

# **SISTEMAS DE UNIDADES**

## **Objetivo:**

Rever alguns conceitos fundamentais da Engenharia Química sob o ponto de vista das unidades.

## **Dimensões e Unidades**

### **Problemas normalmente encontrados:**

- Dificuldades na solução de questões por falta de hábito no manuseio das unidades das grandezas envolvidas.

### **Alternativa para contornar estes problemas:**

- O uso das dimensões ou das unidades junto com os números. Isto pode evitar experiências desagradáveis (erros nas unidades) e perda de tempo.
- Tornar um hábito o uso das unidades desde o início da formulação do problema (proporciona soluções mais inteligíveis).

### **Assim sendo:**

este procedimento permite uma verificação rápida e apropriada da solução do problema.

### **Obs. básicas**

\_\_\_\_\_ a) Qualquer quantidade de uma grandeza tem:

valor numérico + unidade (símbolos).

b) Dimensão: é o conceito básico de uma grandeza.

ex.: comprimento (L); massa (M); Tempo (T); etc.

c) **Unidades**: meios de expressar as dimensões das grandezas.

ex.: a dimensão comprimento pode ser → metro, milha, pé, etc.

d) As grandezas podem ser tratadas como **variáveis algébricas**, desde que sejam obedecidas as regras:

- Pode ser **somadas ou subtraídas** quando tiverem a mesma dimensão.
- Podem ser **multiplicadas ou divididas** dando origem a outras grandezas (gerando um número considerável de grandezas)

Em muitos casos, devido ao grande número de unidades para representar a mesma grandeza com conseqüente dificuldade de entendimento, buscou-se adotar alguns sistemas a fim de organizar e facilitar o entendimento entre as pessoas não só a nível nacional como também mundial.

Com isso surgiram os chamados: **Sistemas de Unidades**

## Sistemas de Unidades

**Definição**: Conjunto de unidades escolhidas para medir as grandezas existentes em cada campo da Física e da Engenharia.

### Sistemas de unidades comuns

Sistemas	Comprimento	Tempo	Massa	Força
<b>Absolutos ou dinâmicos</b>				
SI	metro	segundo	quilograma	newton*
CGS	centímetro	segundo	grama	dina*
FPS	pé	segundo	libra	poundal*
<b>Gravitacionais ou técnicos</b>				
MK <sub>r</sub> S	metro	segundo	utm*	quilograma-força
FP <sub>r</sub> S	pé	segundo	slug*	libra-força
<b>Mistos ou de engenharia</b>				
MKK <sub>r</sub> S	metro	segundo	quilograma	quilograma-força
FPP <sub>r</sub> S	pé	segundo	libra	libra-força

\* Unidade derivada das unidades básicas

## Sistema Internacional de Unidades (SI)

- Adotado em 1960 na 11<sup>a</sup>. Conferencia Geral de Pesos e Medidas.
- As unidades do SI estão divididas em 3 classes:
  - *unidades de base*
  - *unidades suplementares*
  - *unidades derivadas*

### Unidades de base

- Único Sistema de Unidades que possui 7 unidades de base a saber:

#### Unidades de base do SI

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

## A saber:

### Definição das unidades de base do SI

Unidade	Definição
metro	Comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299 792 456 de segundo
segundo	Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo do césio 133
quilograma <sup>4</sup>	Massa do protótipo internacional do quilograma
mol	Quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos na massa de 0,012 kg de carbono 12
ampère	Corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível e situados no vácuo a 1 metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a $2 \times 10^{-7}$ newtons por metro de comprimento desses condutores
kelvin	Fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água
candela	Intensidade luminosa de uma fonte, em uma determinada direção que emite uma radiação monocromática de frequência $540 \times 10^{12}$ Hz e cuja intensidade energética nessa direção é 1/683 watt por esterradiano

### Unidades suplementares

#### Unidades suplementares do SI

Grandeza	Unidade	Símbolo
Ângulo plano	radiano	rad
Ângulo sólido	esterradiano	sr

## Unidades derivadas

- unidades deduzidas direta ou indiretamente das unidades base e suplementares. A seguir, unidade derivadas de importância na Engenharia Química:

Unidades derivadas

Grandeza	Nome da unidade	Símbolo
<b>Unidades geométricas e mecânicas</b>		
Área	metro quadrado	m <sup>2</sup>
Volume	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Frequência	hertz	Hz
Velocidade	metro por segundo	m/s
Velocidade angular	radiano por segundo	rad/s
Aceleração	metro por segundo, por segundo	m/s <sup>2</sup>
Aceleração angular	radiano por segundo, por segundo	rad/s <sup>2</sup>
Vazão volumétrica	metro cúbico por segundo	m <sup>3</sup> /s
Massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
Vazão mássica	quilograma por segundo	kg/s
Momento de inércia	quilograma-metro quadrado	kg.m <sup>2</sup>
Momento linear	quilograma-metro por segundo	kg.m/s
Momento angular	quilograma-metro quadrado por segundo	kg.m <sup>2</sup> /s
Força	newton	kg.m/s <sup>2</sup> ou N
Momento de força, torque	newton-metro	kg.m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ou N.m
Pressão	pascal	kg/(m.s <sup>2</sup> ) ou Pa
Viscosidade dinâmica	pascal-segundo	kg/(m.s) ou Pa.s
Trabalho, energia, quantid. de calor	joule	kg.m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ou J
Potência, taxa de energia	watt	kg.m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> ou W
Fluxo de energia	watt por metro quadrado	kg/s <sup>3</sup> ou W/m <sup>2</sup>
Difusividade, viscosidade cinemática*	metro quadrado por segundo	m <sup>2</sup> /s
Fluxo mássico ou velocidade mássica*	quilograma por metro quadrado e por segundo	kg/(m <sup>2</sup> .s)
Tensão superficial ou interfacial*	newton por metro	kg/s <sup>2</sup> ou N/m
<b>Unidades térmicas</b>		
Temperatura Celsius	grau Celsius	°C
Gradiente de temperatura	kelvin por metro	K/m
Capacidade térmica ou calorífica	joule por kelvin	J/K
Capacidade calorífica específica	joule por quilograma e por kelvin	J/(kg.K)
Condutividade térmica	watt por metro e por kelvin	W/(m.K)
Fluxo de transferência de calor*	watt por metro quadrado	W/m <sup>2</sup>
Coefficiente de transferência de calor*	watt por metro quadrado e por kelvin	W/(m <sup>2</sup> .K)

\* Não constam da tabela oficial do INMETRO, mas são importantes na engenharia química.

Alguns prefixos foram adotados pelo SI a fim de expressar de maneira adequada grandezas de valores muito alto ou muito baixo :

## Prefixos SI<sup>5</sup>

Nome	Símbolo	Fator de multiplicação
exa	E	$10^{18}$
peta	P	$10^{15}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
quilo	k	$10^3$
hecto	h	$10^2$
deca	da	10
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
mili	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
femto**	f	$10^{-15}$
atto**	a	$10^{-18}$

\*\*As grafias femto e ato serão admitidas em obras sem caráter técnico.

### Observações:

- Unidades ainda usuais para certas grandezas que não fazem parte do SI (sem restrição de prazos):

**litro**  $\Rightarrow$  1 decímetro cúbico (símbolo internacional = l e L) (símbolo nacional – IMETRO = l ou L).

**tonelada**  $\Rightarrow$  1 tonelada métrica = 1000 kg (símbolo = t; ton não é correto).

**minuto, hora e dia**  $\Rightarrow$  (símbolo = min, h e d).

- Unidades ainda usuais devido ao cunho histórico que não fazem parte do SI (admitidas temporariamente):

**atmosfera**  $\Rightarrow$  101 325 Pa (símbolo = atm)

**caloria**  $\Rightarrow$  4,1869 joule (símbolo = cal)

**cavalo-vapor**  $\Rightarrow$  735,5 watts (símbolo = cv)

**quilograma-força**  $\Rightarrow$  9,80665 N (símbolo = kgf)

**milímetro de mercúrio**  $\Rightarrow$  133,322 Pa (símbolo = mmHg)

# SISTEMAS DE UNIDADES

## **1. Regras gerais para simbologia, grafia e apresentação**

Para o uso correto do SI, é conveniente adotar certas recomendações prescritas pelo Decreto nº 81.621 e referendadas pelo Quadro Geral de Unidades de Medida anexo à Resolução do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) 12/88, de 12/10/88. As mais importantes são mencionadas a seguir.

### **1.1. Grafia dos símbolos de unidades**

- a) Os símbolos são grafados, geralmente, com letras minúsculas, exceto quando se tratar de nomes próprios. Neste caso, quando houver duas letras no símbolo, apenas a primeira deve ser maiúscula.

Exemplos: m, mol, s  
A, K, Pa, Wb (nomes próprios).

- b) Há apenas um símbolo aceito para cada unidade.

Exemplos: seg (segundo), hr (hora), mt (metro) são grafias erradas.

- c) Os símbolos de unidades não devem ser seguidos de ponto de abreviatura, sinais, letras ou índices.

Exemplos: 2 m., 2 W<sub>mec</sub> são grafias erradas. O correto é: 2 m e 2 W.

- d) Os símbolos são invariáveis.

Exemplos: 2 kms, 2 hs, 2 kgs são grafias erradas.

- e) Os múltiplos e submúltiplos das unidades são indicados por prefixos especiais antepostos aos símbolos. No entanto, os prefixos SI não podem ser justapostos a um mesmo símbolo.

Exemplos: 1 MkW (ou 1 kW), 1 μmm são grafias erradas. O correto é 1 GW e 1 nm.

- f) O símbolo de uma unidade que contenha multiplicação pode ser formado pela justaposição dos símbolos componentes, desde que esta não cause ambigüidade, ou mediante a colocação de um ponto entre os símbolos componentes, na base da linha ou a meia altura.

Exemplos: VA e Wh são grafias corretas. No entanto, ao invés de Pas deve-se usar Pa.s ou Pa·s.

Observação: Deve-se evitar escrever símbolos em uma ordem que possa causar confusão com as unidades de grandezas diferentes, principalmente quando um dos símbolos é m (do metro) para não confundir com o m do prefixo mili.

- g) O símbolo de uma unidade que contém divisão pode ser formado mediante uma das três alternativas: barra inclinada (/), traço horizontal ou potências negativas. Não se deve utilizar o *p* para abreviar o *por*.

Exemplos: m/s, m.s<sup>-1</sup>,  $\frac{m}{s}$  são grafias corretas.

Não se deve usar mais de uma barra inclinada na mesma linha, a não ser com o emprego de parênteses, de modo a evitar quaisquer ambigüidades.

Exemplos:  $W/(m^2.K)$ ,  $W.m^{-2}.K^{-1}$  e  $\frac{W}{m^2.K}$  são grafias corretas.

Observação: O exemplo acima se refere às unidades da grandeza coeficiente de transferência de calor (ver tabela 2.5). É comum para esta grandeza e outras, cujas unidades possuem um denominador que é um produto de outras unidades, de se cometer o engano de não usar os parênteses, grafando  $W/m^2.K$  ou  $W/m^2/K$ .

Não se deve usar o traço horizontal, quando o símbolo escrito em duas linhas diferentes puder causar confusão.

- h) Os prefixos SI podem coexistir num símbolo composto por multiplicação ou divisão.

Exemplos: kV/mm, kN.cm, kΩ.mA

- i) Os símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão.

Exemplos: kWh/h,  $W/(m^2.K/cm)$

- j) O símbolo é escrito no mesmo alinhamento do número a que se refere, e não como expoente ou índice. São exceções apenas os símbolos das unidades não SI de ângulo plano ( $^\circ$ ,  $'$ ,  $''$ ), os expoentes dos símbolos que têm expoente, o sinal  $^\circ$  do símbolo do grau Celsius e os símbolos cuja divisão é indicada por traço de fração horizontal.

Exemplos:  $2^m$ ,  $2_m$  são grafias erradas.  $20^\circ C$  e  $30^\circ$  (ângulo plano) são grafias corretas.

- k) Quando os símbolos têm expoente, este deve ser colocado imediatamente após o símbolo.

Exemplos:  $\overset{2}{m}$  ou  $m^2$  são grafias erradas.

- l) Quando um símbolo com prefixo tem expoente, deve-se entender que o conjunto prefixo-unidade é afetado pelo expoente como se esse conjunto estivesse entre parênteses.

Exemplos:

$1 \text{ cm}^3 = 10^{-2} \text{ m}^3 \rightarrow$  errado;       $1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3 \rightarrow$  certo  
 $1 \text{ km}^2 = 10^3 \text{ m}^2 \rightarrow$  errado;       $1 \text{ km}^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2 \rightarrow$  certo

- m) Quando o símbolo está associado a um valor decimal, este deve ser colocado à direita do valor numérico.

Exemplos: 62,5 m, 42,62°C, 24,6 kPa

No caso em que a unidade possui uma divisão não-decimal e os seus submúltiplos têm nome especial, como são os casos das unidades de tempo (hora e minuto) e de ângulo plano (grau, minuto e segundo) aceitas para uso com o SI sem restrição de prazo (ver anexo B – tabela B.1), se usa a indicação sucessiva do valor numérico e da unidade ou do símbolo sem intercalação de vírgula.

Exemplos:

42 graus 23 minutos 13 segundos } certo  
42° 23' 13" }  
42 graus, 23 minutos, 13 segundos } errado  
42°, 23', 13" }

11 horas 20 minutos } certo  
11h 20 min }  
11 horas, 20 minutos } errado  
11:20 h ou 11,20 h }

Deve-se observar que a subdivisão decimal da hora pode também ser utilizada. Assim, 11,20 h significa 11 horas e 20 centésimos da hora (= 11h 12 min).

## **1.2. Grafia dos nomes de unidades**

- a) Quando escritos por extenso, os nomes de unidades, com ou sem prefixos, são considerados substantivos comuns, ou seja, começam por letras minúsculas, mesmo quando têm o nome de um cientista. A única exceção é o grau Celsius, onde Celsius corresponde a um adjetivo que qualifica o substantivo grau.

Exemplos: São grafias erradas: Ampère, Newton, Kelvin, Pascal

- b) Os prefixos SI são antepostos às unidades e formam uma única palavra.

Exemplos: mega-joule e quilo-pascal são grafias erradas.

- c) Na expressão do valor numérico de uma grandeza, a respectiva unidade pode ser escrita por extenso ou por seu símbolo convencionalizado. Não são admitidas combinações de partes escritas por extenso com partes expressas por símbolo.

Exemplos:

2 joules por quilograma ou 2 J/kg → certo.  
2 joules por kg e 2 joules/quilograma → errado.

oito mil quilômetros, 8 mil quilômetros ou 8 000 km → certo  
oito mil km → errado

- d) Quando uma unidade for formada por multiplicação de duas ou mais unidades, é recomendado usar um espaço entre elas. É aceitável o hífen, especialmente em casos de interpretação duvidosa.

Exemplos:

newton metro ou newton-metro  
pascal segundo ou pascal-segundo

- e) Os nomes de múltiplos e submúltiplos decimais das unidades são pronunciados por extenso, prevalecendo a sílaba tônica da unidade.

Exemplos:

1 nanometro → sílaba tônica (mé)  
1 megametro → sílaba tônica (mé)

Constituem exceções a esta regra apenas as palavras: quilômetro, decímetro, centímetro, milímetro, consagradas pelo uso com o acento tônico deslocado para o prefixo.

- f) No caso de unidades que contêm áreas e volumes, os qualificativos quadrado e cúbico são pospostos à unidade.

Exemplos: metro quadrado e metro cúbico.

- g) No caso de outras grandezas, não há nomenclatura especial. Deve-se enunciar a potência.

Exemplo: metro por segundo ao quadrado.

### **1.3. Plural de nomes de unidades**

Quando os nomes de unidades são escritos ou pronunciados por extenso, a formação do plural obedece às seguintes regras básicas:

- a) Os prefixos SI são sempre invariáveis.

Exemplo: 10 megajoules. Não é correto grafar 10 megas joules ou simplesmente pronunciar 10 megas. Da mesma forma, não se deve pronunciar dois quilos quando se quer dizer dois quilogramas.

- b) Os nomes de unidades recebem a letra "s" no final de cada palavra, exceto nos casos do item c. Segundo esta regra, o plural não desfigura o nome que a unidade tem no singular, e, portanto, não se aplicam aos nomes de unidades certas regras usuais de formação do plural de palavras.

- b.1) Quando são palavras simples.

Exemplos: pascales (ou pascais) e decibeles (ou decibéis) são grafias erradas. O correto é: pascals e decibels.

No caso da unidade de quantidade de matéria, cujo símbolo se escreve exatamente igual ao nome da unidade, deve-se observar que "os símbolos são invariáveis". Note que neste caso pode ficar a dúvida pelo fato de não haver diferença entre o nome e o símbolo da grandeza quantidade de matéria. O emprego da barra inclinada (/) só é feito no caso de símbolo, logo, quando usamos a barra não se pode escrever "mols", porque o símbolo é invariável (ver 2.1.1.1.d)

Exemplos: mols por segundo e mol/s são as grafias corretas.

- b.2) Quando são palavras compostas em que o elemento complementar de um nome de unidade não é ligado a este por hífen.

Exemplos: metros quadrados, unidades astronômicas

- b.3) Quando são termos compostos por multiplicação, cujos componentes podem variar independentemente um do outro.

Exemplos: newtons-metro, watts-hora, pascals-segundo são grafias erradas. O correto é: newtons-metros, watts-horas, pascals-segundos.

c) Os nomes ou partes dos nomes de unidades não recebem a letra "s" no final.

c.1) Quando terminam pelas letras s, x ou z.

Exemplos: hertz, siemens, lux

c.2) Quando correspondem ao denominador de unidades compostas por divisão.

Exemplo: metros por segundo

c.3) Quando, em palavras compostas, são elementos complementares de nomes de unidades e ligados a estes por hífen ou preposição.

Exemplos: elétron-volts, quilogramas-força

#### **1.4. Apresentação de resultados numéricos**

Embora muitas das regras apresentadas nos itens anteriores já fossem conhecidas, persistia a possibilidade de mal-entendido, em virtude da grande variedade de critérios e unidades. Com o SI, o critério é único e abrange até a forma de apresentar os resultados numéricos, cujas regras são muito importantes para quem desempenha atividades técnicas.

##### **1.4.1. Espaçamento entre número e símbolo**

O espaçamento entre um número e o símbolo da unidade correspondente deve atender à conveniência de cada caso.

a) Em frases de textos correntes, é recomendável deixar um espaçamento correspondente a uma ou a meia letra entre o valor numérico e o símbolo da unidade. Contudo, não se deve dar espaçamento quando há possibilidade de fraude.

Exemplos: 91 MHz ao invés de 91MHz  
25 kg ao invés de 25kg

No caso do grau Celsius, o espaçamento é opcional, mas não pode ser omitido o sinal ° do símbolo. Assim, pode-se escrever: 25 °C, 25°C.

Não é recomendável deixar o número no final de uma linha e as unidades no início da outra; em outras palavras, o espaçamento entre o valor numérico e o símbolo da unidade deve ser de uma ou meia letra.

b) em colunas de tabelas, é facultado utilizar espaçamentos diversos entre os números e os símbolos das unidades correspondentes.

##### **1.4.2. Grafia dos valores numéricos**

As prescrições desta seção não se aplicam aos números que não representam quantidades, por exemplo: numeração de elementos em seqüência, códigos de identificação, datas, números de telefones etc.

a) Para separar a parte inteira da parte decimal de um número, é sempre empregada uma vírgula.

Exemplo: 3.42 → errado; 3,42 → certo

- b) Quando o valor absoluto do número é menor do que a unidade, coloca-se zero à esquerda da vírgula.

Exemplo: .15 ou ,15 → errado; 0,15 → certo

- c) *Em trabalhos de caráter técnico e científico é recomendado que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal dos números sejam separados em grupos de três, a contar da vírgula para a esquerda e para a direita, com pequenos espaços entre esses grupos.*

Exemplos: 0,133 694      98 765      9,806 65

Quando houver apenas um número isolado, com quatro algarismos, não é necessário separar o último.

0,526 4 → recomendado; 0,5264 → aceito

É também admitido que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal sejam escritos seguidamente, isto é, sem separação em grupos.

Os números que representam *quantias em dinheiro ou quantidade de mercadorias, bens ou serviços em documentos para fins fiscais, jurídicos e/ou comerciais* devem ser escritos com os algarismos separados em grupos de três, a contar da vírgula para esquerda e para a direita, com pontos separando os grupos entre si.

- d) Para exprimir números sem escrever ou pronunciar todos os seus algarismos, use-se as seguintes regras:

- d.1) para os números que representam *quantias em dinheiro ou quantidade de mercadorias, bens ou serviços* são empregadas de uma maneira geral as palavras:

mil	=	$10^3$	=	1 000
milhão	=	$10^6$	=	1 000 000
bilhão	=	$10^9$	=	1 000 000 000
trilhão	=	$10^{12}$	=	1 000 000 000 000
etc.				

Os prefixos SI ou os fatores decimais da tabela 2.6 podem ser opcionalmente empregados, em casos especiais (por exemplo, em cabeçalhos de tabelas).

Observação: Deve-se tomar cuidado com o emprego destes termos, porque pode-se correr riscos de confusão, uma vez que em países europeus, como a Inglaterra e a França por exemplo, a regra de formação desses termos é diferente.

Exemplos: bilhão =  $10^{12}$ , trilhão =  $10^{18}$ , quatrilhão =  $10^{24}$  etc.

- d.2) para trabalhos de caráter técnico ou científico, é recomendado o emprego dos prefixos SI ou fatores decimais da tabela 2.6.

Observação: Devido às palavras milhão, bilhão etc. serem de uso corrente, é comum se ferir a regra definida no item 2.2.1.1.2 c quando se escreve grandezas expressas por um número muito alto. De acordo com esta regra, não é permitido usar combinações de partes escritas por extenso com partes expressas por símbolo.

Exemplos:

0,7 milhões de  $\text{km}^2$  → errado. As opções corretas são: 700 000  $\text{km}^2$  ou setecentos mil quilômetros quadrados ou 0,7  $\text{Mm}^2$  (verifique!).

12 milhões de  $\text{m}^3/\text{dia}$  → errado. As opções corretas são: 12 000 000  $\text{m}^3/\text{d}$  ou 12 milhões de metros cúbicos por dia ou  $12 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$

- e) Deve-se usar os prefixos SI para expressar o resultado final em uma forma conveniente, onde os números variam de 0,1 a 999.

Exemplo: escrever 326 kPa ao invés de 325 600 Pa

## Notação

$a$	=	aceleração, $m/s^2$
$A$	=	área da seção transversal, $m^2$
$c_p$	=	capacidade calorífica específica a pressão constante, $J/(kg.K)$
$c_v$	=	capacidade calorífica específica a volume constante, $J/(kg.K)$
$C_p$	=	capacidade calorífica a pressão constante, $J/K$
$C_v$	=	capacidade calorífica a volume constante, $J/K$
$c_{pm}$	=	capacidade calorífica molar a pressão constante, $J/(kmol.K)$
$c_{vm}$	=	capacidade calorífica molar a volume constante, $J/(kmol.K)$
$D$	=	diâmetro interno de uma tubulação, $m$
$E$	=	energia, $J$
$E_a$	=	energia de ativação, $J$
$E_c$	=	energia cinética, $J$
$e_c$	=	energia cinética específica, $J/kg$
$E_p$	=	energia potencial, $J$
$e_p$	=	energia potencial específica, $J/kg$
$E_{pr}$	=	energia de pressão, $J$
$e_{pr}$	=	energia específica de pressão, $J/kg$
$F$	=	força, $N$
$g$	=	aceleração da gravidade, $m/s^2$
$g_c$	=	fator de conversão de unidade de massa para unidade de força, $kg.m/(s^2.kgf)$
$G$	=	fluxo mássico ou velocidade mássica, $kg/(s.m^2)$
$G_m$	=	fluxo molar ou velocidade molar, $kmol/(s.m^2)$
$h$	=	altura, $m$
$h$	=	coeficiente de transmissão de calor, $W/(m^2.K)$
$h$	=	coluna de líquido, $m$
$h_{Hg}$	=	coluna de mercúrio, $m$
$h_{H_2O}$	=	coluna de água, $m$
$k$	=	constante cinética, $kmol/(s.m^3)$
$k_o$	=	fator de frequência, $kmol/(s.m^3)$
$k$	=	constante de proporcionalidade
$l$	=	símbolo de litro
$L$	=	dimensão de comprimento
$L$	=	símbolo de litro (opcional)
$m$	=	massa
$m$	=	símbolo de comprimento
$M$	=	dimensão de massa
$M$	=	massa molar, $kg/kmol$
$N$	=	quantidade de matéria, $mol$ ou $kmol$
$n$	=	taxa de quantidade de matéria (ou vazão molar), $mol/s$ ou $kmol/s$
$p$	=	pressão, $Pa$
$q$	=	vazão volumétrica, $m^3/s$
$Q$	=	energia térmica (quantidade de calor), $J$
$R$	=	constante dos gases ideais, $Pa.m^3/(kmol.K)$
$t$	=	tempo, $s$
$T$	=	temperatura, $K$
$T$	=	dimensão de tempo
$u$	=	velocidade ou fluxo volumétrico, $m/s$
$V$	=	volume, $m^3$
$v$	=	volume específico, $m^3/kg$
$V_m$	=	volume molar, $m^3/kmol$
$w$	=	vazão mássica, $kg/s$

### • Letras Gregas

$\gamma$	=	peso específico, $N/m^3$
$\mu$	=	viscosidade absoluta, $Pa.s$ ou $kg/(m.s)$
$\nu$	=	viscosidade cinemática, $m^2/s$
$\rho$	=	massa específica, $kg/m^3$
$\tau$	=	tensão cisalhante, $Pa$
$\theta$	=	dimensão de temperatura