ m}$$

$$1 \text{ Hp} = 550 \text{ lbf} \cdot \text{ft} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Problema Equivalente	
<u>7 edição</u>	<u>6 edição</u>
1.8	1.22
1.9	1.23
1.10	1.24
1.12	1.26
1.17	1.28
1.18	1.29
1.19	1.30
1.20	1.31
1.21	-
1.22	-
1.23	-
1.25	1.32
1.26	1.33
1.27	1.34
1.31	-
1.32	-
1.35	
1.36	1.37

## Capítulo 1 – Exercícios propostos

### Sétima Edição

8, 9, 10, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22,  
23, 25, 26, 27, 31, 32, 35 e 36

**Itens excluídos: 1.7**