

# **SCALE-UP E SEMELHANÇA: ANÁLISE DIMENSIONAL**



- EXPRESSÕES / FÓRMULAS: CONSISTÊNCIA DIMENSIONAL
- MECÂNICA: DIMENSÕES PRIMÁRIAS / SECUNDÁRIAS  
↓  
CONSISTÊNCIA DIMENSIONAL & SISTEMAS DE UNIDADES
- EQUAÇÕES DIMENSIONAIS DE GRANDEZAS NA MECÂNICA

# Expressões: consistência dimensional

- Descrição matemática de fenômenos físicos
  - Funções relacionando (interligando) grandezas físicas entre si



Expressões em termos de grandezas primárias e/ou secundárias



Consistência dimensional (e de unidades)

- Mecânica: 3 dimensões primárias ↔ 2ª lei de Newton

$L$  → comprimento

$T$  → tempo

$M$  → massa

$F$  → força

} dimensões consideradas como primárias

} uma dimensão é primária e outra é secundária  
**ou** ambas são consideradas como primárias



# Grandezas: sistemas de unidades

- Sistema  $MLT \Rightarrow F$  é dimensão secundária
  - Sistema Internacional (SI) ou MKS Físico (MKS)

<b>dimensão</b>	massa	comprimento	tempo	força
<b>nome</b>	quilograma	metro	segundo	newton
<b>símbolo</b>	kg	m	s	N

$$ma = F \rightarrow 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-2} = (1 \times 1) (\text{kg m s}^{-2}) = 1 \text{ N}$$

- Sistema Métrico Absoluto ou CGS Físico (CGS)

<b>dimensão</b>	massa	comprimento	tempo	força
<b>nome</b>	grama	centímetro	segundo	dina
<b>símbolo</b>	g	cm	s	dina

$$ma = F \rightarrow 1 \text{ g} \times 1 \text{ cm s}^{-2} = (1 \times 1) (\text{g cm s}^{-2}) = 1 \text{ dina}$$



# Grandezas: sistemas de unidades

- Sistema  $FLT \Rightarrow M$  é dimensão secundária
  - Sistema Britânico Gravitacional

dimensão	força	comprimento	tempo	massa
nome	libra-força	pé	segundo	slug
símbolo	lbf	ft	s	slug

$$F = ma \Leftrightarrow m = F/a$$



$$1 \text{ lbf} \div 1 \text{ ft s}^{-2} = (1 \div 1) (\text{lbf ft}^{-1} \text{ s}^2) = 1 \text{ slug}$$

1 slug = 32.1740 lbm



1 slug = 14.5939 kg



# Grandezas: sistemas de unidades

- Sistema *MFLT*  $\Rightarrow$  todas estas dimensões são primárias

- Fator de conversão gravitacional  $g_c \rightarrow F = \frac{1}{g_c} ma$

- Sistema MKS Técnico (MKS\*)

<b>dimensão</b>	massa	comprimento	tempo	força
<b>nome</b>	quilograma	metro	segundo	quilograma-força
<b>símbolo</b>	kg	m	s	kgf

$$1 \text{ kgf} = \frac{1}{g_c} (1 \text{ kg}) (9.80665 \text{ m s}^{-2}) \rightarrow g_c = 9.80665 \frac{\text{kg m}}{\text{kgf s}^2}$$

- Sistema Inglês Técnico

<b>dimensão</b>	massa	comprimento	tempo	força
<b>nome</b>	libra-massa	pé	segundo	libra-força
<b>símbolo</b>	lbm	ft	s	lbf



# Equações dimensionais na Mecânica

- Base completa (de dimensões) da Mecânica
  - Escolher 3 grandezas (tomadas como primárias):  $FLT$  ou  $MLT$
- Equação dimensional
  - Expressão de uma dada grandeza secundária em termos das grandezas compondo a base completa escolhida
  - Exemplos: equações dimensionais da velocidade, aceleração, densidade, viscosidade dinâmica / cinemática (na base  $FLT$ )
- Grandezas (números) adimensionais (na Mecânica)
  - Grandeza adimensional → independe de grandezas primárias
  - Expoentes nulos na equação dimensional:  $F^0L^0T^0$  ou  $M^0L^0T^0$
  - Exemplos: número de Reynolds ( $Re$ ), número de Mach ( $Ma$ )

