

## SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES: use-o de forma correta

### Nilo Indio do Brasil

#### RESUMO

O Sistema Internacional de Unidades (SI) é de uso obrigatório no Brasil, no entanto, o seu uso correto não vem sendo praticado pelos profissionais, principalmente os de engenharia. O artigo expõe os erros cometidos mais frequentemente na área de engenharia relativos à grafia dos símbolos das unidades e divulga as regras gerais para grafia das grandezas e de suas unidades e também para apresentação de valores numéricos das grandezas SI.

**Palavras-chaves:** Sistema internacional. Unidades de medida. Pesos e medidas.

combinação delas com as unidades SI não deve ser praticada para não perder a coerência das unidades SI.

O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO), por meio da Resolução nº 11/88 aprovou a Regulamentação Metrológica em 12 de outubro de 1988. O capítulo II, alínea 7, dessa Resolução autoriza o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) a adotar as providências necessárias à consolidação das atividades de metrologia no País. O capítulo IV, alínea 13, estabelece que:

É obrigatório para expressão de quaisquer grandezas o uso das unidades legais de medida em livros, catálogos, anúncios, propaganda comercial, plantas, faturas, editais, sinais de tráfego, envoltórios e recipientes de mercadorias e impressos em geral.

#### 1 INTRODUÇÃO

Desde 1962, no Brasil, são consideradas legais as unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI), seus múltiplos e submúltiplos decimais, bem como outras unidades constantes no Quadro Geral de Unidades anexo ao Decreto nº 81.621 de 03/05/78. Este Quadro Geral de Unidades (QGU) contém as prescrições sobre o SI que inclui a forma correta de grafia dos nomes das unidades, dos seus símbolos, dos números e dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades (chamados prefixos SI). Além das unidades SI, o QGU contém unidades aceitas para uso, por estarem amplamente difundidas e desempenharem um papel importante na vida diária, porém a

O INMETRO é o órgão autorizado para traduzir as edições atualizadas do *Brochure sur le SI* editado pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas – BIPM. A última atualização que gerou a 8ª edição do SI ocorreu em 2006 e a edição brasileira traduzida foi disponibilizada em 2012 na página oficial do INMETRO. Nesse artigo,

também serão contempladas as regras e convenções para expressar os valores das grandezas estabelecidas pelas Normas ISO, uma vez que a última edição do SI trata do tema. No Brasil, o órgão responsável pelas atualizações das Normas ISO é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

## 2 OS ENGANOS MAIS COMETIDOS NA GRAFIA DAS UNIDADES

A motivação desse artigo é a minha observação que, apesar da obrigatoriedade do uso do SI em publicações oficiais, as unidades do SI não estão sendo usadas ou os seus nomes ou os símbolos não estão sendo grafados corretamente. Em especial, na área de atuação da Petrobras, onde ocorre uma forte influência norte americana, é muito comum as informações técnicas estarem sendo publicadas com unidades não permitidas pelo SI. A mais comum é a unidade de volume, o barril, usada para expressar volume de petróleo e de seus derivados, ou barril por dia (bpd) no caso de vazão ou de capacidade de produção. Quanto às unidades de volume (barril, e o galão em alguns casos), é curioso saber que há mais de um valor (equivalência diferente em metros cúbicos) para a mesma unidade, que depende da aplicação e do país em que ela é usada (Estados Unidos ou Reino Unido), o que pode causar engano. Antes de o petróleo ser transportado em barris, no início de sua descoberta, a unidade barril já era usada nos Estados Unidos (USbarril) como unidade de capacidade de líquidos com equivalência de 31,5 galões americanos (USgal) ou  $0,119\ 241\ \text{m}^3$ . No entanto, para diferenciar o carregamento de petróleo, o

barril passou a ter uma capacidade um pouco maior, equivalente a 42 galões americanos ou  $0,158\ 987\ \text{m}^3$ , e pintado de azul, passando ser conhecido como *blue barrel* com símbolo *bbl*. Já no Reino Unido, a unidade de capacidade usual é o galão britânico (UKgal) com equivalência de  $4,546\ 09 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$  ou 1,200 95 USgal. No Brasil, a unidade barril de petróleo, ou o galão, normalmente adotada é o padrão americano. De qualquer forma, o uso dessas unidades sempre pode gerar dúvidas e devem sempre ser evitadas. Apesar disso, há profissionais que usam em documentos relativos às atividades de E&P, capacidades de produção de água produzida expressas em barris de água, com o barril equivalente ao barril de petróleo, o que não faz nenhum sentido, já que os barris de petróleo e água têm valores diferentes em metros cúbicos.

Com relação às unidades do SI, serão aqui considerados os erros cometidos mais frequentemente que ferem as prescrições estabelecidas pela 8ª edição do SI. Antes, é necessário lembrar que um sistema de unidades está relacionado a um sistema de grandezas e às equações que relacionam essas grandezas entre si, formando diversas outras grandezas. As grandezas de base do SI são: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de matéria e intensidade luminosa. Por convenção, as grandezas de base são consideradas independentes e têm uma dimensão que é o conceito básico de medida dessa grandeza que pode ser expressa por diferentes unidades. No entanto, o SI só permite uma única unidade para cada grandeza e as unidades de base

correspondentes são: metro, quilograma, segundo, ampere, kelvin, mol e candela. As unidades derivadas são formadas por produtos de potências das unidades de base em função das equações algébricas que definem a grandeza correspondente. Algumas unidades derivadas SI recebem nomes especiais para simplificar a expressão matemática. Certas grandezas que são definidas pela razão entre duas grandezas de mesma natureza são ditas adimensionais, o que significa que a sua dimensão pode ser expressa pelo número um. Os valores dessas grandezas são expressos por números, e a unidade “um” não é mostrada explicitamente, como é o caso do índice de refração, do ângulo plano e do ângulo sólido, embora esses dois últimos recebam nomes especiais, radiano e esferorradiano. As unidades que possuem nomes especiais estão apresentadas no Quadro 2, Apêndice 1.

A maioria dos erros na grafia das unidades ocorre quando se usa os símbolos ao invés do nome das unidades por extenso e, principalmente, quando se usa os prefixos SI para representar uma grandeza de valor muito grande ou muito pequeno. As regras estão detalhadas no Apêndice 2, no entanto no artigo serão discutidas as principais:

- a) os símbolos são escritos em fonte romana (vertical) com letras minúsculas, exceto quando o nome da unidade homenageia um cientista e, neste caso, a primeira letra é maiúscula.

Exemplo: m, s, K (de kelvin). Quando se expressa o valor de uma grandeza, o símbolo deve ser colocado à direita do

valor e com um espaço separando o valor do símbolo. Ex.: 10 m, 350 K;

- b) os símbolos das unidades são entidades matemáticas e não abreviaturas e, portanto, não devem ser seguidos de pontos (exceto no caso da pontuação final) ou mesmo índices, ou seja, o símbolo da unidade não pode ser modificado.

Exemplo: Não é permitido escrever 10 mt. e 500 Pa<sub>abs</sub> (pressão absoluta);

Observação: Como, na indústria, as vazões volumétricas de gás são medidas em condições padronizadas, é comum elas serem representadas de forma errônea, modificando-se o símbolo da unidade. Ou seja, se o valor for expresso nas “CNTP” (condição normal de temperatura e pressão), não é permitido escrever 100 Nm<sup>3</sup>/h e, muito menos 100 Sm<sup>3</sup>/d, onde S significa *standard*. Além da regra explicitada na alínea b não permitir, não se está especificando qual é a temperatura ou a pressão. Isso gera interpretação errada, pois os valores de temperatura podem tanto ser 0 °C (valor original) ou 20 °C (na indústria do petróleo) e a pressão pode ser 101 325 Pa (1 atm) ou 100 000 Pa (recomendado pela UIQPA). No caso do S de *standard* pode ocorrer ambiguidade porque esse símbolo está associado à temperatura de 60 °F (15,5 °C). Como será visto mais adiante essas informações devem estar associadas à grandeza e não às unidades;

- c) os símbolos não variam no plural e não podem ter combinações de

parte escrita por extenso e parte por símbolos;

Exemplo: não é permitido escrever 10 ms, 10 joules/kg

Observação: Um erro muito comum ocorre ao se escrever capacidade de produção ou de processamento de gás natural ao não se observar a regra definida na alínea c. Não se pode escrever 15 milhões de  $\text{m}^3/\text{d}$  porque está se usando parte escrita por extenso e parte por símbolo. Ou se escreve tudo por extenso: 15 milhões de metros cúbicos por dia, ou usa-se as potências de 10:  $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ , ou se usa os prefixos, conforme indicado na alínea f.

- d) o prefixo faz parte da unidade e não pode haver espaço entre o prefixo e o símbolo da unidade. Um prefixo não pode ser usado isoladamente e nunca podem ser justapostos a um mesmo símbolo.

Exemplo: não são permitidos 10 G (ou 10 gigas) e nem 10 Mkg. O correto é 10 Gg. Como o símbolo de quilograma já possui um prefixo, por convenção, os seus múltiplos e submúltiplos são formados pela adjunção de outros prefixos SI ao símbolo g. Os prefixos SI são mostrados na Tabela 3, Apêndice 1;

Observação: Os prefixos, quando usados com unidades fora do SI podem gerar interpretações diferentes. Infelizmente, o prefixo “mega” com símbolo “M” que significa “ $10^6$ ” usa a mesma letra que o algarismo romano que representa “ $10^3$ ” que, embora não seja um prefixo, vem sendo usado como tal, associado a unidades fora do SI. Esse é o caso quando a capacidade de produção é expressa em “Mbpd”. Alguns interpretam com mil barris por dia e outros como milhão de barris por

dia. Pior acontece quando esse mesmo símbolo é associado a unidades de energia térmica (calor) fora do SI, como a caloria (cal) ou a sua equivalente em unidades inglesas, a *british thermal unit* (btu). Os americanos costumam usar MMBTU para representar  $10^6$  btu, onde cada M representa  $10^3$ , sendo que, no Brasil, é comum alguns usarem MMkcal como unidade de energia térmica. Nesse caso, três erros estão sendo cometidos, a saber: o uso de unidade fora do SI, dois prefixos diferentes representando  $10^3$  e o mesmo prefixo (M) repetido. A unidade de energia térmica do SI tem um nome especial, joule (símbolo J).

- e) para os símbolos de unidades formados por produtos e quocientes são válidas as regras de multiplicação e divisão algébricas. A multiplicação pode ser indicada por um ponto à meia altura ou por um espaço, embora seja preferível usar o ponto para evitar que alguns prefixos sejam confundidos como símbolo de unidade. A divisão é indicada por uma barra inclinada, por uma linha horizontal ou por expoentes negativos. Não se deve usar a barra inclinada mais de uma vez em uma expressão sem parênteses, a fim de evitar ambiguidades.

Exemplo:  $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  ou  $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$  ou  $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{s}^2 \cdot \text{K})$  ou  $\text{kg m}^2 / (\text{s}^2 \text{K})$ , são opções corretas, porém não:  $\text{kg m}^2 / \text{s}^2 / \text{K}$ .

- f) se o símbolo de uma unidade tem potência e é precedido por um prefixo, deve-se entender que o

conjunto prefixo-unidade é afetado pelo expoente.

Exemplo:  $1 \text{ km}^3 = (10^3 \text{ m})^3 = 10^9 \text{ m}^3$ ,  $1 \text{ Mm}^3 = (10^6 \text{ m})^3 = 10^{18} \text{ m}^3$

$10^6 \text{ m}^3 = (10^2 \text{ m})^3 = 1 \text{ hm}^3$ ;

Observação: essa regra é bem conhecida, no entanto, as pessoas acabam infringindo-a, escrevendo  $15 \text{ Mm}^3/\text{d}$  para representar  $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ , quando deveria ser  $15 \text{ hm}^3/\text{d}$ . Há ainda casos que o mesmo valor de  $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$  é expresso como  $15 \text{ MMm}^3/\text{d}$ , onde cada M representa  $10^3$ , conforme explicado na alínea d.

### 3 O SISTEMA DE GRANDEZAS

Como visto na observação da alínea b, a grafia correta das unidades está associada com a grandeza que ela representa e, da mesma forma que a unidade, a grandeza também é expressa por um símbolo. O sistema de grandezas a ser utilizado com o SI inclui as equações que relacionam as grandezas entre si que são conhecidas da física. A norma internacional ISO/IEC 80000 ou a norma ABNT NBR ISO 80000 engloba um número relativamente extenso de grandezas, com os nomes e símbolos recomendados (não são obrigatórios) gerando um conjunto de grandezas utilizadas com o SI designado por Sistemas Internacional de Grandezas, símbolo SIQ, em qualquer língua.

À semelhança das unidades, as grandezas também são expressas por símbolos que são, de uma maneira geral, uma única letra do alfabeto latino ou grego em fonte itálica (inclinada), sem considerar os tipos utilizados no restante do texto. No entanto, diferentemente das unidades, os símbolos das grandezas podem ser acompanhados de informações complementares como subscritos e sobrescritos, porém não podem ser seguidos de ponto, já que não são abreviaturas. Regras para grafia dos símbolos das grandezas bem como dos índices (subscritos e sobrescritos) associados a elas podem ser encontrados em [1], [2] e [3].

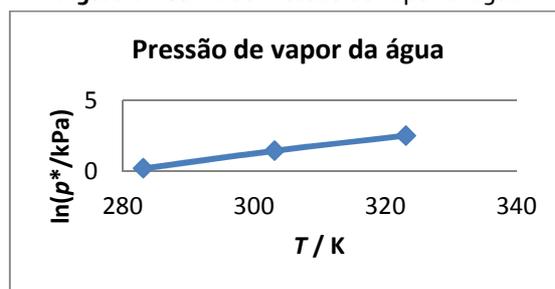
O valor numérico de uma grandeza é expresso como o produto de um número por uma unidade, com um espaço entre o número e a unidade, sendo o espaço considerado como um sinal de multiplicação. Dessa forma, a equação que representa o valor da grandeza pode ser tratada conforme as regras gerais da álgebra. Por exemplo, a equação  $p = 200 \text{ kPa}$  pode ser escrita como  $p/\text{kPa} = 200$ , o que torna conveniente o uso dessa forma em tabelas e gráficos, de modo que os dados sejam apenas números, como exemplificado na Tabela 1 e na Figura 1.

**Tabela 1** - Pressão de vapor da água

<b><i>T / K</i></b>	<b><i>p* / kPa</i></b>	<b><i>ln(p*/kPa)</i></b>
<b>283,15</b>	1,227	0,2046
<b>303,15</b>	4,242	1,4450
<b>323,15</b>	12,335	2,5124

Fonte: O AUTOR, 2013.

Figura 1 - Curva de Pressão de vapor d'água



Fonte: O AUTOR, 2013.

Resumindo, não é recomendado expressar as unidades das grandezas usando a vírgula ou colocando-as entre parênteses como é normalmente feito. Exemplo:  $p$ , kPa ou  $p$  (kPa).

#### 4 GRANDEZAS DE DIMENSÃO UM

Na 8ª edição do SI, observa-se uma atenção especial aos valores de grandezas de dimensão um, que historicamente são chamadas de grandezas adimensionais. Como o símbolo da unidade "1" não é mostrado explicitamente, os símbolos dos prefixos não podem ser justapostos ao símbolo 1 e, por isso, as potências de 10 são normalmente utilizadas para expressar valores muito pequenos das grandezas adimensionais. Esse é o caso de valores como 0,01 ou 0,000 001 que significam  $10^{-2}$  ou  $10^{-6}$ , cujas unidades são normalmente expressas, respectivamente, como % e ppm. O símbolo % conhecido mundialmente passou a ser reconhecido pelo SI para representar grandeza adimensional de valor igual a 0,01. Uma vez que "%" passou a ser o símbolo empregado com o SI, deve-se seguir a regra definida na alínea a, ou seja, deixa-se um espaço entre o valor e o símbolo, por exemplo, 12 % ao invés de 12%. No caso de composições de misturas, que por definição é uma grandeza de unidade 1, pois a quantidade

do componente e a quantidade da mistura tem que ser expressa na mesma grandeza, seja massa, volume ou quantidade de matéria, não se deve utilizar as expressões "porcentagem em massa", "porcentagem em volume" ou "porcentagem em quantidade de matéria". Nesses casos, a informação sobre a grandeza considerada deve vir no nome ou no símbolo da grandeza, por exemplo, para uma mistura de dois componentes em quantidades iguais, deve-se escrever: a fração mássica de cada um dos componentes é de 50% e, não, a fração dos dois componentes é de 50% em massa ou 50% m/m. Essas últimas expressões devem ser evitadas.

Quanto ao símbolo "ppm", também utilizado para expressar o teor ou a fração de um dado componente presente em pequena quantidade em uma mistura, a 8ª edição do SI passou a permitir o seu uso, pois o seu significado é análogo ao do símbolo %, já que representa "partes por milhão". No entanto, os termos "partes por bilhão" e "partes por trilhão" devem ser evitados, pois o significado de bilhão e trilhão difere entre países. De qualquer forma não se deve modificar a unidade, escrevendo-se ppmv ou ppmw, para expressar que a unidade em consideração é massa (ppmw) ou em volume (ppmv). À semelhança do símbolo %, a informação

sobre a grandeza deve vir no nome ou no símbolo da grandeza. Por exemplo, deve-se escrever: o teor em volume ou em quantidade de matéria de  $\text{NO}_x$  nos gases de combustão gerado pelos queimadores modernos conhecidos como “*Low NO<sub>x</sub>*” é de 40 ppm. Particularmente, eu prefiro evitar o símbolo “ppm”, pois não se especifica a grandeza em consideração, e utilizar as unidades, como estabelecido anteriormente, ou seja, escrever 40 mol/Mmol para o exemplo dado.

## 5 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS NUMÉRICOS

A 9ª CGPM (1948) ratificada pela 22ª CGPM (2003) já estabelecia que “o separador decimal dos números é a vírgula ou o ponto (no inglês) e que para facilitar a leitura, os números que representam o valor numérico da grandeza podem ser divididos em grupos de três algarismos e separados por um espaço entre os grupos, e jamais devem ser separados por pontos (ou por vírgulas, no caso inglês)”. Essa decisão estabelece que a forma correta de escrever números com muitos algarismos significativos é, por exemplo: 101 325 0,435 924 ou 12 657, 435. No caso de quatro algarismos antes ou depois da vírgula é usual não se isolar um algarismo pelo espaço. Exemplo: 1345, 762 34, 7648.

## 6 A TRADUÇÃO DA 8ª EDIÇÃO DO SI

Não posso deixar de fazer um comentário final sobre a tradução da 8ª edição do SI que acolheu decisões do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990. Essas decisões permitiram a inclusão das letras k, w e y no alfabeto, levando os

tradutores a mudarem a grafia do prefixo quilo para kilo e, por consequência, do nome da unidade de massa quilograma para kilograma. Apesar de ser usada a nova grafia no texto, a apresentação da edição brasileira feita pelo presidente do INMETRO, no último parágrafo, deixa claro que o próprio Acordo Ortográfico admite que a grafia quilo continue sendo considerada correta. Então por que mudar na tradução?

Outro aspecto da tradução diz respeito à grandeza de base “quantidade de matéria” já enraizada na língua portuguesa e bastante divulgada pelo próprio INMETRO, que foi alterada para “quantidade de substância”. O original em francês “*quantité de matière*” possui como melhor tradução para o português, quantidade de matéria, já que matéria e substância na química não tem o mesmo significado. Para esclarecer esse ponto de vista estão citados textos de livros de química.

Uma das características da ciência é que ela usa as palavras comuns de nossa linguagem cotidiana, mas lhes dá significado preciso. Na linguagem diária uma “substância” é apenas outro nome da matéria. Em química, porém, uma **substância** é uma *forma simples e pura da matéria*. A carne é uma mistura de muitas substâncias diferentes e, no sentido técnico usado em química, não é uma “substância”. “O ar é matéria, mas,

sendo uma mistura de vários gases, não é uma substância simples. [6]

Matéria é tudo aquilo que ocupa espaço e tem massa. Uma substância é uma forma de matéria que tem uma composição definida (constante) e propriedades características... As substâncias diferem umas das outras quanto à composição, e podem identificadas pelo aspecto, odor, sabor e outras propriedades... [7]

Como a grandeza quantidade de matéria, conforme estabelecido pela 14ª CGPM – Resolução no 3, em 1971, pode ser aplicada a qualquer entidade elementar, sejam elas átomos, íons, elétrons outras partículas ou agrupamentos especificados de tais partículas, usar o termo quantidade de substância não é adequado, já que essas entidades não são substâncias.

## 7 CONCLUSÃO

Não era de se esperar uma dificuldade grande de adoção do sistema internacional no Brasil, uma vez que o sistema métrico que foi a base do SI já era o sistema de uso generalizado no país. Na área de engenharia e, em especial, na área de petróleo, a dificuldade advém da influência americana, cujo sistema inglês de unidades é fortemente aplicado. No entanto, como os Estados Unidos fazem parte da Convenção do Metro e se obrigaram a

adotar o SI, as publicações técnicas e científicas oriundas desse país já o vem adotando, enquanto aqui no Brasil ainda são publicados materiais com unidades inglesas ou em paralelo com outros sistemas de unidades.

Na área de petróleo, apesar de internacionalmente ainda serem usadas as unidades de volume barril e galão, e as suas derivadas que dão origem a símbolos como bpd e boe, é necessário um esforço da comunidade técnica em não utilizá-las para que o SI fique consolidado em nosso país.

## ABSTRACT

Although the International System of Units, by force of law, is the official system for using in Brasil, the units have not been employed correctly by professionals, especially engineers. The article shows the more common faults in the engineering area related to the way of writing the unit symbols and also propagates the general rules for writing quantity and unit symbols and for presenting numerical values of SI quantities.

**Keywords:** International System. Units of measurement. Weights and measures

## NOTA

Não é recomendável deixar o número no final de uma linha e as unidades no início da outra; em outras palavras, o espaçamento entre o valor numérico e o símbolo da unidade deve ser de uma ou meia letra. Em colunas de tabelas, é facultado utilizar espaçamentos diversos entre os números e

os símbolos das unidades correspondentes.

## REFERÊNCIAS

[1] BIPM. *Le Système International d'Unités (SI)*, 8<sup>a</sup> ed. Paris. France, 2006, <http://www.bipm.org/en/si/>.

[2] BRASIL, N. I. *Sistema Internacional de Unidades*. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 2013.

[3] INMETRO. *Sistema Internacional de Unidades (SI)*, 8<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro. 2012, <http://www.inmetro.gov.br>.

[4] ABNT NBR ISO 80000-1, *Grandezas e unidades, Parte 1: Generalidades*.

[5] INMETRO. *Regulamentação metrológica – Resolução CONMETRO 11/88*, Rio de Janeiro, Brasil, 1988.

[6] ATKINS, P. & Jones, L. *Princípios de Química*, 5<sup>a</sup> ed. São Paulo. Bookman Ed., 2012.

[7] CHANG, R. *Química Geral – Conceitos Essenciais*, 4<sup>a</sup> ed. São Paulo. Ed. McGraw Hill, 2006.

**Apêndice 1 – Unidades com nomes especiais e prefixos do SI****Quadro 1 – Unidades derivadas SI com nomes especiais**

Grandeza derivada	Unidade		Expressão equivalente	
	Nome	Símbolo	Outras unidades SI	Unidades de base SI
ângulo plano	radiano	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$
ângulo sólido	esferorradiano	sr		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
atividade (de um radio-nuclídeo)	becquerel	Bq		$s^{-1}$
calor, energia, trabalho	joule	J	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
capacitância elétrica	farad	F	C/V	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
carga elétrica	coulomb	C		$s \cdot A$
condutância elétrica	siemens	S	A/V	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
dose absorvida	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
equivalente de dose	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
fluxo luminoso	lúmen	lm		cd·sr
fluxo de indução magnética	weber	Wb	V·s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
freqüência	hertz	Hz		$s^{-1}$
força	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
força eletromotriz, po-tencial elétrico, tensão	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
iluminamento	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	$m^2 \cdot cd \cdot sr$
indução magnética	tesla	T		$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indutância	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
potência	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
pressão	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
resistência elétrica	ohm	$\Omega$	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grau Celsius	°C		K

Fonte: O AUTOR, 2013.

**Quadro 2- Prefixos SI**

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

Fonte: O AUTOR, 2013.

## Apêndice 2 - Prescrições gerais do SI para simbologia, grafia e apresentação

### 1 Grafia dos Símbolos de Unidades

- a) os símbolos são grafados, geralmente, com letras minúsculas, exceto quando se tratar de nomes próprios. Neste caso, quando houver duas letras no símbolo, apenas a primeira deve ser maiúscula;  
Exemplo: m, mol, s e A, K, Pa
- b) há apenas um símbolo aceito para cada unidade;  
Exemplo: seg (segundo), hr (hora), mt (metro) são grafias erradas
- c) os símbolos de unidades não devem ser seguidos de ponto de abreviatura, sinais, letras ou índices, exceto no caso da pontuação normal (ponto final), pois o símbolo não é uma abreviatura;  
Exemplo: 2 m., 2  $W_{mec}$  são grafias erradas. O correto é: 2 m e 2 W
- d) os símbolos são invariáveis;  
Exemplo: 2 kms, 2 hs, 2 kgs são grafias erradas
- e) os múltiplos e submúltiplos das unidades são indicados por prefixos especiais antepostos aos símbolos. No entanto, os prefixos SI não podem ser justapostos a um mesmo símbolo;  
Exemplo: 1 MkW (ou 1 kW), 1  $\mu$ m são grafias erradas. O correto é 1 GW e 1 nm
- f) símbolos de unidades formadas por multiplicação de outras unidades são indicados mediante a colocação de um ponto à meia altura entre os símbolos componentes ou por um espaço entre as unidades. É preferível usar o ponto à meia altura para evitar confusão;  
Exemplo: N·m ou N m são grafias corretas. Ao invés de Pa s é preferível Pa·s

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

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

Exemplo: m/s,  $\frac{m \cdot s^{-1}}{s}$ , m são grafias corretas

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

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

não se deve usar o traço horizontal, quando os símbolos escritos em duas linhas diferentes puderem causar confusão;

- h) os prefixos SI podem coexistir num símbolo composto por multiplicação ou divisão;  
Exemplo: kV/mm, kN·cm, k $\Omega$ ·mA
- i) os símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão;  
Exemplo:  $W/(m^2 \cdot K/cm)$
- j) o símbolo é escrito no mesmo alinhamento do número a que se refere, e não como expoente ou índice. São exceções os símbolos das unidades não SI de ângulo plano ( $^\circ$ , ', " ), os expoentes dos

símbolos que têm expoente, o sinal ° do símbolo do grau Celsius e os símbolos cuja divisão é indicada por traço de fração horizontal;

Exemplo:  $2^m$ ,  $2_m$  são grafias erradas.  $20^\circ\text{C}$  e  $30^\circ$  são grafias corretas

k) o expoente dos símbolos devem ser colocados imediatamente após o símbolo;

Exemplo:  $\text{m}^2$  é grafia errada

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

Exemplos

$1\text{ cm}^3 = 10^{-2}\text{ m}^3 \rightarrow$  errado;

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

$1\text{ km}^2 = 10^3\text{ m}^2 \rightarrow$  errado;

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

m) quando o símbolo está associado a um valor decimal, ele deve ser colocado à direita do valor numérico

Exemplo:  $42,62^\circ\text{C}$   $24,6\text{ kPa}$

no caso da unidade possuir uma divisão não decimal e os seus submúltiplos têm nome especial, como são os casos das unidades de tempo (hora e minuto) e de ângulo plano (grau, minuto e segundo) aceitas para uso com o SI sem restrição de prazo se usa a indicação sucessiva do valor numérico e da unidade ou do símbolo sem intercalação de vírgula;

Exemplo:

42 graus 23 minutos 13 segundos	Certo	42 graus, 23 minutos, 13 segundos	Errado
42° 23' 13"			
11 horas 20 minutos	Certo	11 horas, 20 minutos	Errado
11h20min		11:20h ou 11,20h	

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

## 2 Grafia dos Nomes de Unidades

a) quando escritos por extenso, os nomes de unidades, com ou sem prefixos, são considerados substantivos comuns, ou seja, começam por letras minúsculas, mesmo quando têm o nome de um cientista. A única exceção é o grau Celsius, que pode ser utilizado no SI para exprimir diferença ou intervalo de temperatura. Neste caso, a palavra Celsius corresponde a um adjetivo que qualifica o substantivo grau;

Exemplo: são grafias erradas: Ampère, Newton, Kelvin, Pascal. Os nomes das unidades, de forma contrária ao que acontece com os símbolos, podem variar com os idiomas dos diversos países

b) os prefixos SI são antepostos às unidades e formam uma única palavra;

Exemplo: mega-joule e quilo-pascal são grafias erradas

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

Exemplo:

2 joules por quilograma ou 2 J/kg  $\rightarrow$  certo      2 joules por kg e 2 joules/quilograma  $\rightarrow$  errado

oito mil quilômetros, 8 mil quilômetros ou 8 000 km  $\rightarrow$  certo      oito mil km  $\rightarrow$  errado

- d) quando uma unidade for formada por multiplicação de duas ou mais unidades, é recomendado usar um espaço entre elas. É aceitável o hífen, especialmente em casos de interpretação duvidosa;  
Exemplo: newton metro ou newton-metro
- e) os nomes de múltiplos e submúltiplos decimais das unidades são pronunciados por extenso, prevalecendo a sílaba tônica da unidade;  
Exemplo: nanometro (sílaba tônica mé)
- f) no caso de unidades que contêm áreas e volumes, os qualificativos quadrado e cúbico são pospostos à unidade;  
Exemplo: metro quadrado e metro cúbico
- g) no caso de outras grandezas, não há nomenclatura especial. Deve-se enunciar a potência.  
Exemplo: metro por segundo ao quadrado

### 3 Plural de Nomes de Unidades

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

- a) os prefixos SI são sempre invariáveis;  
Exemplo: 10 megajoules. E não 10 megas joules
- b) os nomes de unidades recebem a letra "s" no final de cada palavra, exceto nos casos da alínea c. Segundo esta regra, o plural não desfigura o nome que a unidade tem no singular, e, portanto, não se aplicam aos nomes de unidades certas regras usuais de formação do plural de palavras;
  - i. quando são palavras simples.  
Exemplos: pascals e decibel,

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

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

- ii. quando são palavras compostas em que o elemento complementar de um nome de unidade não é ligado a este por hífen,  
Exemplo: metros quadrados
  - iii. quando são termos compostos por multiplicação, cujos componentes podem variar independentemente um do outro,  
Exemplo: newtons-metro, watts-hora, pascals-segundo são grafias erradas. O correto é: newtons-metros, watts-horas, pascals-segundos
- c) os nomes ou partes do nomes de unidades não recebem a letra "s" no final;
    - i. quando terminam pelas letras s, x ou z,  
Exemplos hertz, siemens, lux
    - ii. quando correspondem ao denominador de unidades compostas por divisão,  
Exemplo: metros por segundo
    - iii. quando, em palavras compostas, são elementos complementares de nomes de unidades e ligados a estes por hífen ou preposição,

Exemplo: quilogramas-força.

#### 4 Recomendações Gerais Relativas aos Números

- a) impressão de números: De acordo com os princípios gerais adotados pelas normas ISO, os números devem ser impressos em caracteres romanos (verticais), mesmo quando forem índices superiores ou inferiores. Esta recomendação abrange tanto os valores numéricos de grandezas físicas como os números utilizados em fórmulas, em índices, em expoentes, etc. Os números que não representam quantidades, por exemplo: numeração de elementos em sequência como em numeração de páginas e de parágrafos, códigos de identificação, datas, números de telefones e outros usados nos demais contextos estão fora do âmbito desta recomendação e podem ser empregados caracteres itálicos, se necessário;
- b) separação em grupos de milhares: para facilitar a leitura de números com muitos algarismos, é recomendado que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal dos números sejam separados em grupos de três, a contar da vírgula para a esquerda e para a direita, com pequeno espaço entre esses grupos. Em geral, se usa um espaço em texto datilografado e meio espaço em texto impresso. Estes grupos não devem ser separados por pontos, nem por vírgula (no caso de documentos na língua inglesa);
- c) nomenclatura dos grandes números: Para exprimir números sem escrever ou pronunciar todos os seus algarismos, usa-se as seguintes regras;
  - i. para os números que representam *quantias em dinheiro ou quantidade de mercadorias, bens ou serviços* são empregadas de uma maneira geral as palavras: mil, milhão, bilhão, trilhão, etc. Os prefixos SI ou os fatores decimais podem ser opcionalmente empregados, por exemplo, em cabeçalhos de tabelas. No entanto, para trabalhos de caráter técnico ou científico, é recomendado o emprego dos prefixos SI ou fatores decimais

Observação: Deve-se tomar cuidado com o emprego destes termos, porque se pode correr riscos de confusão, uma vez que em países europeus, como Inglaterra, França, Itália, Espanha e Portugal, por exemplo, a regra de formação desses termos é diferente. Os países europeus, de uma forma geral, adotam a regra N, formada pela expressão:  $10^{6N} = (N)$  ilhão. Assim: N = 1:  $10^6 =$  milhão, N = 2:  $10^{12} =$  bilhão, N = 3:  $10^{18} =$  trilhão, N = 4:  $10^{24} =$  quatrilhão, etc. Para os valores intermediários, as designações são formadas pela adição da palavra mil, ou seja,  $10^9 =$  mil milhões  $10^{15} =$  mil bilhões, etc.

Devido às palavras milhão, bilhão etc. serem de uso corrente, é comum se ferir a regra definida no item 2, alínea c, quando se escreve grandezas expressas por um número muito alto. De acordo com esta regra, não é permitido usar combinações de partes escritas por extenso com partes expressas por símbolo,

Exemplos:

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

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

- d) apresentação de resultados numéricos: É recomendado, na apresentação de resultados numéricos que envolvem números decimais ou na apresentação de constantes físicas, escrever apenas um dígito à esquerda do sinal decimal, acrescido da potência de base 10 e o expoente apropriado;
 

Exemplos:  $9,578 \times 10^7$  ou  $1,602 \times 10^{-19}$

devem-se usar os prefixos SI para expressar o resultado final de um resultado numérico em uma forma conveniente, onde os números variam de 0,1 a 999;

Exemplo: 326 kPa ao invés de 326 000 Pa.

- e) espaçamento entre número e símbolo: O espaçamento entre um número e o símbolo da unidade correspondente deve atender à conveniência de cada caso. Em frases de textos correntes, é recomendável deixar um espaçamento correspondente a uma ou a meia letra entre o valor numérico e o símbolo da unidade. Contudo, não se deve dar espaçamento quando há possibilidade de fraude. Exemplo: 25 kg ao invés de 25kg.

### **Nilo Indio do Brasil**

Graduação (1968) em Engenharia Química pela Escola Nacional de Química (ENQ - Atual UFRJ). Mestrado em Engenharia Química pela University of Aston in Birmingham, UK. Engenheiro de Processamento da Petrobras desde 1969. Consultor Sênior e Professor das disciplinas de Destilação de Petróleo, Dessalgação de Petróleo, Fornos Industriais e Balanço de Massa e Energia. Autor dos livros de Introdução à Engenharia Química e Sistema Internacional de Unidades, e co-autor/organizador do livro de Processamento de Petróleo e Gás. Lotação: Petrobras. RH/UP/ECTAB/PCPROC – Rio de Janeiro, RJ. Chave: SD44. E-mail: niloindiobrasil@petrobras.com.br

Como referenciar este artigo:

BRASIL, Nilo Indio do. Sistema Internacional de Unidades: use-o de forma correta. **Revista Técnica da Universidade Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 1 n. 1, p. 37-51, out. 2014. ISSN: 2359-134X.