

# SISTEMA DE UNIDADES

## INTRODUÇÃO:

Um sistema de unidades é caracterizado por um conjunto de unidades e regras que as definam. O sistema internacional de unidades (S.I) possui sete unidades de base e, todas as outras unidades são derivadas destas. O Brasil adota o sistema Internacional desde 1862, que na época era denominado Sistema métrico Francês. A partir de 1954 o país tem sido membro da convenção do metro. Após a 11<sup>a</sup> conferência Geral de Pesos e Medidas – 1962- o Brasil adota, oficialmente, o Sistema Internacional.

## A ESTRUTURA DO SISTEMA INTERNACIONAL

O S.I é formado por um conjunto de unidades, que são chamadas de: Unidades de Base, Unidades Derivadas, Unidades Suplementares e uma série de prefixos.

A tabela indica as unidades de base, bem como a grandeza associada e o respectivo símbolo.

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampère	A
Temp.Termodinâmica	kelvin	K
Quant.de matéria	mol	mol
Intens. Luminosa	candela	cd

## UNIDADES DERIVADAS

Uma unidade derivada pode ser formada através da multiplicação ou divisão efetuadas com as unidades de base.

Como exemplo, podemos citar a relação entre comprimento e tempo, que estabelece a unidade para a velocidade. m/s.

## UNIDADES SUPLEMENTARES

Esta classe pode ser classificada como unidades derivadas sem dimensão. E elas são duas, o radiano e esterradiano.

## PREFIXOS

Prefixos e símbolos de múltiplo e submúltiplos decimais das unidades do S.I

FATOR	PREFIXO	SÍMBOLO
$10^{24}$	yotta	Y
$10^{21}$	zetta	Z
$10^{18}$	exa	E
$10^{15}$	peta	P
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	quilo	k
$10^2$	hecto	h
$10^1$	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-24}$	yocto	y

ANÁLISE DIMENSIONAL de uma grandeza derivada qualquer é a expressão formada pelo produto dos símbolos genéricos de grandezas de base elevados a determinadas potências.

Desta forma, por exemplo, uma que pode ser medida em unidades de massa é dita ter a dimensão de massa e, é associado um símbolo a esta dimensão. No caso, M.

A tabela indica a associação da grandeza ao seu símbolo.

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO	Símbolo dimensional
Comprimento	metro	m	L
Massa	quilograma	kg	M
Tempo	segundo	s	T
Corrente Elétrica	ampère	A	I
Temp.Termodinâmica	kelvin	K	$\theta$
Quant.de matéria	mol	mol	N
Intens. Luminosa	candela	cd	$I_0$

“Denomina-se fórmula dimensional a expressão matemática que indica em quantas vezes varia a unidade derivada durante determinadas variações das unidades fundamentais ”

Exemplo: Determinar a fórmula dimensional da grandeza Força.

De acordo com a segunda lei do movimento:  $F=ma$ .

$[F] = [m][a]$  , em se tratando de uma análise dimensional, as grandezas deverão ser grafadas entre colchetes.

Sabemos que a dimensão de  $[m] = M$  (tabela acima) e, que  $a = \Delta v / \Delta t$ ,  $v = \Delta s / \Delta t$  ou,  $v = s / t$ ,  $[v] = [s] / [t]$  ,  $[v] = L / T = LT^{-1}$ .

$[a] = [v] / [t]$  ,  $[a] = LT^{-1} / T = LT^{-2}$ .

Então a dimensão de força pode ser escrita como:

**$[F] = M.LT^{-2}$**

Significa dizer que a força é diretamente proporcional ao produto massa. Comprimento e inversamente proporcional a quadrado do tempo.

Observações:

Valores puramente numéricos que figuram em algumas equações têm dimensão 1. Ou seja, são adimensionais.

Valores numéricos que estabelecem proporcionalidade entre os membros de uma equação têm dimensão.

<i>Grandeza</i>	<i>Símbolo</i> (expressões)	<i>Dimensão</i>	<i>Unidade</i> (por extenso)	<i>Unidade</i> (símbolo)
Comprimento	$\ell, L$	L	metro	m
Massa	m	M	quilograma	kg
Tempo	t	T	segundo	s

*Unidades derivadas:*

<i>Grandeza</i>	<i>Símbolo</i> (expressões)	<i>Dimensão</i>	<i>Unidade</i> (por extenso)	<i>Unidade</i> (símbolo)
Área	A, S	$L^2$	metro quadrado	$m^2$
Volume	V	$L^3$	metro cúbico	$m^3$
Caudal (em volume)	$q_v$	$L^3 T^{-1}$	metro cúbico por	$m^3/s$
Frequência	f, $\nu$	$T^{-1}$	hertz	Hz
Massa volúmica	$\rho$	$L^{-3} M$	quilograma por	$kg/m^3$
Velocidade	v	$L T^{-1}$	metro por	m/s
Velocidade angular	$\omega$	$[L]^0 T^{-1}$	radiano por	rad/s
Aceleração	a	$L T^{-2}$	metro por	$m/s^2$
Aceleração angular	$\alpha$	$[L]^0 T^{-2}$	radiano por	$rad/s^2$
Força	F	$L M T^{-2}$	newton	N
Pressão	p	$L^{-1} M T^{-2}$	pascal	Pa
Viscosidade	$\mu$	$L^{-1} M T^{-1}$	poiseuille (=Pa.s)	PL
Trabalho, Energia	W	$L^2 M T^{-2}$	joule	J
Potência	P	$L^2 M T^{-3}$	watt	W
Carga eléctrica	Q	T I	coulomb	C

## Tabela de unidades do Sistema internacional, unidades derivadas, definições

Grandeza	Nome	Plural	Símbolo	Definição
comprimento	metro	metros	<b>m</b>	Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 17ª CGPM - 1983.)
área	metro quadrado	metros quadrados	<b>m<sup>2</sup></b>	Área de um quadrado cujo lado tem 1 metro de comprimento.
volume	metro cúbico	metros cúbicos	<b>m<sup>3</sup></b>	Volume de um cubo cuja aresta tem 1 metro de comprimento.
massa	quilograma	quilogramas	<b>kg</b>	Massa do protótipo internacional do quilograma. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 3ª CGPM - 1901.)
massa específica	quilograma por metro cúbico	quilogramas por metro cúbico	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Massa específica de um corpo homogêneo, em que um volume igual a 1 metro cúbico contém massa igual a 1 quilograma.
força	newton	newtons	<b>N</b>	Força que comunica à massa de 1 quilograma a aceleração de 1 metro por segundo, por segundo
tempo	segundo	segundos	<b>s</b>	Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 13ª CGPM - 1967.)
velocidade	metro por segundo	metros por segundo	<b>m/s</b>	Velocidade de um móvel que, em movimento uniforme percorre a distância de 1 metro em 1 segundo.
aceleração	metro por segundo, por segundo	metros por segundo, por segundo	<b>m/s<sup>2</sup></b>	Aceleração de um móvel em movimento retilíneo uniformemente variado, cuja velocidade varia de 1 metro por segundo em 1 segundo.
pressão	pascal	pascals	<b>Pa</b>	Pressão exercida por uma força de 1 newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de 1m <sup>2</sup> de área, perpendicular à direção da força. (Pascal é também unidade de tensão mecânica.)
quantidade de matéria	mol	mols	<b>mol</b>	Quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 quilograma de carbono 12. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 14ª CGPM - 1971.) Quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons ou outras partículas, bem como agrupamentos especificados de tais partículas.
freqüência	hertz	hertz	<b>Hz</b>	Freqüência de um fenômeno periódico cujo período é de 1 segundo.
momento de uma força, Torque	newton-metro	newtons-metros	<b>N.m</b>	Momento de uma força de 1 newton, em relação a um ponto distante 1 metro de sua linha de ação
momento de inércia	quilograma-metro quadrado	quilogramas-metros quadrados	<b>kg.m<sup>2</sup></b>	Momento de inércia, em relação a um eixo de um ponto material de massa igual a 1 quilograma, distante 1 metro do eixo.
momento linear	quilograma-metro por segundo	quilogramas-metros por segundo	<b>kg.m/s</b>	Momento linear de um corpo de massa igual a 1 quilograma que se desloca com velocidade de 1 metro por segundo. (Esta grandeza é também chamada quantidade de movimento linear.)
momento angular	quilograma-metro quadrado por segundo	quilogramas-metros quadrados por segundo	<b>kg.m<sup>2</sup>/s</b>	Momento angular em relação a um eixo, de um corpo que gira em torno desse eixo com velocidade angular uniforme de 1 radiano por segundo, e cujo momento de inércia, em relação ao mesmo eixo, é de um quilograma-metro quadrado. (Esta grandeza é também chamada quantidade de movimento angular.)
trabalho, energia, quantidade de calor	joule	joules	<b>J</b>	Trabalho realizado por uma força constante de 1 newton que desloca seu ponto de aplicação de 1 metro na sua direção.
potência, fluxo de energia	watt	watts	<b>W</b>	Potência desenvolvida quando se realiza, de maneira contínua e uniforme, o trabalho de 1 joule em 1 segundo.
Grandeza	Nome	Plural	Símbolo	Definição

corrente elétrica	ampère	ampères	<b>A</b>	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 $2 \times 10^{-7}$ newton, por metro de comprimento desses condutores. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 9ª CGPM - 1948.) O ampère é também unidade de força magnetomotriz; nesse caso, se houver possibilidade de confusão, poderá ser chamado de ampère-espira, porém sem alterar o símbolo A.
carga elétrica (quantidade de eletricidade)	coulomb	coulombs	<b>C</b>	Carga elétrica que atravessa em 1 segundo, uma seção transversal de um condutor percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère.
tensão elétrica, diferença de potencial, força eletromotriz	volt	volts	<b>V</b>	Tensão elétrica entre os terminais de um elemento passivo de circuito, que dissipa a potência de 1 watt quando percorrido por uma corrente invariável de 1 ampère.
temperatura termodinâmica	kelvin	kelvins	<b>K</b>	Fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 13ª CGPM -1967). Kelvin e grau Celsius são ainda unidades de intervalo de temperaturas. $t (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273,15$
temperatura Celsius	grau Celsius	graus Celsius	<b>°C</b>	Intervalo de temperatura unitário igual a 1 kelvin, numa escala de temperaturas em que o ponto 0 coincide com 273,15 kelvins. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 13ª CGPM - 1967). Kelvin e grau Celsius são ainda unidades de intervalo de temperaturas. $t (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273,15$
capacidade térmica	joule por kelvin	joules por kelvin	<b>J/K</b>	Capacidade térmica de um sistema homogêneo e isotrópico, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona 1 joule de quantidade de calor.
calor específico	joule por quilograma e por kelvin	joules por quilograma e por kelvin	<b>J/(kg.K)</b>	Calor específico de uma substância cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona 1 joule de quantidade de calor por quilograma de sua massa.
condutividade térmica	watt por metro e por kelvin	watts por metro e por kelvin	<b>W/(m.K)</b>	Condutividade térmica de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um gradiente de temperatura uniforme de 1 kelvin por metro, quando existe um fluxo de calor constante com densidade de 1 watt por metro quadrado.
intensidade luminosa	candela	candelas	<b>cd</b>	Intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência $540 \times 10^{12}$ hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por esterradiano. ( <b>Unidade de Base</b> ratificada pela 16ª CGPM - 1979).
número de onda	1 por metro	1 por metro	<b>m<sup>-1</sup></b>	Número de onda de uma radiação monocromática cujo comprimento de onda é igual a 1 metro.

## Outras unidades

Nome	Plural	Símbolo	Valor em SI	Observação
angstrom	angstroms	<b>Å</b>	$10^{-10}\text{m}$	n/t
atmosfera*	atmosferas	<b>atm</b>	101 325 Pa	n/t
bar	bars	<b>bar</b>	$10^5\text{Pa}$	n/t
milímetro de mercúrio*	milímetros de mercúrio	<b>mmHg</b>	133,322 Pa aproximadamente	n/t
bam	bams	<b>b</b>	$10^{-28}\text{m}^2$	n/t
caloria*	calorias	<b>cal</b>	4,1868 J	Este valor é o que foi adotado pela 5ª Conferência Internacional sobre as Propriedades do Vapor, Londres, 1956.
quilograma-força*	quilogramas-força	<b>kgf</b>	9,806 65 N	n/t