

## Frequentes não-conformidades de textos científicos ao Sistema Internacional de Unidades (IV): Tabelas e gráficos

### 1 Contextualização

Nas três (3) anteriores notas técnicas (NT) desta série sobre **não-conformidades de publicações técnico-científicas** ao **Sistema Internacional de Unidades – SI** (BIPM, 2019) foram apresentadas maneiras de adequar os textos ao **SI** em relação a (I) unidades e seus múltiplos e submúltiplos; (II) unidades e incertezas de medição; e (III) intervalos e contagens.

Nesta NT serão mostradas as **irregularidades** em tabelas e gráficos e formas de adequar esses elementos pictóricos ao **SI**.

Quando se deseja apresentar o valor numérico duma grandeza de forma adimensional é necessário operar matematicamente as unidades para tornar essa manipulação consistente ao **SI** (BIPM, 2019 e 2021), ao **VIM** (BIPM et al., 2008 e 2012b) e ao **GUM** (BIPM et al., 2008 e 2012a). Destaca-se que estes documentos atendem aos preceitos da linguagem matemática.

O verbete **1.20** e sua **NOTA 2**, p. 12, da 1ª edição luso-brasileira do **VIM 2012 - JCGM 200:2012** - (BIPM et al., 2008 e 2012b), apresenta a maneira apropriada de operar com as unidades e o valor numérico de uma grandeza:

... o valor numérico  $\{Q\}$  duma grandeza  $Q$  é frequentemente representado como  $\{Q\} = Q/[Q]$ , onde  $[Q]$  representa a unidade de medida.

Exemplo: Para um valor duma grandeza de **5,7 kg**, o valor numérico é  $\{m\} = (5,7 \text{ kg})/\text{kg} = 5,7$ .” (BIPM et al., 2012b, p. 12, grifo nosso)

Ou seja, ao passar as unidades do lado direito de uma equação, para o lado esquerdo do sinal de igualdade (ou desigualdade) **as unidades passam para o outro lado do sinal dividindo, não multiplicando**.

### 2 Não-conformidades e recomendações para adequar os textos científicos ao SI e à quantidade apropriada de AS

Nesta seção são apresentadas algumas frequentes não-conformidades e formas de adequar os textos técnico-científicos ao **SI** (BIPM, 2021), ao **VIM** (BIPM et al., 2012b) e ao **GUM** (BIPM et al., 2012a).

#### 2.1 Não-conformidades ao SI na apresentação de unidades em tabelas

Bastante frequente é apresentar **erroneamente** as unidades nas legendas de tabelas, **Tabela 1**.

**Tabela 1 – Apresentação não-conforme ao SI das unidades em uma tabela**

$p$ (kPa)	$v^2$ (m/s) <sup>2</sup>
48,73	94 766
72,87	94 771
135,42	94 784

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

Observe que as unidades estão a multiplicar o símbolo das grandezas pressão  $p$  e da grandeza velocidade ao quadrado  $v^2$ ; ou seja, segundo a **Tabela 1**: (i)  $p$  (kPa) = **48,73 kPa** ou (ii)  $p$  (kPa) = **48,73**; em ambos os casos a grandeza fica sem sentido físico, pois ao passar a unidade para o lado direito do sinal de igualdade obtém-se: (i)  $p = 48,73$  ou (ii)  $p = 48,73 \text{ kPa}^{-1}$ , respectivamente. De modo análogo, ocorrerá com os demais valores de pressão e com a grandeza velocidade ao quadrado  $v^2$  e suas unidades.

Nas Tabelas 1 a 6 e nas Figuras 1 e 2, a velocidade está elevada ao quadrado pois é assim que é apresentado no **SI** (BIPM, 2021, p.25), com o intuito de exemplificar o uso conforme o **SI** de unidades em tabelas e figuras, por meio da proporcionalidade entre a pressão e o quadrado da velocidade do som no ar (Lide, 2005, p. 14-41).

Na seção 5.4.1., p. 25, o **SI** (BIPM, 2021) traz um exemplo sobre como deve ser adimensionalizada uma grandeza: “... a equação  $p = 48 \text{ kPa}$  pode ser também escrita como  $p/\text{kPa} = 48$ . Ainda na p. 25 o **SI** mostra como as unidades de uma tabela devem ser apresentadas, **Tabela 2**.

**Tabela 2 – Apresentação conforme o SI das unidades em uma tabela**

$p$ / kPa	$v^2$ / (m/s) <sup>2</sup>
48,73	94 766
72,87	94 771
135,42	94 784

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021 p. 25, grifo nosso).

Na **Tabela 2** as barras (/) estão em destaque com o intuito de ressaltar que essas são necessárias para manter a coerência das unidades apresentadas conforme preconiza o **SI**.

Uma alternativa para não utilizar a barra (/) é elevar a unidade a (-1):  $p \text{ (kPa)}^{-1} = 48$ , veja **Tabela 3**. Outra forma de apresentar as unidades em uma tabela é acrescentar **uma coluna à direita do valor numérico** das grandezas, **Tabela 4**.

**Tabela 3 – Forma alternativa para apresentação conforme o SI das unidades em uma tabela**

$p \text{ (kPa)}^{-1}$	$v^2 \text{ (m/s)}^{-2}$
48,73	94 766
72,87	94 771
135,42	94 784

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

Quando a unidade de uma grandeza é formada por apenas um símbolo elevada a um expoente não há necessidade de utilizar os parênteses; por exemplo, nas tabelas 3 e 6 a unidade da pressão poderia ser representada por  $\text{kPa}^{-1}$ , ou seja, em um texto científico seria  $p \text{ kPa}^{-1}$ . Entretanto, para ficar mais claro, optou-se pelo uso dos parênteses.

**Tabela 4 – Outra forma para apresentação conforme o SI das unidades em uma tabela**

$p$	Unidade	$v^2$	Unidade
48,73	kPa	94 766	$(\text{m/s})^2$
72,87	kPa	94 771	$(\text{m/s})^2$
135,42	kPa	94 784	$(\text{m/s})^2$

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

Também é bastante usual e **errado** apresentar as unidades em uma tabela à esquerda do valor numérico da grandeza, com **a omissão da barra (/)**, **Tabela 5**. O segundo parágrafo desta seção explica e a **Tabela 5** apresenta, o porquê das maneiras de informar as unidades estão **'não-conforme', segundo o SI**.

**Tabela 5 – Maneira não-conforme ao SI de apresentar as unidades de uma grandeza em uma tabela**

N	Descrição	Valor
1	Pressão (kPa)	48,73
	Velocidade ao quadrado (m/s) <sup>2</sup>	94 766
2	Pressão, $p$ (kPa)	72,87
	Velocidade ao quadrado, $v^2$ (m/s) <sup>2</sup>	94 771
3	$p$ (kPa)	135,42
	$v^2$ (m/s) <sup>2</sup>	94 784

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

Para apresentar os valores das grandezas **conforme o SI** pode-se usar a (/); ou elevar a unidade a (-1), **Tabela 5**; ou utilizar a preposição **em** antes da unidade, **Tabela 6**.

**Tabela 6 – Alternativas, conforme ao SI, para apresentar a unidade de uma grandeza em uma tabela**

N	Descrição	Valor
1	Pressão, <b>em</b> (kPa)	48,73
	Velocidade ao quadrado, <b>em</b> (m/s) <sup>2</sup>	94 766
2	Pressão, $p$ / (kPa)	72,87
	Velocidade ao quadrado, $v^2$ / (m/s) <sup>2</sup>	94 771
3	$p$ (kPa) <sup>-1</sup>	135,42
	$v^2$ (m/s) <sup>-2</sup>	94 784

Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

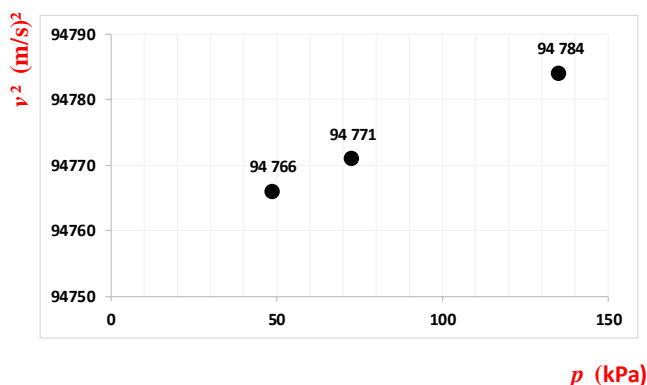
## 2.2 Não-conformidade ao SI na apresentação de unidades nos eixos de gráficos

Problema análogo às legendas das tabelas, ocorrem nas legendas dos eixos dos gráficos.

Os valores numéricos que aparecem nos gráficos, quando não acompanhados das suas unidades, implicam que suas grandezas foram adimensionalizadas, ou seja, as grandezas foram divididas por suas unidades.

Contudo é muito comum encontrar as **unidades dos eixos apresentadas de forma errada (Figura 1)**, ou **não apresentadas (Figura 2)**, ambas as situações caracterizam **não-conformidades ao SI**.

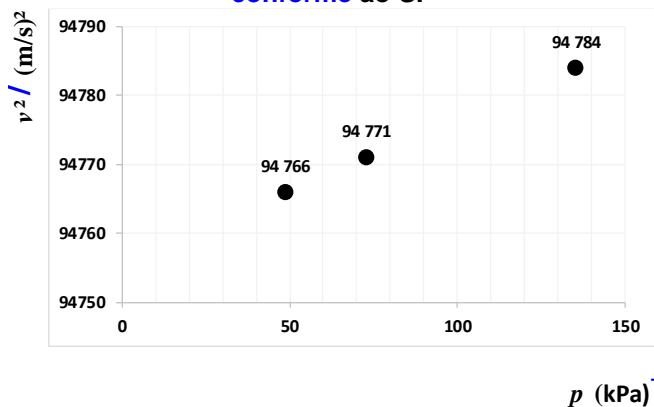
**Figura 1 – Unidades dos eixos não-conformes ao SI**



Fonte: Adaptado do **SI** (BIPM, 2021, p. 25).

A adequação da **Figura 1** ao **SI** é também análoga ao realizado nas tabelas: (i) acrescentar a barra (/) entre o símbolo da grandeza e a unidade; ou (ii) acrescentar o expoente (-1) à unidade. Na **Figura 2**, para ilustração, o eixo vertical foi adequado com uso da barra (/) e o eixo horizontal com o uso do expoente (-1).

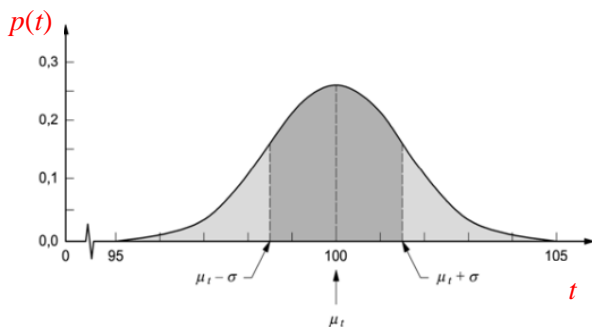
Figura 2 – Unidades dos eixos conforme ao SI



Fonte: Adaptado do SI (BIPM, 2021, p. 25).

Outra discrepância, em relação a linguagem culta técnico-científica, é a **omissão de unidades nos eixos** dos gráficos. Destaca-se, devido a quantidade de ocorrências dessa **não-conformidade**, os gráficos de funções de densidade de probabilidade (PDF), Figura 3.

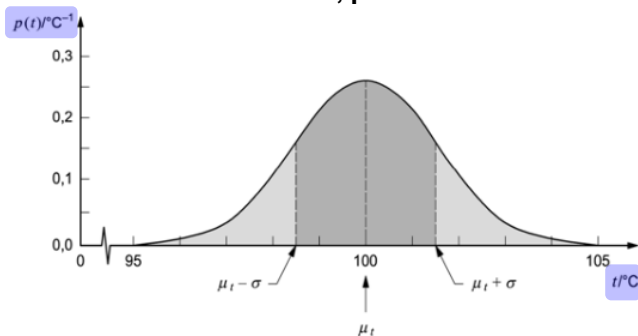
Figura 3 – Legendas dos eixos do gráfico de PDF não-conformes por omissão das unidades ao SI



Fonte: Adaptado do GUM (BIPM, 2012a, p. 16).

A adequação da Figura 3 ao SI é alcançada ao **acrescentar as unidades aos eixos**, conforme a Figura 4. Observe que, neste caso, a unidade do eixo vertical é o inverso multiplicativo da unidade do eixo horizontal, pois trata-se de uma PDF, cuja área sob a curva deve ser 1 (um).

Figura 4 – Unidades dos eixos conformes ao SI, para uma PDF



Fonte: Adaptado do GUM (BIPM, 2012a, p. 16).

### 3 Conclusão

O SI estabelece que os **“símbolos das unidades são tratados como entidades matemáticas.”** (BIPM, 2021, p. 25). Portanto deve-se seguir as regras da álgebra ao operar com as unidades das grandezas.

O SI determina como devem ser apresentadas as unidades nas legendas das colunas em tabelas e nos eixos dos gráficos. Contudo, a grande maioria dos artigos publicados em periódicos, livros etc. não seguem as recomendações do SI, o que pode causar ambiguidade na interpretação dos resultados, mas a solução é imediata: ler e seguir o SI.

Em futura NT será discutido o uso de algoritmos significativos nas publicações técnico-científicas.

### 4 Referências

BIPM, IEC, IFC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML. **VIM: International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM) Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)**. 3<sup>rd</sup> ed. 2008. [\[Link\]](#).

BIPM. **Le Système international d’unités (SI) / The International System of Units (SI)**. 9. ed. 2019. [\[Link\]](#).

BIPM; IEC; IFC; ILAC; ISO; IUPAC; IUPAP; OIML. **GUM: Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, BR: Inmetro, 2012a. [\[Link\]](#).

BIPM, IEC, IFC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, & OIML. **GUM: Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement**. 1<sup>st</sup> ed. 2008. [\[Link\]](#).

BIPM; IEC; IFC; ILAC; ISO; IUPAC; IUPAP; OIML. **O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES - Tradução luso-brasileira de 2021 do SI da 9ª edição**. 2021. [\[Link\]](#).

BIPM; IEC; IFC; ILAC; ISO; IUPAC; IUPAP; OIML. **Vocabulário Internacional de Metrologia - VIM Conceitos fundamentais e gerais e termos associados**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ/ BR e Caparica/PT: Inmetro, 2012.b. [\[Link\]](#).

LIDE, D. R. **CRC Handbook of Chemistry and Physics**, 85th ed. 2005.

**Nota Técnica ForMEQ 7/2021**

Editor: Ricardo de Araújo Kalid

Grupo de trabalho: Fernando Cordeiro Raposo, Felipe Rebello Lourenço, Olivier Pellegrino e Welington Ferreira de Magalhães