

## ppm e ppb

Luís Spencer Lima

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

### CITAÇÃO

Lima, L. S. (2015)  
ppm e ppb,  
*Rev. Ciência Elem.*, V3(02):141.  
[doi.org/10.24927/rce2015.141](https://doi.org/10.24927/rce2015.141)

### EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

### RECEBIDO EM

28 de dezembro de 2010

### ACEITE EM

19 de janeiro de 2011

### PUBLICADO EM

15 de junho de 2015

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2015.  
Este artigo é de acesso livre,  
distribuído sob licença Creative  
Commons com a designação  
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite  
a utilização e a partilha para fins  
não comerciais, desde que citado  
o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Partes por milhão (ppm) e partes por bilião (ppb) são formas particulares de exprimir fração mássica e fração volúmica usadas, em geral, quando estas grandezas adimensionais apresentam valores muito baixos. Partes por milhão (ppm) representa uma parte de soluto por um milhão ( $10^6$ ) de partes de solução e partes por bilião (ppb) representa uma parte de soluto por um bilião ( $10^{12}$ ) de partes de solução. Para designar partes por milhão expressas em volumes costuma utilizar-se o símbolo ppm(V).

$$ppm = \frac{m_{\text{soluto}} \times 10^6}{\Sigma m_{\text{constituíntes}}} \quad ppb = \frac{m_{\text{soluto}} \times 10^{12}}{\Sigma m_{\text{constituíntes}}} \quad ppm(V) = \frac{V_{\text{soluto}} \times 10^6}{\Sigma V_{\text{constituíntes}}}$$

Atendendo a que  $1 \text{ kg} = 1 \times 10^6 \text{ mg}$ ,  $1 \text{ g} = 1 \times 10^6 \mu\text{g}$ , será:

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg(soluto) por kg(solução)} = 1 \mu\text{g(soluto) por g(solução)}$$

Atendendo a que  $1 \text{ kL} = 1 \times 10^6 \text{ mL}$  e  $1 \text{ L} = 1 \times 10^6 \mu\text{L}$ , e considerando os volumes aditivos, isto é, que o volume da solução é a soma dos volumes dos constituintes, será:

$$1 \text{ ppmV} = 1 \text{ mL(soluto) por kL(solução)} = 1 \mu\text{L(soluto) por L(solução)}$$

Estas formas de exprimir composições de soluções (ou de misturas, em geral) só podem ser utilizadas se as “partes” de soluto e de solução tiverem as mesmas dimensões, isto é, unidades de massa, de quantidade de substância ou de volume. Por exemplo, não é correto dizer-se que uma solução de naftaleno (soluto) em benzeno (solvente) com uma concentração mássica de  $15 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  equivale a uma solução com 15 ppm de soluto. Contudo, é frequente a utilização das unidades ppm e ppb em soluções aquosas diluídas para designar a massa de soluto por volume de solução. Tal deve-se ao facto da massa volúmica da solução ser praticamente igual à massa volúmica da água (muito próxima de 1 à temperatura ambiente), o que faz com que  $1,0 \text{ g}$  de solução  $\approx 1,0 \text{ g}$  de água  $\approx 1,0 \text{ cm}^3$ . Assim, pode-se considerar que, em soluções aquosas diluídas,  $12 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  equivalem a 12 ppm.

Estas formas de exprimir a concentração são desaconselhadas por parte da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), devido à ambiguidade existente entre os símbolos, à ambiguidade na propriedade a que se refere a unidade (fração molar, mássica ou volúmica) e também devido ao facto da designação de ordens de grandezas acima de um milhão poderem ser diferentes entre países. Por exemplo, nos Estados Unidos da América e no Reino Unido, entre outros,  $10^9$  denomina-se um bilião, enquanto para a maior parte dos países europeus (entre os quais Portugal) e países da América Latina um bilião significa um milhão de milhões, isto é,  $10^{12}$ . Estas diferenças implicam que 1 ppb em Portugal corresponda a 1000 ppb nos EUA.