

Frequentes **não-conformidades** de textos científicos ao Sistema Internacional de Unidades (II): Unidades e incertezas de medição

1 Contextualização

Na primeira parte desta série de **Notas Técnicas (NT)** foram apresentados dois tipos de **não-conformidades** ao **Sistema Internacional de Unidades (SI)** frequentemente encontradas nos textos técnico-científicos, a saber:

- (i) grafia dos nomes das unidades do **SI**;
- (ii) grafia e pronúncia de submúltiplos e múltiplos das unidades do **SI**.

Nesta NT serão mostrados os seguintes tipos de **irregularidades**:

- (iii) utilização de caracteres alfanuméricos entre os símbolos de unidades de medida;
- (iv) omissão de parênteses em denominadores de unidades de medida;
- (v) omissão da incerteza do resultado de medição de uma grandeza;
- (vi) omissão de unidades ao reportar conjunto de valores ou incertezas de grandezas.

Apesar do **SI** ter sido atualizado no dia 20 de maio de 2019 (BIPM, 2019) – Dia Mundial da Metrologia, e ter sua tradução em língua portuguesa publicada em 2021 (INMETRO; IPQ, 2021) pelo **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO** e o **Instituto Português de Qualidade (IPQ)** as **não-conformidades** (iii), (iv), (v) e (vi) já o são desde a 8ª edição do **SI** (BIPM, 2006), ou seja mesmo depois de 14 anos os autores de textos técnico-científicos ainda não observam as orientações do **SI** com relação ao uso correto de nomes e símbolos de unidades de medida, cálculo e apresentação da incerteza de medição.

Nas próximas publicações desta série de **NT**, serão abordadas as **irregularidades** ao **SI** enumeradas de (vii) a (xiii) na NT 4/2021.

O objetivo desta série de **NT**, iniciada **NT 4**, é auxiliar no processo de elaborar publicações técnico-científicas mais coerentes e consistentes do ponto de vista das unidades de medida e da incerteza de medição, conforme orienta o **SI** (INMETRO; IPQ, 2021) e o **GUM** (BIPM et al., 2012).

2 Não-conformidades e recomendações para adequar os textos científicos ao SI

O **SI** é atualizado periodicamente, então é necessário sempre adequar os textos técnico-científicos à mais recente versão do **SI**.

2.1 Utilização de caracteres alfanuméricos entre os símbolos de unidades de medida

O **SI**, na seção 5.4.2, especifica que:

“O símbolo da unidade não deve ser utilizado para fornecer informações específicas sobre a grandeza em causa e nunca deve ser a única fonte de informação sobre a grandeza. As unidades nunca devem ser utilizadas para dar informações complementares sobre a natureza da grandeza; este tipo de informação deve estar associado ao símbolo da grandeza e não ao da unidade.” (INMETRO; IPQ, 2021)

Apesar do **SI** estabelecer que apenas símbolos de unidades de grandezas do **SI** ou aceites (em Portugal escreve-se ‘aceites’) pelo **SI** poderem ser utilizadas na composição de uma unidade de uma grandeza, é comum documentos técnicos, normativos ou científicos incorporarem informações ou valores nas unidades de grandezas; por exemplo, é **não-conforme** o **SI** e frequente **inserir o símbolo de substâncias químicas nas unidades de uma grandeza**, veja o último exemplo do **Quadro 2.1**.

No **Quadro 2.1**, observam-se exemplos de **não-conformidades** e **conformidades** ao **SI**.

2.2 Omissão de parênteses em denominadores de unidades de medida

Outra não-conformidade ao **SI** frequentemente encontrada é a omissão de parênteses nos denominadores de unidades de grandezas; por exemplo, é comum encontrar a unidade de fração mássica escrita da seguinte forma **g / 100 g**, que é o mesmo que **g² / 100**, quando a unidade que o autor queria informar é **g / (100 g)**, mas ainda assim esta última unidade é **não-conforme** ao **SI**, veja o penúltimo exemplo do **Quadro 2.1**.

2.3 Omissão da incerteza do resultado de medição de uma grandeza

O **SI** estabelece, na seção 2.1 (INMETRO; IPQ, 2021), que é **necessário expressar a incerteza associada ao valor de uma grandeza**, contudo a maioria dos artigos publicados não apresenta a incerteza, quando muito indica o desvio-padrão experimental ou o desvio-padrão experimental da média, que é apenas um dos componentes da incerteza.

Quadro 2.1 - Exemplos de unidades de grandezas **não-conformes ao SI** e formas aderentes ao **SI**.

Descrição	Unidade não-conforme ao SI	Unidade conforme ao SI
diferença de potencial elétrico máxima*	$U = 1000 V_{\max}$	$U_{\max} = 1000 V$
fração mássica de cobre na amostra de silício*	$1,3 \times 10^{-6} w/w$	$w(\text{Cu}) = 1,3 \times 10^{-6}$
fração mássica de álcool em solução aquosa	$g/100 g$ ou $g/(100 g)$	$10^{-2} g/g$ ou g/hg ou $g/(hg)$ ou $g hg^{-1}$ ou $g (hg)^{-1}$
emissão de gases de efeito estufa	kg_{CO_2eq} / MWh	$kg / (MW \cdot h)$ ou $kg / (MW h)$

* exemplos retirados do **SI** (INMETRO; IPQ, 2021)
Fonte: Autoria própria.

O **SI** vai mais além: indica, na seção 5.4.5 (INMETRO; IPQ, 2021), que a incerteza deve ser expressa conforme o documento JCGM 100:2008, também conhecido como **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição - GUM** (BIPM et al., 2012). Mas, novamente, poucos artigos, livros etc. publicados seguem essa determinação do **SI**.

A omissão da incerteza do resultado de medida é uma falha gravíssima, pois compromete a qualidade dos resultados apresentados. As conclusões dos artigos que fazem tratamento quantitativo de medições ou simulações e que não apresentam a incerteza são inconsistentes, pois fazem afirmações sem fundamentos metrológicos adequados.

2.4 Omissão de unidades ao reportar conjunto de valores ou incertezas de grandezas

As unidades do **SI** são entidades matemáticas, portanto as regras e propriedades da multiplicação (associatividade, distributividade etc.) são aplicadas a elas.

Está **errado** apresentar um conjunto de valores sem suas unidades, por exemplo, **10,1; 20,0; 30,8 °C não está aderente ao SI**, pois neste caso apenas o valor numérico 30 está associada à unidade °C. **O correto** é utilizar uma das duas formas a seguir: repetir a unidade após cada valor numérico **10,1 °C; 20,0 °C; 30,8 °C**; ou usar parênteses que englobem a série de valores numéricos: **(10,1; 20,0; 30,8) °C**.

Ao apresentar a incerteza expandida de uma grandeza, a regra acima deve ser obedecida, por

exemplo, é **não-conforme ao SI**: **15,2 ± 0,3 mL**, ou **15,2 mL ± 0,3**; enquanto a forma **correta** é **15,2 mL ± 0,3 mL**, ou **(15,2 ± 0,3) mL**. Quando apresentar a incerteza expandida o **GUM**, nas seções 7.2.3 e 7.2.4, p. 26 (BIPM et al., 2012), estabelece que também deve ser informado:

- o valor da incerteza padrão e sua unidade;
- as unidades do mensurando (em Portugal 'da mensuranda') e da incerteza;
- a descrição do mensurando (em Portugal 'da mensuranda');
- o valor do fator de abrangência (em Portugal 'de expansão');
- a probabilidade de abrangência [Port. de expansão], ou nível da confiança - cuidado para não confundir com nível de confiança;
- o tipo de distribuição utilizada; e
- os graus efetivos de liberdade.

Outros exemplos de não-conformidades e soluções para adequação ao **SI** você encontra em Kalid (KALID, 2021).

3 Conclusão

As não-conformidades ao **SI** nos textos técnico-científicos, além da forma, também atingem o conteúdo das publicações, por exemplo, ao não expressar a incerteza do resultado de medição. Contudo, o **SI** tem orientações claras, exemplos ilustrativos e recomenda o **GUM** (BIPM et al., 2012) para superar essas discrepâncias.

4 Referências

BIPM. **Le Système international d'unités (SI) / The International System of Units (SI)**. 8. ed. (2006). [\[Link\]](#)

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, 2012. [\[Link\]](#).

INMETRO; IPQ. **O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES - Tradução luso-brasileira da 9ª edição**. 2021. [\[Link\]](#).

KALID, Ricardo de Araújo. **Expressão de indicações, observações e dados experimentais em conformidade com O SI, o VIM e o GUM**. UFSB, 2021. DOI: 10.5281/zenodo.5502220. [\[Link\]](#).

Nota Técnica ForMEQ 5/2021, 1ª Ed., nov. 2021.

Editor: Ricardo de Araújo Kalid

Grupo de trabalho: Fernando Cordeiro Raposo,
Ricardo J.N. Bettencourt da Silva
Wellington Ferreira de Magalhães