



## Sistema Internacional de Unidades

João Carlos de Andrade \*

Rogério Custodio

dandrade@iqm.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química

### Informações do Artigo

#### *Histórico do Artigo*

Criado em Outubro de 1996  
Atualizado em Março de 2000

#### *Palavras-Chaves*

Comprimento  
Massa  
Tempo  
Corrente elétrica  
Temperatura termodinâmica  
Quantidade de matéria  
Intensidade luminosa  
Unidades  
SI

### Resumo

O Sistema Internacional de Unidades [SI] está fundamentado em sete unidades de base (comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de matéria e intensidade luminosa) que, por convenção, são tidas como dimensionalmente independentes. Todas as outras são unidades derivadas, formadas coerentemente por multiplicação ou divisão entre si, sem fatores numéricos.

Chemkeys. Licenciado sob Creative Commons (BY-NC-SA)

### Histórico

O sistema decimal de unidades foi concebido no século XVI, quando era grande a confusão das unidades de pesos e medidas. A partir de 1790, a Assembléia Nacional Francesa solicitou que a Academia Francesa de Ciências desenvolvesse um sistema de unidades que fosse adequado para uso internacional. Este sistema, baseado no metro como unidade de comprimento e no grama como unidade de massa, foi adotado inicialmente como medidas práticas no comércio e na indústria, sendo posteriormente também adotado nos meios técnicos e científicos.

A padronização em nível internacional começou em 1870, resultado da Convenção Internacional do Metro,

da qual o Brasil foi um dos signatários em maio de 1875, e que foi ratificada em 1921. Esta Convenção estabeleceu a Agência Internacional para Pesos e Medidas (BIPM - Bureau International des Poids et Mesures) e constituiu também a Conferência Geral em Pesos e Medidas (CGPM - Conférence Générale de Poids et Mesures), para tratar de todos os assuntos relativos ao sistema métrico. O BIPM, cuja tarefa principal é a unificação das medidas físicas, opera sob a supervisão do Comitê Internacional para Pesos e Medidas (CIPM - Comité International des Poids et Mesures) e sob a autoridade da CGPM.

As atividades do BIPM, que no início eram restritas apenas às medidas de comprimento e de massa e a

\* Autor para contato

estudos metrológicos relativos a estas quantidades, foram estendidas a padrões de medidas de eletricidade (1927), fotometria (1937), radiações ionizantes (1960) e de escalas de tempo (1988). Devido a abrangência das atividades do BIPM, o CIPM criou, a partir de 1927, os Comitês Consultivos de Unidades (CCU - Comité Consultatif des Unités) para assessorar na elaboração dos documentos a serem levados à aprovação, assegurando uniformidade mundial para as unidades de medidas.

Em 1948, a 9a. CGPM, por sua Resolução n. 6, encarregou o CIPM de "... estudar o estabelecimento de uma regulamentação completa das unidades de medidas e "emitir recomendações pertinentes ao estabelecimento de um guia prático de unidades de medidas, para ser adotado por todos os países signatários da Convenção do Metro". A mesma Conferência Geral adotou também a Resolução n. 7, que fixou princípios gerais para os símbolos das unidades e forneceu uma lista de nomes especiais de unidades. A 10a. CGPM, em 1954, decidiu adotar como base deste "*sistema prático de unidades*", as unidades das grandezas de comprimento, massa, tempo, intensidade de corrente elétrica, temperatura termodinâmica e intensidade luminosa. A 11a. CGPM, em 1960, através de sua Resolução n. 12, adotou finalmente o nome **SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES**, com abreviação internacional **SI** para o sistema prático de unidades, e instituiu regras para os prefixos, para as unidades derivadas e as unidades suplementares, além de outras indicações, estabelecendo uma regulamentação para as unidades de medidas. A definição de Quantidade de Matéria (mol) foi introduzida posteriormente em 1969 e adotada pela 14a. CGPM, em 1971.

## Pesos e medidas no Brasil

Até 1862 o Brasil utilizava as unidades e medidas de Portugal (ex: vara, braça (extensão), quintal (massa), etc), mas estas medidas nunca foram rigorosamente cumpridas. Em 1862 o Sistema Métrico francês foi adotado em todo o Império, mas somente em 1872 foi aprovado o Regulamento do Sistema adotado. Em 1875 o Brasil fez-se representar na Conferência Internacional do Metro, mas como este Ato não foi retificado no Brasil, logo a partir da I CGPM (1889), deixamos de manter ligações com esta Entidade. Somente em outubro de 1921, o Brasil aderiu novamente à Convenção do Metro, iniciando em 1935 a elaboração de um projeto de regulamentação do seu sistema de medidas. Com o advento do Estado Novo,

foi somente a partir de 1938 que foram fixadas as bases para a adoção definitiva do sistema de pesos e medidas, o que culminou em 1953 com a adesão do Brasil à CGPM. Em 1960, o Brasil participou da 11a. CGPM, que criou o Sistema Internacional de Unidades. Em consequência destes fatos, foi criado em 1961 o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), hoje designado como Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO), ao qual cabe a responsabilidade de manter atualizado o quadro geral de unidades e resolver as dúvidas que possam surgir da sua aplicação ou interpretação.

## Unidades e símbolos SI

- Unidades de Base ou Fundamentais.
- Unidades Suplementares.
- Unidades Derivadas.
- Unidades de uso permitido com as do Sistema Internacional.
- Unidades usadas com o Sistema Internacional, cujos valores em SI são obtidos experimentalmente.
- Unidades em uso temporário com o Sistema Internacional.

### Unidades de Base ou Fundamentais

São sete unidades bem definidas que, por convenção, são tidas como dimensionalmente independentes:

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

- **metro (m)**  
É o caminho percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de um segundo.  
[17a. CGPM (1983)].
- **quilograma (kg)**  
É igual à massa do protótipo internacional, feito

São sete unidades bem definidas que, por convenção, são tidas como dimensionalmente independentes:

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

- **metro (m)**

É o caminho percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de  $1/299\,792\,458$  de um segundo.

[17a. CGPM (1983)].

- **quilograma (kg)**

É igual à massa do protótipo internacional, feito com uma liga platina - irídio, dentro dos padrões de precisão e confiabilidade que a ciência permite.

[ 1a. CGPM (1889) ; ratificada na 3a. CGPM (1901)]

- **segundo (s)**

É a duração de  $9\,192\,631\,770$  períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do átomo de césio-133, no estado fundamental

[13a. CGPM (1967)]

- **ampère (A)**

É uma corrente constante que, se mantida em dois condutores retilíneos e paralelos, de comprimento infinito e secção transversal desprezível, colocados a um metro um do outro no vácuo, produziria entre estes dois condutores uma força igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton, por metro de comprimento.

[9a. CGPM (1948)]

- **kelvin (K)**

É a fração  $1/273,16$  da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água.

[13a. CGPM (1967)]

- **mol (mol)**

É a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos forem os átomos contidos em  $0,012$  quilograma de carbono 12.

[14a. CGPM (1971)]

Comentários:

- O nome desta quantidade vem do francês “quantité de matière”, derivado do latim “quantitas materiae”, que antigamente era usado para designar a quantidade agora denominada de “massa”. Em inglês usa-se o termo “amount of substance”. Em português consta no Dicionário como “quantidade de substância”, mas pode-se admitir o uso do termo “quantidade de matéria”, até uma definição mais precisa sobre o assunto.
- Quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons ou outras partículas ou agrupamentos de tais partículas.

- **candela (cd)**

É a intensidade luminosa, em uma determinada direção, de uma fonte que emite radiação monocromática de frequência  $540 \times 10^{12}$  hertz e que tem uma intensidade radiante naquela direção de  $1/683$  watt por esteradiano.

[16a. CGPM (1979)]

### Unidades Suplementares

São apenas duas as unidades suplementares: o radiano, unidade de ângulo plano e o esteradiano, unidade de ângulo sólido [11a. CGPM (1960)]. Considerando que o ângulo plano é geralmente expresso como a razão entre dois comprimentos e o ângulo sólido como a razão entre uma área e o quadrado de um comprimento e com o intuito de manter a coerência do Sistema Internacional baseado apenas em sete unidades de base, o CIPM especificou em 1980 que, no Sistema Internacional, as unidades suplementares deveriam ser consideradas unidades derivadas adimensionais.

Grandeza	Unidade	Símbolo	Expressão (*)
ângulo plano	radiano	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
ângulo sólido	esteradiano	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$

(\*) Expressão em termos das unidades de base

### Unidades Derivadas

São formadas pela combinação de unidades de base, unidades suplementares ou outras unidades derivadas, de acordo com as relações algébricas que relacionam as quantidades correspondentes. Os símbolos para as unidades derivadas são obtidos por meio dos sinais matemáticos de multiplicação e divisão e o uso de expoentes. Algumas

unidades SI derivadas têm nomes e símbolos especiais.

### *Algumas unidades SI derivadas simples em termos das unidades de base*

Grandeza	Unidade	Símbolo
área	metro quadrado	m <sup>2</sup>
volume	metro cúbico	m <sup>3</sup>
velocidade	metro por segundo	m / s
aceleração	metro por segundo ao quadrado	m / s <sup>2</sup>
número de onda	metro recíproco	m <sup>-1</sup>
densidade	quilograma por metro cúbico	kg / m <sup>3</sup>
volume específico	metro cúbico por quilograma	m <sup>3</sup> / kg
concentração	mol por metro cúbico	mol / m <sup>3</sup>

### *Unidades SI derivadas com nomes especiais*

Grandeza	Unidade	Símbolo	Expressão (*)
frequência	hertz	Hz	s <sup>-1</sup>
força	newton	newton	kg m / s <sup>2</sup>
pressão, tensão	pascal	pascal	N / m <sup>2</sup>
energia, trabalho	joule	J	N m
potência, fluxo radiante	watt	W	J / s
quantidade de eletricidade	coulomb	C	A s
potencial elétrico	volt	V	W / A
capacitância elétrica	farad	F	C / V
resistência elétrica	ohm	Ω	V / A
condutância elétrica	siemens	S	A / V
fluxo magnético	weber	Wb	V s
densidade de fluxo magnético	tesla	T	Wb / m <sup>2</sup>
indutância	henry	H	Wb / A
temperatura Celsius	grau Celsius	°C	K
fluxo luminoso	lumen	lm	cd sr
iluminância	lux	lx	lm / m <sup>2</sup>
atividade (de radionuclídeo)	becquerel	Bq	s <sup>-1</sup>
dose absorvida	gray	Gy	J / kg
dose equivalente	sievert	Sv	J / kg

### *Algumas outras unidades SI derivadas*

Grandeza	Unidade	Expressão (*)
aceleração angular	radiano por segundo quadrado	rad / s <sup>2</sup>
velocidade angular	radiano por segundo	rad / s
densidade de corrente	ampère por metro quadrado	A / m <sup>2</sup>
densidade de carga elétrica	coulomb por metro quadrado	C / m <sup>2</sup>
força do campo elétrico	volt por metro	V / m
densidade de energia	joule por metro cúbico	J / m <sup>3</sup>
entropia	joule por kelvin	J / K
força do campo magnético	ampère por metro	A / m
energia molar	joule por mol	J / mol
entropia molar	joule por mol kelvin	J / (mol K)
densidade de potência	watt por metro quadrado	W / m <sup>2</sup>
radiância	watt por metro quadrado esteradiano	W / (m <sup>2</sup> sr)
potência radiante	watt por esteradiano	W / sr
energia específica	joule por quilograma	J / kg
entropia específica	joule por quilograma kelvin	J / (kg K)
tensão superficial	newton por metro	N / m
condutividade térmica	watt por metro kelvin	W / (m K)

### **Unidades de uso permitido com as do Sistema Internacional**

Em 1969 o CIPM permitiu o uso de algumas unidades importantes amplamente empregadas. A combinação destas unidades com as do Sistema Internacional resultaram em unidades compostas cujo uso deve ser restrito a casos especiais, de modo a não comprometer as vantagens de coerência das unidades SI.

### *Unidades de uso permitido com as do SI*

Grandeza	Unidade	Símbolo	Conversão
tempo	minuto	min	1min = 60s
	hora	h	1h = 60min = 3600s
	dia	d	1d = 24h = 86400s
volume	litro <sup>(a)</sup>	l, L	1L = 1dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
massa	tonelada <sup>(b)</sup>	t	1t = 10 <sup>3</sup> kg

(a) Esta unidade e seu símbolo, l, foram adotados pelo CIPM em 1879. O símbolo alternativo, L, foi adotado pela 16a. CGPM em 1979, de modo a evitar o risco de confusão entre a letra l e o número 1.

(b) Em países de língua inglesa esta unidade é chamada de “tonelada métrica”.

## Unidades Obtidas Experimentalmente em uso com o SI

Unidade	Símbolo	Conversão
Elétronvolt <sup>(a)</sup>	eV	$1\text{eV} = 1,602\ 177\ 33(49) \times 10^{-19}\text{J}$
unidade unificada de massa atômica <sup>(b)</sup>	u	$1\text{u} = 1,660\ 540\ 2(10) \times 10^{-27}\text{kg}$

(a) O elétronvolt é a energia cinética adquirida por um elétron ao passar através de um potencial de 1 volt, no vácuo.

(b) A unidade unificada de massa atômica é igual a (1/12) da massa de um átomo do nuclídeo <sup>12</sup>C.

## Unidades em uso temporário com o Sistema Internacional

Levando em conta a prática em certos campos de trabalho ou países, o CIPM (1978) considerou aceitável que estas unidades continuassem a ser usadas juntamente com as unidades do SI, até que o seu uso fosse considerado desnecessário. Apesar disto, o uso destas unidades não deve ser incentivado.

### Algumas unidades em uso temporário

Grandeza	Unidade	Símbolo	Conversão
energia	quilowattthora	kWh	$1\text{ kWh} = 3,6\text{ MJ}$
área	hectare	ha	$1\text{ha} = 1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$
secção de choque	barn	b	$1\text{b} = 10^{-28}\text{m}^2 = 100\text{ fm}^2$
pressão	bar	bar	$1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$
radioatividade	curie	Ci	$1\text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}\text{ Bq}$
exposição (radiação)	roentgen	R	$1\text{R} = 2,58 \times 10^{-4}\text{ C/kg}$
dose absorvida	rad	rd	$1\text{ rd} = 0,01\text{ Gv}$
dose equivalente	rem	rem	$1\text{ rem} = 0,01\text{Sv} = 10\text{ mSv}$

## Prefixos

Os nomes dos múltiplos e sub-múltiplos das unidades do Sistema Internacional são formados pelos prefixos tabelados abaixo.

### Prefixos utilizados com as unidades do Sistema Internacional

Fator	Prefixo	Símbolo
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{24}$	yotta	Y
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{21}$	zetta	Z
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{18}$	exa	E
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{15}$	peta	P
$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	tera	T
$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	giga	G
$1\ 000\ 000 = 10^6$	mega	M
$1\ 000 = 10^3$	quilo	k
$100 = 10^2$	hecto	h
$10 = 10^1$	deca	da
$0,1 = 10^{-1}$	deci	d
$0,01 = 10^{-2}$	centi	c
$0,001 = 10^{-3}$	mili	m
$0,000\ 001 = 10^{-6}$	micro	μ
$0,000\ 000\ 001 = 10^{-9}$	nano	n
$0,000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$	pico	p
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-15}$	femto	f
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-18}$	atto	a
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-21}$	zepto	z
$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-24}$	yocto	y

## Convenções e estilos

Os princípios gerais relativos à escrita de símbolos das unidades foram adotadas pela 9a. CGPM, em 1948 (Resolução n. 7). Alguns comentários são apresentados a seguir.

- Os símbolos usados para discriminar quantidades físicas devem ser apresentados em itálico, mas os símbolos das unidades são digitados em romano [ex:  $F = 23\text{ N}$ ].
- As abreviaturas das unidades derivadas de nomes próprios devem ser escritas com a primeira letra

- em maiúsculo, enquanto que as outras devem ser apresentadas em minúsculo [ex: newton, N; pascal, Pa, metro, m], exceto o litro, que pode ser escrito em minúsculo ou maiúsculo (l ou L).
- O símbolo da unidade é geralmente descrito pela primeira letra do nome da unidade [ex: grama, g e não gm; segundo, s e não seg ou sec], com algumas exceções [ex: mol, cd e Hz]. Também, o símbolo da unidade não deve ser seguido por um ponto e o seu plural não é seguido de “s” [ex: 3 kg e não 3 kg. ou 3 kgs].
  - A palavra “grau” e seu símbolo “°” devem ser omitidos da unidade de temperatura termodinâmica, T [isto é, usa-se apenas kelvin ou K e não Kelvin ou °K], mas são retidos quando se quer designar temperatura Celsius, t [ex: graus Celsius ou °C].
  - Os símbolos dos prefixos que representam grandezas maiores ou iguais a  $10^6$  são escritos em maiúsculo, enquanto que todos os outros são escritos em minúsculo [ex: mega, M; hecto, h].
  - Um prefixo nunca deve ser usado sozinho [ex:  $10^6/m^3$ , mas não  $M/m^3$ ].
  - Não deve ser colocado espaço entre o prefixo e a unidade e prefixos compostos devem ser evitados [ex: 1 pF, e não 1 p F ou  $1 \mu\mu F$ ; 1 nm, e não  $1m\mu m$ ].
  - O agrupamento formado pelo símbolo do prefixo ligado ao símbolo da unidade constitui-se em um novo e inseparável símbolo, de modo que pode ser elevado a potências positivas ou negativas e ser combinado com outros símbolos de unidades para formar símbolos de unidades compostas. Desta forma, um expoente se aplica à unidade como um todo, incluindo o seu prefixo [ex:  $1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ ;  $1 \text{ cm}^{-1} = (10^{-2} \text{ m})^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$ ;  $1 \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$ ;  $1 \text{ V/cm} = (1 \text{ V})/(10^{-2}\text{m}) = 10^2 \text{ V/m}$ ].
  - Quando um múltiplo ou submúltiplo de uma unidade é escrito por completo, o prefixo deve ser também escrito por completo, começando com letra minúscula [ex: megahertz, e não Megahertz ou Mhertz].
  - O quilograma é a única unidade de base cujo nome, por razões históricas, contém um prefixo. Seus múltiplos e submúltiplos são formados adicionando-se os prefixos à palavra “grama” [ex:  $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg} = 1 \text{ miligrama}$  e não 1 microquilograma ou  $1\mu\text{kg}$ ].
  - A multiplicação de unidades deve ser indicada inserindo-se um ponto “elevado”, ou deixando-se um espaço entre as unidades [ex:  $\text{N} \cdot \text{m}$  ou N m].
  - A divisão pode ser indicada tanto pelo uso de uma barra inclinada, de uma barra de fração horizontal ou por um expoente negativo [ex: m/s, ou  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , ou  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ], mas o uso repetido da barra inclinada não é permitido [ex:  $\text{m/s}^2$ , mas não m/s/s;  $\text{m kg}/(\text{s}^3 \text{ A})$ , mas não  $\text{m kg}/\text{s}^3/\text{A}$ ]. Para se evitar má interpretação, quando mais de uma unidade aparece no denominador, deve-se utilizar parêntesis ou expoentes negativos [ex:  $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$  ou  $\text{WmK}^{-4}$ ].
  - Os nomes das unidades não devem ser misturados com os símbolos das operações matemáticas [ex: pode-se escrever “metro por segundo”, mas não metro/segundo ou metro segundo-1].
  - Quando o produto de duas unidades é escrito por extenso, recomenda-se o uso de espaço entre elas, mas nunca o uso do ponto. É tolerável o emprego de hífen nestes casos [ex: deve-se escrever newton metro ou newton-metro, mas não newton metro].
  - Números com mais de quatro dígitos devem ser separados por um espaço a cada grupo de três dígitos. Nunca utilizar pontos ou vírgulas nas separações, para evitar confusões com as marcações de decimais [ex: 299 792 458, mas não 299.792.458 ou 299, 792, 458]. Esta convenção é também aplicada à direita do marcador de decimais [ex: 22,989 8].
  - O valor numérico e o símbolo da unidade devem ser separados por um espaço, mesmo quando usados como um adjetivo [ex: 35 mm, mas não 35 mm ou 35-mm].
  - Deve-se colocar um zero antes do marcador de frações decimais [ex: 0,3 J ou 0.3 J ao invés de, 3 J ou .3 J].
  - Sempre que possível, o prefixo de uma unidade deve ser escolhido dentro de um intervalo adequado, geralmente entre 0,1 e 1000 [ex: 250 kN; 0,6 mA].
  - Em 1969 o CIPM permitiu o uso de algumas unidades importantes amplamente empregadas [ex: unidade de volume para líquidos ou gases: (l ou L), onde  $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$ ]. A combinação destas unidades com as do Sistema Internacional resultaram em unidades compostas, cujo uso deve ser restrito a casos especiais [ex: concentração: mol/L].

## Constantes

### Valores de algumas constantes fundamentais

Quantidade	Símbolo	Valor	Unidade
Constante de Rydberg	$R_\infty$	$1,0\ 973\ 731\ 534(13)\times 10^7$	$\text{m}^{-1}$
Raio de Bohr	$a_0$	$0,529177\ 249(24)\times 10^{-10}$	m
Carga Específica do Elétron	$-e/m_e$	$-1,758\ 819\ 62(53)\times 10^{11}$	$\text{C kg}^{-1}$
Massa do Elétron em Repouso	$m_e$	$9,109\ 389\ 7(54)\times 10^{-31}$	kg
Massa Molar do Elétron	$M_{(e)}$	$5,485\ 799\ 03(13)\times 10^{-7}$	$\text{kg mol}^{-1}$
Massa do Próton em Repouso	$m_p$	$1,672\ 623\ 1(10)\times 10^{-27}$	kg
Massa Molar do Próton	$M_{(p)}$	$1,007\ 276\ 470(12)\times 10^{-3}$	$\text{kg mol}^{-1}$
Massa do Neutron em Repouso	$m_n$	$1,674\ 928\ 6(10)\times 10^{-27}$	kg
Massa Molar do Neutron	$M_n$	$1,008\ 664\ 904(14)\times 10^{-3}$	$\text{kg mol}^{-1}$
Constante de Avogadro	$N_A$	$6,022\ 136\ 7(36)\times 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
Const. de Massa Atômica [ $m(\text{C}^{12})/12$ ]	$m_u$	$1,660\ 540\ 2(10)\times 10^{-27}$	kg
Constante de Faraday	$F$	$9,648\ 530\ 9(29)\times 10^4$	$\text{C mol}^{-1}$
Constante de Plank Molar	$N_A h$	$3,990\ 313\ 23(36)\times 10^{-10}$	$\text{J s mol}^{-1}$
Constante dos Gases Molar	$R$	$8,314\ 510(70)$	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Constante de Boltzmann [R/NA]	$k$	$1,380\ 658(12)\times 10^{-23}$	$\text{J K}^{-1}$
Volume Molar (gases ideais)	$V_m$	$2,241\ 410(19)\times 10^4$	$\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	$c$	$2,997\ 924\ 58\times 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
Aceleração da gravidade	$g$	$9,806\ 65$	$\text{m s}^{-2}$

OBS: Estes valores foram publicados pelo *Committee on Data for Science and Technology* (CODATA) em 1986 e referem-se a dados derivados de ajustes por mínimos quadrados envolvendo mais de 200 medidas. Os dígitos entre parêntesis indicam a incerteza do desvio padrão nos últimos dígitos do valor citado.

## Unidades em desuso

Muitas unidades, de uso comum antigamente, já não são mais usadas e devem ser evitadas. Dentre elas temos as unidades do sistema CGS (cujas unidades de base eram centímetro, grama e segundo), tais como: erg, poise, dina, gauss, oersted, maxwell, etc., além de outras.

micron ( $\mu$ )	$1\ \mu = 1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$
gama (densidade de fluxo magnético)	$1\ \gamma = 1\ \text{nT} = 10^{-9}\ \text{T}$
$\gamma$ (massa)	$1\ \gamma = 1\ \mu\text{g}$
$\gamma$ (volume)	$1\ \gamma = 1\ \mu\text{L} = 10^{-6}\ \text{L} = 10^{-9}\ \text{m}^3$

## Algumas unidades desaprovadas pelo SI

Unidade	Conversão
fermi	$1\ \text{fermi} = 1\ \text{fm} = 10^{-15}\ \text{m}$
torr	$1\ \text{torr} = (101\ 325/760)\ \text{Pa}$
atmosfera padrão (atm)	$1\ \text{atm} = 101\ 325\ \text{Pa}$
quilograma - força (kgf)	$1\ \text{kgf} = 9,806\ 65\ \text{N}$
caloria (cal)	$4,186\ 8\ \text{J}$

## Vantagens do SI

São basicamente quatro as vantagens obtidas no uso do Sistema Internacional de Unidades:

- **Unicidade:** existe uma e apenas uma unidade para cada quantidade física [ex: o metro para comprimento, o quilograma para massa, o segundo para tempo, e assim por diante]. É a partir destas unidades,

chamadas fundamentais, que todas as outras são derivadas.

- **Uniformidade:** elimina confusões desnecessárias no uso dos símbolos.
- **Relação decimal entre múltiplos e sub-múltiplos:** a base 10 é conveniente para o manuseio da unidade de cada quantidade física e o uso de prefixos facilita a comunicação oral e escrita.
- **Coerência:** evita interpretações errôneas.

**OS ARGUMENTOS MAIS FORTES A FAVOR DO USO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SÃO UNIFORMIDADE E COERÊNCIA, EVITANDO O RISCO DE CONFUSÃO E AMBIGÜIDADE.**

**O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES É O SISTEMA OFICIAL NO BRASIL.**

## Referências

---

1. “The International System of Units”, NIST Special Publication 330, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, p. 1-55, 1991.
2. “Standard for Use of the International System of Units (SI) - The Modern Metric System”, IEEE/ASTM SI 10-1997, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc e American Society for Testing and Materials, p. 1-65, 1997.
3. **Cohen, E.R.; Taylor, B.N.**, “The Fundamental Physical Constants”, Physics Today - 10th Annual Buyers’ Guide, Part 2, 1993: 9-13.
4. **Nelson, R.A.**, “Guide for Metric Practice”, Physics Today - 10th Annual Physics Today Buyers’ Guide, Part 2, 1993: 15-16.
5. **Cantarella, H.; de Andrade, J.C.**, “O Sistema Internacional de Unidades e a Ciência do Solo”, Bol. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo, 1992, 17: 91-102
6. **Rocha Filho, R.C.; Silva, R.R.**, “Sobre o Uso Correto de Certas Grandezas em Química”, Quím. Nova, 1991, 14: 300-305.