

# Uma introdução às Regras de escrita das Unidades de medida e Grandezas segundo o SI

Olivier Pellegrino, Sílvia Gentil

Instituto Português da Qualidade  
opellegrino@ipq.pt, sgentil@ipq.pt

## Resumo

Este texto efetua uma breve apresentação do sistema de unidades de medida legais em Portugal, o Sistema Internacional de unidades (SI), bem como as regras de escrita de unidades de medida, grandezas de medição e valores de grandeza. Tendo como base a legislação nacional, a 9.<sup>a</sup> edição do Sistema Internacional de unidades (publicada pelo *Bureau International de Pesos e Medidas*, aquando da adoção do novo SI) e documentos normativos internacionais, europeus e nacionais, este documento pretende assim dar um panorama atualizado sobre as regras de escrita das unidades de medida e grandezas de medição, em Portugal.

## A. INTRODUÇÃO

Com a entrada em vigor do novo Sistema Internacional de Unidades (SI), a 20 de maio de 2019, o *Bureau International de Pesos e Medidas* (BIPM) publicou a 9.<sup>a</sup> edição da brochura intitulada *Le Système international d'unités* (SI) [1], designada neste texto por "Brochura sobre o SI", que reúne as decisões e recomendações respeitantes no intuito de definir e apresentar o SI, cujo 5.<sup>o</sup> capítulo é dedicado às regras de escrita dos nomes e símbolos das unidades de medida [2] e expressão dos valores das grandezas [3]. Com efeito, trata de convenções para uma leitura e escrita compreensível, coerente e de fácil utilização que possibilitam a troca de informações e matérias nos domínios técnico-científico, económicos e comerciais. Embora definido a partir de constantes fundamentais, e já não apenas a partir de unidades de base e unidades derivadas definidas como produtos dessas unidades de base, o novo SI mantém esse papel para as unidades de base, assim como mantém as regras de escrita das unidades, grandezas e expressão dos resultados de medição.

Na primeira parte deste texto, é efetuada uma sucinta introdução ao BIPM, organização intergovernamental através da qual os Estados-Membros atuam em conjunto sobre as questões relacionadas com a ciência da medição e os padrões de medição e que tem estabelecido as regras de escrita sobre as unidades de medida e as grandezas, regras estas que servem de base à legislação europeia e nacional.

A segunda parte apresenta a estrutura do Decreto-Lei 128/2010 de 3 de dezembro [4], que é a referência legal, em vigor, sobre as unidades de medida em Portugal, permitindo ter um enquadramento das unidades de medida e a utilização das mesmas. É assim mostrado, numa terceira parte, o conteúdo do SI, baseado sobre as unidades de base, as unidades derivadas, os respetivos múltiplos e submúltiplos decimais, bem como as respetivas regras de escrita. São também incluídas as unidades não SI de utilização autorizadas.

As regras de escrita das unidades de medida, das grandezas e dos resultados de medição, a partir dos textos legais nacionais, de recomendações nacionais [5], [6] e internacionais, por exemplo do Instituto Nacional de Metrologia dos Estados Unidos de América, o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) [7] ou, nas normas internacionais ISO 80000-1 *Quantities and Units – Part 1: General* [8] e ISO 80000-2 *Quantities and Units – Part 1: Mathematics* [9], são apresentadas, na quarta e última parte, constituindo o principal objetivo deste texto.

### 1. O que é o BIPM?

De acordo com respetivo sítio *internet*, [www.bipm.org](http://www.bipm.org), o BIPM é uma organização intergovernamental, criada pela Convenção do Metro, assinada em Paris a 20 de maio de 1875, por representantes de dezassete Estados, entre os quais Portugal. Os respetivos edifícios encontram-se no domínio do Pavilhão de Breteuil (fig. 1), no Parque de Saint-Cloud, próximo de Paris, cujas despesas da manutenção são asseguradas pelos Estados-Membros da Convenção do Metro, sendo à data de 20 de maio de 2019, cinquenta e nove.



Figura 1 - Entrada do BIPM, no Pavilhão de Breteuil, França

A missão do BIPM é garantir a unificação das medidas e os respetivos objetivos são:

- representar a comunidade metrológica internacional a fim de aumentar o reconhecimento e o impacto da mesma;
- ser um centro de colaboração científico e técnico entre os Estados-Membros, a fim de desenvolver as aptidões para comparações internacionais de medições;
- coordenar o SI, assegurando comparabilidade e reconhecimento ao nível internacional dos resultados de medição.

Para esses efeitos, o BIPM funciona sob a vigilância exclusiva do Comité Internacional dos Pesos e Medidas (CIPM), ele próprio sob a autoridade da Conferência Geral dos Pesos e Medidas (CGPM), recebendo o relatório dos trabalhos efetuados pelo BIPM. Aproximadamente quarenta e cinco físicos e técnicos trabalham nos laboratórios do BIPM, efetuando investigação científica, comparações internacionais das realizações das unidades de medida e verificações de padrões.

Para ser apoiado nas respetivas tarefas, o CIPM criou, a partir de 1927, órgãos, designados de Comités Consultivos, para domínios científicos específicos, que foram aumentando de acordo com as necessidades. Assim, por ordem cronológica de criação, existem o Comité Consultivo de Eletricidade e Magnetismo (CCEM), o Comité Consultivo de Fotometria e Radiometria (CCPR), o Comité Consultivo de Termometria (CCT), o Comité Consultivo dos Comprimentos (CCL), o Comité Consultivo do Tempo e das Frequências (CCTF), o Comité Consultivo das Radiações Ionizantes (CCRI), o Comité Consultivo das Unidades (CCU), o Comité Consultivo para a Massa e as grandezas aparentadas (CCM), o Comité Consultivo para a Quantidade de Matéria: metrologia em química e biologia (CCQM) e o Comité Consultivo da Acústica, dos Ultrassons e das Vibrações (CCUV).

Desde 1965, a revista internacional *Metrologia*, editada sob os auspícios do CIPM publica, pela *IOP Publishing* a partir de 2003, artigos sobre a metrologia científica, o desenvolvimento dos métodos de medição assim como os trabalhos sobre os padrões e as unidades de medida. Os trabalhos da CGPM e do CIPM são publicados pelo BIPM em *Comptes rendus des séances de la Conférence générale des poids et mesures* e em *Procès-verbaux des séances du Comité international des poids et mesures*, desde 2003, no sítio internet do BIPM. São ainda

publicadas monografias sobre assuntos específicos de metrologia científica [10] e edições regularmente atualizadas da Brochura sobre o SI.

## 2. O SI, língua da ciência

O SI foi formalmente definido e estabelecido na 11.<sup>a</sup> reunião da CGPM [11], em 1960, tendo sido revisto por diversas vezes, dando resposta às necessidades e aos requisitos dos utilizadores e dos avanços da ciência e da tecnologia.

O SI é um sistema coerente de unidades de medida utilizado quer seja no comércio, na produção industrial, na saúde, na segurança, na proteção do meio ambiente ou nas ciências fundamentais. As definições das unidades do SI, que são adotadas pela CGPM, representam o nível de referência mais alto em matéria de rastreabilidade de medição ao SI.

A 9.<sup>a</sup> edição da Brochura sobre o SI [1] (fig. 2) foi preparada no seguimento da adoção do conjunto de mudanças profundas ocorrida na 26.<sup>a</sup> reunião da CGPM, em novembro de 2018, que passou a definir as sete unidades de base do SI, fixando o valor numérico de sete “constantes de definição do SI”, entre as quais se encontram as constantes fundamentais da Natureza, como a constante de Planck e a velocidade da luz (de valor numérico já fixado em 1983 [1]). Com o novo SI, a totalidade das unidades pode ser realizada a um nível de exatidão limitado apenas pela estrutura quântica da Natureza e pelas aptidões técnicas, e já não pelas definições das unidades. Qualquer lei válida da Física permitindo uma ligação entre as constantes de definição do SI e uma unidade pode ser utilizada para a realização da unidade em questão. Após a adoção em novembro de 2018, as novas definições entraram em vigor a 20 de maio de 2019, o dia de aniversário da Convenção do Metro e celebrado como Dia Mundial da Metrologia.

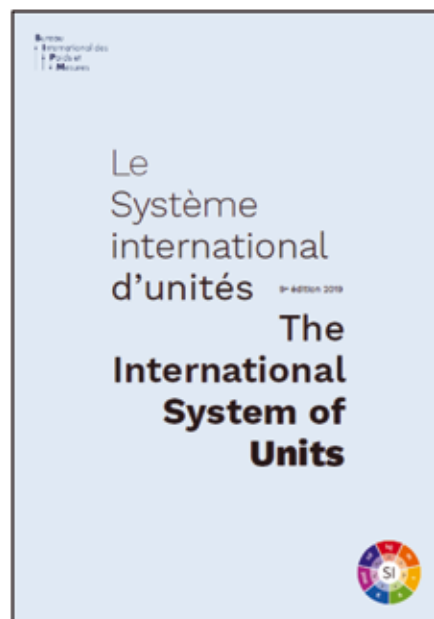


Figura 2 - Capa da 9.<sup>a</sup> edição da Brochura sobre o SI [1]



Figura 3 - Capa da 1.ª edição luso-brasileira do Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) [12]

Além do BIPM, com os respectivos meios de divulgação e publicação mencionados, as organizações de normalização internacionais, europeias e nacionais dão informações suplementares sobre as grandezas e unidades, assim como sobre as respectivas regras de aplicação. Quando as unidades do SI são mencionadas nos documentos normativos, a sua escrita deve refletir as regras definidas por estas organizações. As normas internacionais ISO 80000-1 e ISO 80000-2 são elaboradas pela Organização Internacional de Normalização (ISO) e apresentam informação de referência no domínio das grandezas e unidades.

Os Estados fixam por via legislativa as regras referentes à utilização das unidades no âmbito nacional, quer para a sua utilização geral, quer para alguns domínios particulares como o comércio, a saúde, a segurança pública ou o ensino. A Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML), criada a 12 de outubro de 1955, tem como missão a harmonização internacional das especificações técnicas dessas legislações.

O Instituto Português da Qualidade, IP (IPQ) representa Portugal no BIPM e na OIML. O IPQ é também Organismo Nacional de Normalização, representando Portugal nas organizações internacionais e europeias de normalização, nomeadamente a ISO, a *International Electrotechnical Commission* (IEC), o *European Committee for Standardization* (CEN), o *European Committee for Electrotechnical Standardization* (CENELEC) e o *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI).

Grandes organizações internacionais com atividades na Metrologia constituíram, em janeiro de 1997, um Comité Conjunto de Guias em Metrologia (JCGM -

*Joint Committee for Guides in Metrology*). Essas organizações são o BIPM, a OIML, a ISO, a IEC, a Federação Internacional de Química Clínica e Medicina Laboratorial (IFCC), a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e a União Internacional de Física Pura (IUPAP), às quais, em dezembro de 2005, juntou-se a Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios (ILAC). O trabalho deste comité consiste em elaborar e atualizar o *Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM) [13], os respetivos suplementos, e o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM), cuja 3.ª edição é a mais recente, com uma versão em português luso-brasileiro [12] (fig. 3), fruto de uma colaboração entre o IPQ (fig. 4) e o organismo equivalente do IPQ no Brasil, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

### 3. O SI em Portugal

Embora sendo, desde o início, Estado-Membro da CGPM, Portugal só reconheceu o SI como sistema de unidades de medida legal em todo o território nacional a partir do Decreto-Lei 427/83 de 7 de dezembro.



Figura 4 - O Instituto Português da Qualidade, IP

O Decreto-Lei 128 de 3 de dezembro de 2010 [4], de aqui para a frente neste texto designado por DL128, corresponde à mais recente atualização do quadro legislativo nacional pela transposição da diretiva europeia 2009/3/CEE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de março de 2009. De realçar que, no seguimento da 26.ª reunião da CGPM, essa diretiva europeia foi substituída pela diretiva europeia 2019/1258/CE, da Comissão que apresenta as versões atualizadas das definições das unidades de base. Portugal terá até 13 de maio de 2020 para adotar e publicar a transposição desta diretiva europeia.

### B. O DECRETO-LEI 128/2010 DE 3 DEZEMBRO

O DL128 começa por apresentar um resumo histórico sobre o sistema métrico decimal no mundo e em Portugal, desde a criação do mesmo, durante a Revolução Francesa de 1789, até a assinatura da Convenção do Metro, em 1875, continuando com a criação do SI e relatando os sucessivos textos legislativos ou oficiais nacionais, internacionais e europeus para o reconhecimento e adoção do SI pelos Estados.

O DL128 refere que, em todo o território nacional, o SI é o sistema de unidades de medida legais e, de acordo com o anexo da republicação, este sistema é constituído das unidades de base do SI, das unidades derivadas do SI, dos múltiplos e submúltiplos decimais dessas unidades e unidades

constituídas da combinação das diversas unidades. Esclarece em quais situações a utilização excepcional de unidades de medida não legais é autorizada.

Refere a autorização da utilização de indicações suplementares, i.e. de indicações expressas em unidades outras que as unidades de medida legais, desde que acompanhadas por indicações expressas em unidades de medida legais que prevalecem sobre as indicações suplementares.

No que respeita à “utilização de unidades de medida consideradas não legais”, esclarece que os produtos e equipamentos, ou peças e partes dos mesmos, no mercado ou em serviço em data anterior à entrada em vigor do DL128, sem ser aplicável aos dispositivos indicadores dos instrumentos de medição, podem ser utilizados a título excepcional.

Atribui ao IPQ a competência de aprovar os padrões que realizam as unidades de medida legais e atribui à Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE) a competência para a fiscalização do cumprimento deste Decreto-Lei e para a instrução dos processos de contraordenação.

No Anexo intitulado “Unidades de medida legais”, são apresentadas as unidades de medida legais que formam o SI, bem como as definições das sete unidades de base do SI, incluindo o grau Celsius, as unidades SI derivadas, os múltiplos e submúltiplos decimais do SI, as unidades não SI autorizadas e as regras para a escrita dos nomes e símbolos das unidades SI.

## C. UNIDADES DE MEDIDA LEGAIS

Antes de tudo, vamos lembrar as definições das unidades de medida, das unidades de base, dos sistemas de unidade e do SI, tais como descritas nas edições em vigor do VIM [12] e da Brochura sobre o SI [1].

Uma unidade de medida é “uma grandeza escalar real, definida e adotada por convenção, com a qual qualquer outra grandeza da mesma natureza pode ser comparada para expressar, na forma de um número, a razão entre duas grandezas” [14]. Uma unidade de base é “uma unidade de medida adotada, por convenção, para uma grandeza de base” [15] que, por sua vez, é uma grandeza “não [podendo] ser expressa em função [de] outras” [16]. Assim, uma grandeza derivada é “definida em função das grandezas de base” [17] e uma unidade derivada é “uma unidade de medida de uma grandeza derivada” [18].

Um sistema de grandezas é um “conjunto de grandezas associado a um conjunto de relações não contraditórias entre estas grandezas” [19] e um sistema de unidades é um “conjunto de unidades de base e de unidades derivadas, juntamente com os seus múltiplos e submúltiplos, definidos de acordo com regras dadas, para um dado sistema de grandezas” [20].

O SI é “o sistema de unidades baseado no Sistema internacional de grandezas, com os nomes e os símbolos das unidades, incluindo uma série de prefixos, com os seus nomes e símbolos, em conjunto com regras de utilização adotado pela CGPM” [21], sendo o Sistema internacional de grandezas “o sistema de grandezas baseado nas sete grandezas de base: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de matéria e intensidade luminosa” [22], apresentadas no quadro que consta do ponto C 1.1 seguinte.

## 1. Unidades SI

### 1.1 - Unidades SI de base

O SI é definido a partir de sete grandezas de base e das correspondentes unidades de base:

Grandeza	Unidade	
	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
massa	quilograma <sup>1</sup>	kg
tempo	segundo	s
corrente elétrica	ampere	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de matéria	mole	mol
intensidade luminosa	candela	cd

1.1.1 - Nome e símbolo especial da unidade SI de temperatura Celsius:

Grandeza	Unidade	
	Nome	Símbolo
temperatura Celsius	grau Celsius	°C

A temperatura Celsius, de símbolo  $t$ , é definida pela diferença  $t = T - T_0$  entre duas temperaturas termodinâmicas  $T$  e  $T_0$  com  $T_0 = 273,15$  K, ponto de congelação da água. Um intervalo ou uma diferença de temperatura podem ser expressos quer em kelvins, quer em graus Celsius. Por definição, a unidade de temperatura Celsius é o grau Celsius e é igual à unidade kelvin.

### 1.2 - Unidades SI derivadas

Quando a “unidade derivada [...] é um produto de potências de unidades de base, sem outro fator de proporcionalidade além do número um” [23], é então designada por unidade derivada coerente.

1.2.1 - Unidades derivadas com nomes e símbolos especiais

Algumas unidades derivadas coerentes do SI receberam um nome especial. Há atualmente 22 nomes especiais para unidades derivadas. As sete unidades de base e essas unidades derivadas coerentes constituem a parte central do conjunto das unidades do SI: todas as outras unidades do SI são combinações de algumas dessas 29 unidades.

A 9.ª edição da Brochura sobre o SI informa que, como as unidades de medida das sete constantes que definem agora o SI incluem ambas unidades de base e unidades derivadas coerentes, qualquer uma dessas unidades pode ser formada diretamente a partir das sete constantes que definem o SI.

Apresenta-se a seguir os nomes e símbolos dessas unidades derivadas coerentes especiais assim como os nomes das grandezas associadas:

<sup>1</sup> Neste texto, de acordo com o DL 128, em vigor, os autores utilizam a grafia “quilo” para o prefixo multiplicativo de símbolo “k”, embora prefiram a grafia “kilo”, que é mais coerente com o símbolo e de acordo com a adotada pela versão luso-brasileira do VIM [12].

Grandeza	Unidade derivada			
	Nome	Símbolo	Expressão em outras unidades SI	Expressão em unidades SI de base
ângulo plano	radiano	rad	1	m/m
ângulo sólido	esterradiano	sr	1	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
frequência	hertz <sup>2)</sup>	Hz		s <sup>-1</sup>
força	newton	N		m kg s <sup>-2</sup>
pressão, tensão	pascal	Pa	N m <sup>-2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
energia, trabalho,	joule	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
potência <sup>3)</sup> , fluxo energético	watt	W	J s <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
carga elétrica, quantidade de eletricidade	coulomb	C		s A
diferença de potencial elétrico, força eletromotriz	volt	V	W A <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
capacidade elétrica	farad	F	C V <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>2</sup> A <sup>2</sup>
resistência elétrica	ohm	Ω	V A <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
condutância elétrica	siemens	S	A V <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
fluxo de indução magnética, fluxo magnético	weber	Wb	V s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
indução magnética,	tesla	T	Wb m <sup>-2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
densidade de fluxo magnético	henry	H	Wb A <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
indutância	grau Celsius <sup>4)</sup>	°C		K
temperatura Celsius	lúmen	lm	cd sr <sup>4)</sup>	cd
fluxo luminoso	lux	lx	lm m <sup>-2</sup>	m <sup>-2</sup> cd
iluminância	becquerel <sup>5)</sup>	Bq		s <sup>-1</sup>
atividade de um radionuclídeo	gray	Gy	J kg <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
dose absorvida, energia mássica, kerma	sievert	Sv	J kg <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
equivalente de dose, equivalente de dose ambiental, equivalente de dose direcional, equivalente de dose individual	katal	kat		s <sup>-1</sup> mol

(a) o hertz deve apenas ser utilizado para os fenômenos periódicos e o becquerel apenas para os processos aleatórios ligados à medição da atividade de um radionuclídeo;

(b) o nome volt-ampere (símbolo VA), para exprimir a potência aparente da corrente elétrica alternada, e o nome var (símbolo var), para exprimir a potência elétrica reativa não estão incluídos nas resoluções da CGPM, embora conste do *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), da IEC;

(c) esta unidade pode ser utilizada em associação com os prefixos SI como, por exemplo, para exprimir o submúltiplo miligrado Celsius, m°C;

(d) em fotometria, mantém-se em geral o nome e o símbolo do esterradiano, sr, na expressão das unidades.

## 2. Múltiplos e submúltiplos das unidades

### 2.1 – Prefixos SI

Os prefixos SI representam estritamente as potências de dez (10) e são apresentados a seguir:

Fator	Nome	Símbolo	Fator	Nome	Símbolo
10 <sup>1</sup>	deca	da	10 <sup>-1</sup>	deci	d
10 <sup>2</sup>	hecto	h	10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>3</sup>	quilo	k	10 <sup>-3</sup>	milí	m
10 <sup>6</sup>	mega	M	10 <sup>-6</sup>	micro	μ
10 <sup>9</sup>	giga	G	10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>12</sup>	tera	T	10 <sup>-12</sup>	pico	p
10 <sup>15</sup>	peta	P	10 <sup>-15</sup>	femto	f
10 <sup>18</sup>	exa	E	10 <sup>-18</sup>	atto	a
10 <sup>21</sup>	zeta	Z	10 <sup>-21</sup>	zepto	z
10 <sup>24</sup>	yota	Y	10 <sup>-24</sup>	yocto	y

Os prefixos SI podem ser aplicados a todas as unidades do SI e às unidades legais não SI, exceto a:

- unidades não decimais, como é o caso das unidades sexagesimais: dia, hora, minuto, grau angular, minuto angular e segundo angular, e o caso das unidades binárias: bit, byte (ou octeto)...;

- unidades que incluem já um prefixo, como é o caso do quilograma (kg) ou do milímetro de mercúrio (mmHg). Como para todas as unidades, os múltiplos e submúltiplos decimais do quilograma escrevem-se

combinando prefixos com o grama: escreve-se miligrama (mg) e não microquilograma (μkg).

### 2.2 – Formação dos múltiplos e submúltiplos das unidades

Os nomes dos múltiplos e submúltiplos são formados pela junção do prefixo ao nome da unidade, sem separação por um espaço ou qualquer sinal tipográfico.

Do mesmo modo, o símbolo do prefixo e o da unidade são escritos sem qualquer espaço ou sinal tipográfico de modo a formar um único símbolo de uma nova unidade, que pode ser elevado a uma qualquer potência e podendo a nova unidade ser combinada a outras unidades para formar unidades compostas. Assim, pode ser escrito: quilometro (km), microvolt (μV), femtossegundo (fs), e 50 V cm<sup>-1</sup> = 50 V (10<sup>-2</sup> m)<sup>-1</sup> = 5000 V m<sup>-1</sup>

EXEMPLO:			
Correto	380 nm	Incorreto	380 mμm

Um prefixo é sempre acompanhado de uma unidade, por extenso ou com o símbolo.

EXEMPLO:	
Correto	Um milhão de pessoas pagaram três euros o quilograma de madeira.
Incorreto	1 M de pessoas pagaram 3 € o quilo de madeira.

### 2.3 - Prefixos não SI binários<sup>2</sup>

A 9.ª edição da Brochura sobre o SI reforça que os prefixos SI não devem ser utilizados para as potências de 2, cujos prefixos, adotados pela IEC em dezembro de 1998, não pertencem ao SI.

Apresenta-se em baixo os nomes e símbolos desses prefixos assim como os nomes dos prefixos decimais, dos quais derivam.

Fator	Nome	Símbolo	Origem	Deriva de
2 <sup>10</sup>	quibi	Ki	quilobinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>1</sup>	quilo: (10 <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>
2 <sup>20</sup>	mebi	Mi	megabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>2</sup>	mega: (10 <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>
2 <sup>30</sup>	gibi	Gi	gigabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>3</sup>	giga: (10 <sup>3</sup> ) <sup>3</sup>
2 <sup>40</sup>	tebi	Ti	terabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>4</sup>	tera: (10 <sup>3</sup> ) <sup>4</sup>
2 <sup>50</sup>	pebi	Pi	petabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>5</sup>	peta: (10 <sup>3</sup> ) <sup>5</sup>
2 <sup>60</sup>	exbi	Ei	exabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>6</sup>	exa: (10 <sup>3</sup> ) <sup>6</sup>
2 <sup>70</sup>	zebi	Zi	zetabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>7</sup>	zeta: (10 <sup>3</sup> ) <sup>7</sup>
2 <sup>80</sup>	yobi	Yi	yotabinário: (2 <sup>10</sup> ) <sup>8</sup>	yota: (10 <sup>3</sup> ) <sup>8</sup>

## 3. Unidades não SI

### 3.1 - Unidades não SI autorizadas, com múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI

Grandeza	Unidade		
	Nome	Símbolo	Valor em unidades SI
comprimento	unidade astronómica <sup>(a)</sup>	au	1 au = 1,495 978 707 00 × 10 <sup>11</sup> m
área dos terrenos agrícolas e para construção	are <sup>(b)</sup>	a	1 a = 1 dam <sup>2</sup> = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
volume	litro <sup>(c)</sup>	L ou l	1 L = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
massa	tonelada <sup>(d)</sup>	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg
	dalton <sup>(e)</sup> , unidade de massa atômica unificada	Da, u	1 Da = 1 u 1 u = 1,660 539 066 60(50) × 10 <sup>-27</sup> kg
energia	eletrãovolt <sup>(f)</sup>	eV	1 eV = 1,602 176 634 × 10 <sup>-19</sup> J
logaritmo de uma razão	neper <sup>(g)</sup>	Np	
	bel <sup>(h)</sup>	B	$L_x = m \text{ dB} = (m/10) \text{ B}$
	decibel <sup>(i)</sup>	dB	(em que m é um número) significa: $m = 10 \lg(XX_0)$

(a) A unidade astronómica é aproximadamente igual à distância entre o Sol e a Terra, cujo valor é exato de acordo com a 28.ª Assembleia Geral da *International Astronomical Union* (Resolution B2, 2012).

<sup>2</sup> Esta parte não consta do DL128, embora presente nas 8.ª e 9.ª edições da Brochura sobre o SI.

(b) O múltiplo 100 a tem a designação hectare; as unidades are e hectare e os respetivos símbolos foram adotados pelo CIPM em 1879.

(c) Os dois símbolos L e l podem ser usados para a unidade litro.

(d) A tonelada e respetivo símbolo t foram adotados pelo CIPM (PV, 1879, 41) e nos países de língua inglesa, esta unidade é, às vezes, designada por *metric ton*.

(e) O dalton é a designação em bioquímica da unidade de massa atómica unificada que é igual a 1/12 da massa de um átomo de  $^{12}\text{C}$  livre, em repouso e no estado fundamental.

(f) O eletrão-volt é a energia cinética adquirida por um eletrão após ter atravessado uma diferença de potencial de 1 V no vazio

(g) Utilizado para expressar valores de grandezas cujo valor numérico é um logaritmo neperiano (ou natural) de uma razão de grandezas,  $\ln = \log_e$

(h) Utilizados para expressar valores de grandezas cujo valor numérico é um logaritmo decimal de uma razão de grandezas,  $\lg = \log_{10}$

Notas:

1 - os prefixos e respetivos símbolos do primeiro quadro de C.2 podem ser usados com as unidades e símbolos deste quadro;

2 - para o dalton, a incerteza-padrão é dada entre parênteses sobre os últimos algarismos, i.e. 0,000 000 000 50  $\times 10^{-27}$  kg;

3 - embora publicada nas 8.<sup>a</sup> e 9.<sup>a</sup> edições da Brochura sobre o SI, a unidade astronómica não é citada no DL128.

### 3.2 - Unidades não SI autorizadas, com múltiplos e submúltiplos não decimais das unidades SI

Grandeza	Unidade		
	Nome	Símbolo	Valor em unidades SI
ângulo plano	grau	°	1° = ( $\pi$ /180) rad
	minuto	'	1' = (1/60)° = ( $\pi$ /10 800) rad
	segundo	"	1" = (1/60)' = ( $\pi$ /648 000) rad
tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
	dia	d	1 d = 24 h = 86 400 s

Nota: os prefixos e respetivos símbolos do primeiro quadro do C.2 não se aplicam às unidades e símbolos do presente quadro.

### 3.3 - Outras unidades não SI autorizadas, para uso em domínios especializados

Grandeza	Unidade		
	Nome	Símbolo	Valor em unidades SI
vergência dos sistemas ópticos	dioptria	$\delta$	1 $\delta$ = 1 m <sup>-1</sup>
	carat métrico <sup>(a)</sup>	ct	1 ct = 200 mg = 0,2 g = 2 $\times 10^{-4}$ kg
massa linear de fibras têxteis e fios	tex	tex	1 tex = 1 g km <sup>-1</sup> = 10 <sup>-6</sup> kg m <sup>-1</sup>
	bar <sup>(b)</sup>	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 105 Pa
pressão	milímetro de mercúrio <sup>(c)</sup>	mmHg	1 mmHg = (101 325 / 760) Pa = 133,322 Pa
	milha marítima <sup>(d)</sup>	M	1 M = 1 852 m
distância	barn (e)	b	1 b = 100 fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
área	gal	Gal	1 Gal = 1 cm s <sup>-2</sup> = 10 <sup>-2</sup> m s <sup>-2</sup>
aceleração	nó	kn	1 kn = 1 M/h = (1852 m)/(3600 s) = 1,852 km h <sup>-1</sup> = 0,5144 m s <sup>-1</sup>
velocidade			

(a) o carat métrico foi adotado pela 4.<sup>a</sup> CGPM, em 1907;

(b) o bar e respetivo símbolo foram aprovados pela 9.<sup>a</sup> CGPM; desde 1982, todos os dados termodinâmicos estão tabelados para uma pressão normal de 1 bar, sendo antes de 1982, tabelados para uma pressão normal de 1 atm = 1,013 25 bar = 101 325 Pa;

(c) em alguns países, o milímetro de mercúrio é a unidade legal para a pressão sanguínea;

(d) a milha marítima é uma unidade especial utilizada em navegação marítima e aérea para exprimir a distância; foi adotada, por convenção, na primeira Conferência Hidrográfica Internacional Extraordinária, Mônaco, 1929, não tendo símbolo internacionalmente reconhecido; foi escolhida por ser a interseção na superfície da Terra de aproximadamente um ângulo do centro da Terra de um minuto;

(e) o barn é uma unidade especial utilizada em física nuclear para exprimir seções eficazes.

Notas:

1 - os prefixos e respetivos símbolos do primeiro quadro do C. 2 podem ser usados com as unidades e símbolos deste quadro, com algumas exceções, por exemplo o milímetro de mercúrio e respetivo símbolo;

2 - embora publicado nas 8.<sup>a</sup> e 9.<sup>a</sup> edições da Brochura sobre o SI, a unidade gal não é citada no DL128;

3 - na utilização das unidades que constam deste quadro, devem ser sempre mencionadas as definições em unidades SI.

## D. REGRAS DE ESCRITA

Como já foi referido o DL128 contém informação dedicada às regras de escrita dos nomes e símbolos das unidades SI. No entanto, devido à importância desta matéria, objeto de publicações de referência [5], apresenta-se, a seguir, uma súmula das regras de escrita dos nomes e símbolos de unidades de medida, grandezas de medição e valores dessas grandezas. Pretende-se com isso facilitar a respetiva aplicação, em sintonia com as regras internacionais publicadas nas normas da série ISO 80000-1 [8] e ISO 80000-2 [9], na 9.<sup>a</sup> edição da Brochura sobre o SI [1], no Guia de utilização do SI publicado pelo NIST [7] e em recomendações portuguesas [4], [6], internacionais [24], [25] ou ainda em artigos de publicações científicas [26 - 31].

### 1. Símbolos das unidades

#### 1.1 - Tipo dos símbolos das unidades

Os símbolos das unidades são sempre impressos em caracteres romanos não inclinados, qualquer que seja o tipo de carácter do texto onde estão inseridos.

#### EXEMPLO

Correto ...numa distância de aproximadamente 500 mm, deve ser colocado um suporte...  
 Incorreto ...numa distância de aproximadamente 500 mm, deve ser colocado um suporte...

#### 1.2 - Os símbolos das unidades são entidades matemáticas

Em consequência:

1.2.1 não levam a marca do plural;

1.2.2 não podem ser utilizados em conjunto com os nomes de unidades na expressão do valor de uma grandeza, porque os nomes de unidades não são entidades matemáticas.

#### EXEMPLO:

Correto Precisa de uma fibra têxtil com 75 kg/m de massa linear.  
 Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilogramas por metro de massa linear.  
 Incorreto Precisa de uma fibra têxtil com 75 kgs/m de massa linear.  
 Precisa de uma fibra têxtil com 75 kg./m de massa linear.  
 Precisa de uma fibra têxtil com 75 kg por metro de massa linear.  
 Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilogramas por m de massa linear.

1.2.3 as regras de multiplicação e divisão algébricas aplicam-se para formar os produtos e quocientes dos símbolos de unidades.

### 1.3 - Formação dos símbolos das unidades

Os símbolos das unidades são escritos em minúsculas, começando por uma maiúscula quando o nome da unidade correspondente deriva de um nome próprio. O símbolo do litro, L, é a única exceção (ver quadro do C. 3.1).

Os símbolos das unidades não terminam com um ponto, salvo se se encontram no fim de uma frase.

Não é autorizada a utilização de abreviaturas para os símbolos ou nomes de unidades.

EXEMPLO:			
Correto	s	Incorreto	sec
	segundo		
	mm <sup>2</sup>		mm quad.
	milímetro quadrado		
	cm <sup>3</sup>		cc
	centímetro cúbico		
	metro por segundo		mps

### 1.4 - Símbolos das unidades formadas pela multiplicação de unidades

A multiplicação deve ser indicada através de um espaço ou de um ponto centrado à meia altura entre dois espaços, para evitar que os símbolos de alguns prefixos sejam interpretados erradamente como símbolos de uma unidade.

EXEMPLO:			
1 - As duas frases seguintes são corretas e equivalentes:			
		"O binário aplicado foi de 5 N m."	
		"O binário aplicado foi de 5 N . m."	
2 - "10 ms"	significa	"dez milissegundos"	
enquanto:			
"10 m s"	significa	"dez metros segundos"	

### 1.5 - Símbolos das unidades formadas pela divisão de unidades

- A divisão deve ser indicada por uma linha horizontal, por uma barra (/) ou por expoentes negativos.

Quando são utilizados vários símbolos de unidades, deve evitar-se qualquer ambiguidade, por exemplo, recorrendo à utilização de parênteses, parênteses retos, chavetas ou ainda expoentes negativos.

Não se deve utilizar mais de uma barra de divisão (/) numa dada expressão: se não forem utilizados parênteses, para eliminar qualquer ambiguidade, utilizam-se expoentes negativos.

EXEMPLO:			
Correto	m kg/(s <sup>3</sup> A), m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>	Incorreto	m kg/s <sup>3</sup> /A m kg/s <sup>3</sup> A

## 2. Nomes das unidades

### 2.1 - Os nomes das unidades são nomes comuns

2.1.1 começam por uma minúscula, exceto quando iniciam uma frase;

2.1.2 levam a marca do plural.

EXEMPLO	
Correto	Uma força de dez newtons é aplicada sobre uma distância de cinco metros, a uma temperatura de vinte graus Celsius.
Incorreto	Uma força de dez Newtons é aplicada sobre uma distância de cinco metro, a uma temperatura de vinte grau Celsius.

De acordo com esta regra, o nome da unidade de símbolo "°C" é "grau Celsius", porque a unidade "grau" é um nome comum e "Celsius" é um nome próprio.

Embora os valores das grandezas estejam expressos por meio de numerais e símbolos das unidades, se, por uma razão qualquer, for preferível utilizar o nome da unidade em vez do respetivo símbolo, o nome da unidade deve ser escrito por extenso na totalidade.

EXEMPLO	
"2,6 m/s"	pode ser também escrito: "2,6 metros por segundo"

2.1.3 são impressos com o mesmo tipo de carácter do texto onde estão inseridos;

2.1.4 não podem ser utilizados em expressões ou equações matemáticas.

Como a escrita dos nomes e dos símbolos das unidades "bar" e "bit" são idênticas, escreve-se "dois bars" e "dois bits". Quando os valores numéricos são escritos por extenso, e 2 bar e 2 bit, quando os valores numéricos são escritos com numerais.

### 2.2 - Nomes das unidades formadas com prefixo

O conjunto formado de uma unidade associado a um prefixo de múltiplo ou submúltiplo não contém espaço nem hífen, constituindo o nome de uma nova unidade (ver ponto C. 2.2). Em consequência, não se aplicam as regras de hifenização do Acordo Ortográfico de 1990.

EXEMPLO			
Correto	megahertz decaampere	Incorreto	mega-hertz deca-ampere

### 2.3 - Particularidades ortográficas

Quando um prefixo é associado a uma unidade cujo nome começa por uma vogal, pode acontecer a elisão de uma dessas vogais em casos excepcionais consagrados pelo uso, apresentados aqui:

EXEMPLO			
Correto	hectare microhm quilohm megohm	Incorreto	hectoare microohm quiloohm megaohm

### 2.4 - Nomes das unidades formadas pela multiplicação de unidades

Por convenção, o nome de uma unidade definida pela multiplicação de unidades é obtido pela junção dos nomes dessas últimas unidades separados por um espaço ou por um hífen, levando cada um a marca do plural, se aplicável.

EXEMPLO	
"9,4 J s"	pode ser também escrito: "9,4 joules segundos" ou "9,4 joules - segundos"

### 2.5 - Nomes das unidades formadas pela divisão de unidades

O nome de uma unidade definida pela divisão de unidades é obtido pela utilização da preposição "por" entre os nomes das unidades constituindo o numerador e os nomes das unidades constituindo o denominador, levando apenas a marca do plural

os nomes das unidades do numerador, se aplicável.

<b>EXEMPLO</b>	
Correto	Precisa de uma fibra têxtil com 75 kg/m de massa linear. Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilogramas por metro de massa linear.
Incorreto	Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilograma/metro de massa linear Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilograma metro-1 de massa linear Precisa de uma fibra têxtil com 75 quilogramas/metro de massa linear

### 3. Símbolos das grandezas

#### 3.1 - Tipo dos símbolos das grandezas

Os símbolos das grandezas são sempre impressos em caracteres itálicos, qualquer que seja o tipo de carácter do texto onde estão inseridos.

<b>EXEMPLO</b>	
1 - Correto	Numa duração de $t = 5$ min, deve ser deixado em lume brando...
Incorreto	Numa duração de $t = 5$ min, deve ser deixado em lume brando...
2 - Significado de impressão de símbolos em caracteres romanos não inclinados e em caracteres itálicos	
i)	
Símbolo romano não inclinado	Símbolo itálico
$\mu$ prefixo multiplicativo micro ( $10^{-6}$ )	$\mu$ símbolo da grandeza momento magnético
$\Omega$ símbolo da unidade derivada SI da resistência elétrica, o ohm	$\Omega$ símbolo da grandeza ângulo sólido
m símbolo da unidade de base SI do comprimento, o metro; prefixo multiplicativo mili ( $10^{-3}$ )	m símbolo da grandeza massa
t símbolo da unidade da massa, a tonelada	t símbolo da grandeza tempo
F símbolo da unidade derivada SI da capacidade elétrica, o farad	F símbolo da grandeza força
ii)	
$C_B / (\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}) = 6,25 \times 10^{-6} (\text{K/T})^2 + 0,253 (\text{B/T})/(T/\text{K})$	
Com T símbolo da grandeza temperatura termodinâmica e T o símbolo do tesla, unidade da indução magnético, B.	

#### 3.2 - Os símbolos das grandezas são entidades matemáticas

Em consequência:

3.2.1 não levam a marca do plural;

3.2.2 devem ser utilizados em conjunto com os símbolos das unidades e nunca com os nomes de grandezas na expressão do valor de uma grandeza, porque os nomes de grandezas não são entidades matemáticas.

<b>EXEMPLO</b>									
1 - Correto	As ordenadas de um gráfico são indexadas "Temperatura, T/K"								
Incorreto	As ordenadas de um gráfico são indexadas "Temperatura/K"								
2 -									
Correto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura, T/K</th> <th>Pressão, p/MPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>216,55</td> <td>0,5180</td> </tr> <tr> <td>273,15</td> <td>3,4853</td> </tr> <tr> <td>304,19</td> <td>7,3815</td> </tr> </tbody> </table>	Temperatura, T/K	Pressão, p/MPa	216,55	0,5180	273,15	3,4853	304,19	7,3815
Temperatura, T/K	Pressão, p/MPa								
216,55	0,5180								
273,15	3,4853								
304,19	7,3815								
Incorreto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura/K</th> <th>Pressão/MPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>216,55</td> <td>0,5180</td> </tr> <tr> <td>273,15</td> <td>3,4853</td> </tr> <tr> <td>304,19</td> <td>7,3815</td> </tr> </tbody> </table>	Temperatura/K	Pressão/MPa	216,55	0,5180	273,15	3,4853	304,19	7,3815
Temperatura/K	Pressão/MPa								
216,55	0,5180								
273,15	3,4853								
304,19	7,3815								

3.2.3 submetidos às regras de multiplicação e divisão algébricas para formar produtos e quocientes de símbolos de grandezas.

Para a multiplicação ou a divisão dos símbolos das grandezas, é possível utilizar qualquer uma das expressões seguintes:

$$ab, a b, a \cdot b, a \times b, a/b, \frac{a}{b}, a b^{-1}.$$

Convém escrever  $a b^{-1}$  mantendo um espaço entre  $a$  e  $b^{-1}$ , porque  $a b^{-1}$  poderia ser erradamente interpretado como  $(ab)^{-1}$ .

De cada lado da maioria dos operadores diádicos, tais como +, -,  $\pm$ , e  $\times$ , mas não da barra de divisão (/), e das relações como =, < e  $\leq$ , deve haver um espaço em ambos os lados do operador ou relação, ao contrário dos operadores monádicos, tais como + e -, onde não é colocado espaço.

<b>EXEMPLO</b>	
$d < 3$ mm	temperatura Celsius de $-2^\circ\text{C}$ a $+7^\circ\text{C}$

#### 3.3 - Formação dos símbolos das grandezas

3.3.1 Geralmente escritos com uma letra, do alfabeto latino ou grego, os símbolos das grandezas podem ter um índice ou um expoente ou outros sinais de identificação. É desaconselhado o uso de palavras, acrónimos ou outros grupos de letras para a formação de símbolos de grandezas.

<b>EXEMPLO</b>	
Símbolo de impedância mecânica	
Correto	$Z_m$
Incorreto	$IM$

Existem símbolos nacional e internacionalmente aceites para centenas de grandezas utilizadas em ciência e tecnologia.

3.3.2 Índices dos símbolos das grandezas Seguem o mesmo princípio que o da impressão dos símbolos das unidades de medida e das grandezas:

- i) em itálico para símbolos de grandezas e de variáveis;
- ii) em romano não inclinado para símbolos de unidades, de palavras e numerais.

<b>EXEMPLO</b>	
$\Omega$ ângulo sólido	$Z_m$ impedância mecânica
$p$ pressão	$\sigma_{\text{ef}}$ seção eficaz total
$K$ compressibilidade isotérmica	$Eu$ número de Euler
$E_i$ componente $i$ do vetor campo elétrico	$T_N$ temperatura de Néel

#### 3.4 - Informações associadas aos símbolos das grandezas

As informações específicas sobre as grandezas devem ser fornecidas unicamente pelos símbolos das grandezas e não pelos símbolos das unidades.

<b>EXEMPLO</b>	
Expressão de uma diferença de potencial elétrico máxima de 1000 V:	
Correto	$U_{\text{max}} = 1000 \text{ V}$
Incorreto	$U = 1000 \text{ V}_{\text{max}}$

#### 4. Nomes das grandezas

##### 4.1 - Os nomes das grandezas são nomes comuns

- 4.1.1 começam por uma minúscula, exceto quando iniciam uma frase;
- 4.1.2 levam a marca do plural;
- 4.1.3 não são entidades matemáticas.
- 4.1.4 não podem ser utilizados em expressões ou equações.

<b>EXEMPLO</b>	
1 - Correto	A velocidade, $v$ , é igual a uma distância, $d$ , dividida por uma duração, $t$ , ou seja $v = d/t$
Incorreto	velocidade = distância/ duração $v = d$ por $t$
2 - Ver EXEMPLO 2 do D. 6.1, para legendas dos eixos de gráficos e títulos de colunas de quadros.	

##### 4.2 - Particularidades definicionais

4.2.1 grandezas quocientes de grandezas

As grandezas iguais a quocientes de grandezas devem ser definidas utilizando a expressão "dividido por"

ou “por” e não a expressão “por unidade de”, a fim de evitar a associação de uma determinada unidade com essa grandeza.

EXEMPLO	
Correto	Uma pressão é uma força dividida por uma área. A pressão é a força por área.
Incorreto	A pressão é a força por unidade de área.

#### 4.2.2 distinção entre um objeto e o respetivo atributo

Na referência a uma grandeza, ou ao valor de uma grandeza, convém evitar a confusão entre o fenómeno, o corpo ou a substância e a propriedade que está a ser expressa quantitativamente.

EXEMPLO	
1 - Correto	Um objeto de massa 1 kg foi preso a uma mola para formar um pêndulo.
Incorreto	Uma massa de 1 kg foi presa a uma mola para formar um pêndulo.
2 - corpo ou substância	grandeza
superfície	área
condensador	capacidade elétrica <sup>3</sup>
bobina	indutância

## 5. Valores numéricos

### 5.1 - Escrita dos valores numéricos

5.1.1 Os numerais, como os símbolos das unidades, são sempre impressos em caracteres romanos não inclinados, qualquer que seja o tipo de carácter do texto onde estão inseridos [32].

5.1.2 Em Portugal, a vírgula é o separador decimal [32].

5.1.3 Para facilitar a leitura, os numerais são constituídos de grupos de três algarismos, a partir da vírgula, tanto na parte inteira como na parte decimal. Quando não existe vírgula, a contagem efetua-se a partir do algarismo mais a direita para a esquerda [32].

EXEMPLO			
Correto	1 234,567 8	Incorreto	1,234.567,8
	0,567 8		0,5678

5.1.4 Os nomes de numerais muito grandes em Portugal seguem a regra “N”, ou escala longa, enquanto no Brasil, nos países anglo-saxónicos e árabes, usa-se a regra “n-1”, ou escala curta [33].

EXEMPLO		
Nome de:	em Portugal:	no Brasil:
$10^9$	mil milhões	um bilião
$10^{12}$	um bilião	um trilhão
$10^{15}$	mil biliões	um quatrilhão

### 5.2 - Multiplicação e divisão dos valores numéricos

Aplicam-se as mesmas regras de D. 3.2.3, para a multiplicação e divisão dos símbolos das grandezas.

É muito frequente, não se colocar espaço entre o valor numérico e o símbolo da grandeza.

EXEMPLO			
$4c - 5d$	$6ab$	$7(a + b)$	$3 \ln 2$

## 5.3 – Algarismos significativos

Para os números menores que 1, o primeiro algarismo não nulo é o primeiro algarismo significativo.

Assim: 0,004 23 tem três algarismos significativos, porque  $0,004\ 23 = 4,23 \times 10^{-3}$ .

Para os números maiores que 1, todos os algarismos são algarismos significativos.

Assim: 25 300 tem cinco algarismos significativos e  $2,530 \times 10^4$  tem quatro algarismos significativos.

#### 5.3.1. Regras de arredondamento.

Uma vez escolhido a quantidade de casas decimais a manter no numeral, analisa-se o algarismo da primeira casa a retirar. Existem duas situações:

a) Se esse algarismo for maior ou igual a 5, aumenta-se de uma unidade o algarismo da última casa mantida. No caso contrário, esse algarismo fica igual.

b) Se esse algarismo for igual a 5 sem outro algarismo nas casas à direita, aumenta-se de uma unidade o algarismo da última casa mantida, se esse algarismo for ímpar e ficando igual se for par.

EXEMPLO			
numeral	arredondamento	situação	resultado
342,97	décimas	a)	343,0
342,45	décimas	b)	342,4
11 361	dezenas	a)	11 360
11 355	dezenas	b)	11 360

#### 5.3.2. erros de arredondamento

Sendo uma aproximação, um valor numérico arredondado apresenta sempre um erro em relação ao valor verdadeiramente exato, que as regras do D 5.3.1. reduzem o mais possível.

A fim de não aumentar esses erros, os valores numéricos arredondados não devem ser obtidos a partir de valores numéricos já arredondados, mas a partir dos valores numéricos mais exatos que seja possível obter. [34]

EXEMPLO		
numeral	arredondamento	resultado
17 489	centenas	17 500
	milhares	17 000
17 500	milhares	18 000

Observa-se que o arredondamento a partir de valores arredondados sucessivos cria um erro por excesso.

## 6. Valores das grandezas

### 6.1 - Valores de grandezas e valores numéricos

A expressão do valor de uma grandeza, A, é:  $a = \{A\} [A]$ , em que  $\{A\}$  é o valor numérico e  $[A]$  é símbolo da unidade de medida.

Assim, na expressão do valor da grandeza velocidade da luz:  $c = 299\ 792\ 458\ \text{m/s}$ , “m/s” é o símbolo da unidade de medida e “299 792 458” é o valor numérico, que é igual a  $c/(\text{m/s})$ .

Esta apresentação prática dos valores de grandezas pode ser utilizada nas legendas dos eixos de figuras ou nos títulos das colunas dos quadros.

<sup>3</sup> Sem o uso do adjetivo “elétrica”, “capacidade” pode significar “volume”

EXEMPLO																			
1 -	Correto	As ordenadas de um gráfico são indexadas $T/(1000\text{ K})$ , em que $T$ é a temperatura termodinâmica; Consequência: o ponto na curva de valor 3,2 corresponde então à temperatura dada por: $T/(1000\text{ K}) = 3,2$ ou seja: $T = 3200\text{ K}$																	
	Incorreto	As ordenadas de um gráfico são indexadas $T(1000\text{ K})$ , em que $T$ é a temperatura termodinâmica; Consequência: o ponto na curva de valor 3,2 corresponde então à temperatura dada por: $T(1000\text{ K}) = 3,2$ ou seja: $T = 3,2 \times 10^3\text{ K}^1$																	
2 -	Correto	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>T/\text{K}</math></th> <th><math>10^3\text{ K}/T</math></th> <th><math>\rho/\text{MPa}</math></th> <th><math>\ln(\rho/\text{MPa})</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>216,55</td> <td>4,6179</td> <td>0,5180</td> <td>-0,6578</td> </tr> <tr> <td>273,15</td> <td>3,6610</td> <td>3,4853</td> <td>1,2486</td> </tr> <tr> <td>304,19</td> <td>3,2874</td> <td>7,3815</td> <td>1,9990</td> </tr> </tbody> </table> <p>Consequência: a célula no quadro de valor 273,15 corresponde então à temperatura dada por: <math>T/\text{K} = 273,15</math> ou seja: <math>T = 273,15\text{ K}</math></p>	$T/\text{K}$	$10^3\text{ K}/T$	$\rho/\text{MPa}$	$\ln(\rho/\text{MPa})$	216,55	4,6179	0,5180	-0,6578	273,15	3,6610	3,4853	1,2486	304,19	3,2874	7,3815	1,9990	
	$T/\text{K}$	$10^3\text{ K}/T$	$\rho/\text{MPa}$	$\ln(\rho/\text{MPa})$															
216,55	4,6179	0,5180	-0,6578																
273,15	3,6610	3,4853	1,2486																
304,19	3,2874	7,3815	1,9990																
Incorreto	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>T(\text{K})</math></th> <th><math>1/T(10^3\text{ K})</math></th> <th><math>\rho(\text{MPa})</math></th> <th><math>\ln(\rho(\text{MPa}))</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>216,55</td> <td>4,6179</td> <td>0,5180</td> <td>-0,6578</td> </tr> <tr> <td>273,15</td> <td>3,6610</td> <td>3,4853</td> <td>1,2486</td> </tr> <tr> <td>304,19</td> <td>3,2874</td> <td>7,3815</td> <td>1,9990</td> </tr> </tbody> </table> <p>Consequência: a célula no quadro de valor 273,15 corresponde então à temperatura dada por: <math>T(\text{K}) = 273,15</math> ou seja: <math>T = 273,15\text{ K}^1</math></p>	$T(\text{K})$	$1/T(10^3\text{ K})$	$\rho(\text{MPa})$	$\ln(\rho(\text{MPa}))$	216,55	4,6179	0,5180	-0,6578	273,15	3,6610	3,4853	1,2486	304,19	3,2874	7,3815	1,9990		
$T(\text{K})$	$1/T(10^3\text{ K})$	$\rho(\text{MPa})$	$\ln(\rho(\text{MPa}))$																
216,55	4,6179	0,5180	-0,6578																
273,15	3,6610	3,4853	1,2486																
304,19	3,2874	7,3815	1,9990																

## 6.2 - Espaço entre valor numérico e símbolo de unidade

Na expressão do valor de uma grandeza,  $A$ :  $a = \{A\} [A]$ ,

6.2.1 o valor numérico  $\{A\}$  é sempre situado antes do símbolo da unidade  $[A]$ ,

EXEMPLO	
Correto	$m = 20,02\text{ kg}$ $Q = 50,00\text{ €}$

6.2.2 há sempre um espaço entre o valor numérico  $\{A\}$  e o símbolo da unidade  $[A]$ , igual ao espaço ocupado por um algarismo,

EXEMPLO	
Correto	$t = 30,2\text{ °C}$ Incorreto $t = 30,2\text{°C}$ $t = 30,2\text{° C}$

As únicas exceções são as unidades sexagesimais de ângulo plano, constando do quadro do C. 3.2, nomeadamente: o grau ( $^\circ$ ), o minuto ( $'$ ) e o segundo ( $''$ ), para as quais não há espaço entre o valor numérico e o símbolo da unidade.

EXEMPLO	
Correto	$\varphi = 30^\circ 22' 8''$

6.2.3 um valor de grandeza escreve-se com o símbolo de único múltiplo ou submúltiplo da unidade

EXEMPLO	
Correto	$l = 1,234\text{ m}$ Incorreto $l = 1\text{ m } 20\text{ cm } 3,4\text{ mm}$

As únicas exceções são as unidades sexagesimais de ângulo plano: o grau ( $^\circ$ ), o minuto ( $'$ ) e segundo ( $''$ ), e do tempo, a hora (h), o minuto (min) e o segundo (s), constando do quadro do C. 3.2. Todavia, na medição de um ângulo plano, o grau é preferencialmente apresentado como uma unidade decimal, exceto em domínios como a navegação, a cartografia, a astronomia e a medição de ângulos muito pequenos [1].

EXEMPLO	
1 -	Correto $\theta = 22,20^\circ$ desaconselhado $\theta = 22^\circ 12'$
2 -	$t = 10\text{ h } 31\text{ min } 19,93\text{ s}$

## 6.3 - Clareza na escrita de valores de grandezas

6.3.1 pela inequívoca atribuição do símbolo da unidade ao valor numérico ao qual pertence.

Isso pode ser observado nos vários exemplos seguintes.

6.3.2 pela ausência de informação sobre a grandeza para o símbolo da unidade

EXEMPLO			
Correto	51 mm × 49 mm de 31 mm a 73 mm	Incorreto	51 × 49 mm de 31 a 73 mm
	[31; 73] mm {8,2; 9,1; 13,0} GHz ou {8,2 GHz; 9,1 GHz; 13,0 GHz}		8,2; 9,1; 13,0 GHz
Correto	66,2 m ± 0,2 m ou (66,2 ± 0,2) m	Incorreto	66,2 ± 0,2 m ou 66,2 m ± 0,2
	123 s – 2 s = 121 s ou (123 – 2) s = 121 s $U = 230 \times (1 + 5\%)\text{ V}$ $= 230 \times 1,05\text{ V} = 242\text{ V}$		123 – 2 s = 121 s  $U = 230\text{ V} + 5\%$

Os símbolos das unidades devem ser independentes das grandezas em medição, que devem levar toda a informação para uma correta expressão do valor correspondente.

## 6.4 - %, percentagem, fração, ppm, ppb, ppt

Na expressão do valor de uma grandeza, de acordo

EXEMPLO		
1 -	Correto	O teor de Pb é 5 ng/L
	Incorreto	5 ng de Pb/L
2 -	Correto	A sensibilidade para as moléculas de $\text{NO}_3$ é $5 \times 10^{10}/\text{cm}^3$
	Incorreto	A sensibilidade é de $5 \times 10^{10}$ moléculas de $\text{NO}_3/\text{cm}^3$
3 -	Correto	A resistência por dispositivo é de 100 $\Omega$
	Incorreto	A resistência é de 100 $\Omega$ /dispositivo

com o ponto D. 6.2.2, existe um espaço entre o valor numérico e o símbolo da unidade: deve também existir um espaço entre o valor numérico e o símbolo %.

A fim de evidenciar a grandeza cujo valor está expresso com a unidade de símbolo %, é recomendado

EXEMPLO		
1 -	Correto	$x_{\text{Pb}} = 0,0025 = 0,25\%$
	Incorreto	$x_{\text{Pb}} = 0,0025 = 0,25\% = 0,25\text{ percent.}$

utilizar explicitamente razões das unidades correspondentes. Esta prática é ainda mais recomendada quando se trata das unidades de símbolos ppm, e sobretudo ppb e ppt, devido à confusão entre bilhão ( $10^{12}$ ) e bilhão/*billion* ( $10^9$ ) ou entre trilhão ( $10^{18}$ ) e trilhão/*trillion* ( $10^9$ ), de acordo com o ponto D.5.1.4.

## 7. Símbolos dos elementos químicos

EXEMPLO		
1 -	Correto	Uma estabilidade de 0,5 ( $\mu\text{A/A}$ )/min
	Incorreto	Uma estabilidade de 0,5 ppm/min
2 -	Correto	Uma mudança de frequência de $0,35 \times 10^{-9}\text{ f}$
	Incorreto	Uma mudança de frequência de 350 ppb
3 -	Correto	Uma fração mássica de 3,0 cg/g
	Incorreto	Uma fração mássica de 3,0 %
4 -	Correto	Uma sensibilidade de 4,0 ng/kg
	Incorreto	Uma sensibilidade de 4,0 ppb

Os símbolos dos elementos químicos, como os símbolos das unidades e os numerais, são sempre impressos em caracteres romanos não inclinados, qualquer que seja o tipo de caracter do texto onde estão inseridos.

## 7.1 – Subscritos e sobrescritos sobre símbolos de elemento

O número de nucleões (i.e. o número de massa) de um nuclídeo é indicado na posição esquerda sobrescrita:  $^{28}\text{Si}$ .

O número de átomos de uma molécula de um nuclídeo particular é mostrado na posição direita subscrita:  $\text{H}_2$ .

O número de prótons (o número atómico) é indicado na posição esquerda subscrita:  $_{29}\text{Cu}$ .

O estado de ionização ou de excitação é indicado na posição direita sobrescrita, como se pode ler nos exemplos seguintes:

Estado de ionização:  $\text{Ba}^{++}$ ,  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$

Estado excitado eletrónico:  $\text{Ne}^*$ ,  $\text{CO}^*$

Estado excitado nuclear:  $^{15}\text{N}^m$  ou  $^{15}\text{N}^*$

## Referências

1. *Le système international d'unités (SI)*, 9e édition, 2019, Bureau international des poids et mesures, disponível em : <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>;
2. *Le Système international d'unités – The International System of Units*, 7e édition, 1998, Bureau international des poids et mesures;
3. *Le Système international d'unités – The International System of Units*, 8e édition, 2006, Bureau international des poids et mesures;
4. Decreto-Lei n.º 128/2010 de 3 de dezembro, Diário da República, 1.ª série, N.º 234, 3 de dezembro de 2010.
5. de Almeida G., O sistema internacional de unidades (SI), 3.ª ed., Plátano, 2002;
6. Instituto Português da Qualidade, Regras e Procedimentos para a Normalização Portuguesa, IPQ, Caparica, 2019;
7. Thompson A., Taylor B.N., *Guide for the Use of the International System of Units (SI)* Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 811, 2008 Ed., (March 2008; 2nd printing November 2008);
8. ISO 80000-1:2009 *Quantities and units - Part 1: General*;
9. ISO 80000-2:2019 *Quantities and units - Part 2: Mathematics*;
10. Disponível em: <https://www.bipm.org/fr/publications/open-literature/> à data de 2019-12-18;
11. *Comptes rendus 87, 11e Conférence générale des poids et mesures, résolution 12*, 1960, Bureau international des poids et mesures;
12. Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012) (1.ª edição luso-brasileira, autorizada pelo BIPM, da 3.ª edição internacional do VIM – *International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms - JCGM 200:2012*), IPQ, Portugal, 2012;
13. *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections)*;
14. Ref. 12, entrada 1.9;
15. Ref. 12, entrada 1.10;
16. Ref. 12, entrada 1.4;
17. Ref. 12, entrada 1.5;
18. Ref. 12, entrada 1.11;
19. Ref. 12, entrada 1.3;
20. Ref. 12, entrada 1.13;
21. Ref. 12, entrada 1.16;
22. Ref. 12, entrada 1.6;
23. Ref. 12, entrada 1.12;
24. Brigodiot, G. “*Les unités de mesure – Législation et règles d'écriture*” in « *Fondamentaux de la métrologie* », « *Concepts et vocabulaire* », AFNOR 2005.
25. Legent, N. “*Unités de mesure SI*” *Techniques de l'Ingénieur Archives* 23v2 2006;
26. de Boer, J. “*On the History of Quantity Calculus and the International System*”, *Metrologia*, vol. 32, p. 404-429, 1994/1995;