

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES EM QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO

1. Unidades do sistema internacional

Divididas em duas categorias:

Unidades de base e Unidades derivadas

a) Unidades de base

- São dimensionalmente independentes
- Símbolos → expressos em letras minúsculas
(exceto derivados de nomes próprios)

UNIDADES DO SI

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol

b) Unidades derivadas

- expressões algébricas das unidades de base

Algumas unidades SI derivadas simples, expressas em termos das unidades básicas

Grandeza	Unidade	Símbolo
Área	metro quadrado	m^2
Volume	metro cúbico	m^3
Velocidade	metro por segundo	$m\ s^{-1}$
Aceleração	metro por segundo ao quadrado	$m\ s^{-2}$
Densidade	quilograma por metro cúbico	$kg\ m^{-3}$
Concentração em quantidade de matéria	mol por metro cúbico	$mol\ m^{-3}$

c) Unidades não pertencentes ao SI

Por serem convenientes, são aceitas em publicações junto com as unidades do SI.

Unidades não pertencentes ao SI, normalmente aceitas para uso com unidades SI

Grandeza	Unidade	Símbolo	SI
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min
	dia	d	1 d = 24 h
Volume	litro	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
Massa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg
Área	hectare	ha	1 ha = 10 ⁴ m ²

COMO EXPRESSAR UNIDADES

Exemplo: kg N ha^{-1} **Incorreto**
 ou
 kg ha^{-1} de N **Correto**

Unidade não pode ser separada

d) Prefixos utilizados com SI

- Permitem ajustar a ordem de grandeza das unidades

Prefixos utilizados com unidades SI

Fator	Prefixos	Símbolo
10^{-18}	Atto	a
10^{-15}	Femto	f
10^{-12}	Pico	p
10^{-9}	Nano	n
10^{-6}	Micro	μ
10^{-3}	Mili	m
10^{-2}	Centi	c
10^{-1}	Deci	d
10^1	Deca	da
10^2	Hecto	h
10^3	Quilo	k
10^6	Mega	M
10^9	Giga	G
10^{12}	Tera	T
10^{15}	Peta	P
10^{18}	exa	E

2. Uso das unidades SI em Química e Fertilidade do Solo

a) Comprimento

- **Correto: metro e seus múltiplos, formados com os prefixos apropriados**

- Não utilizado:

 - Ângstrom ($A = 10^{-10} \text{ m} = 10^{-4} \mu\text{m} = 10^{-1} \text{ nm}$)

 - empregar micrômetro (μm), nanômetro (nm) etc.

b) Área

- **Correto: metro quadrado (m^2) e seus múltiplos.**
- O ha (hectare) não pertence ao SI mas é aceito para grandes áreas ($1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2$).

c) Volume

- **Correto: metro cúbico (m^3) e seus múltiplos**
- Litro (L, preferivelmente a l) e seus múltiplos são aceitáveis.

d) Massa

- **Correto: quilograma (kg) e seus múltiplos, formados com a palavra grama.**
- Tonelada (t) deve ser preferível a megagrama (Mg), pois pode confundir com o símbolo do magnésio

e) Quantidade de matéria

- Correto: mol

mol = é a quantidade de matéria que contém tantas entidades elementares quantos forem os átomos contidos em 0,012 kg de ^{12}C .

0,012 kg de ^{12}C contém $6,02 \times 10^{23}$ entidades (número de Avogadro)

1 mol de *moléculas* de um gás possui $\sim 6,022 \times 10^{23}$ *moléculas* deste gás

1 mol de *íon* equivale a $\sim 6,02 \times 10^{23}$ *íons*

1 mol de *grãos de areia* equivale a $\sim 6,02 \times 10^{23}$ *grãos de areia*

e) Quantidade de matéria

- Plural de mol é mols, não moles.
- Não utilizar: peso atômico (usar massa atômica)
peso molecular (usar massa molecular)

f) Concentração

- **Correto:** mol m⁻³, mol dm⁻³, mol L⁻¹ ou kg m⁻³
- Aceitam-se os múltiplos: mol cm⁻³, mmol dm⁻³, mg kg⁻¹, g kg⁻¹.
- Em desuso: molaridade e normalidade

f) Concentração

$$M = \frac{n^{\circ} \text{ mols}}{L} = \frac{\text{massa}}{\frac{\text{mol}}{L}}$$

$$N = \frac{n^{\circ} E_g}{L} = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{valência}}}{L}$$

Normalidade = Molaridade . Valência

Molaridade (M)

$$M = \frac{n}{V}$$

mas

número
de mols

massa do
soluto

$$n = \frac{m}{MM}$$

massa molar

então

$$M = \frac{\frac{m}{MM}}{V}$$

Ou seja,

$$M = \frac{m}{V \times MM}$$

Normalidade (N)

$$N = \frac{e}{V}$$

massa do soluto

$$e = \frac{m}{Eg}$$

número de equivalentes-grama

$$Eg = \frac{MM}{x}$$

valência

$$e = \frac{m}{\frac{MM}{x}}$$

$$e = \frac{m \times x}{MM}$$

$$N = \frac{\frac{m \times x}{MM}}{V}$$

$$N = \frac{m \times x}{V \times MM}$$

Relação entre Molaridade (M) e Normalidade (N)

$$M = \frac{m}{V \times MM}$$

e

$$N = \frac{m \times x}{V \times MM}$$

Dividindo M por N

$$\frac{M}{N} = \frac{\frac{m}{V \times MM}}{\frac{m \times x}{V \times MM}}$$



$$\frac{M}{N} = \frac{m}{V \times MM} \times \frac{V \times MM}{m \times x}$$

Ou seja,

$$N = M \times x$$

f) Concentração

- Partes por milhão (ppm) e partes por bilhão (ppb): não utilizadas por serem unidades ambíguas.

Ex.: 4 ppm de P = 4 mg dm⁻³ ou 4 mg kg⁻¹ ?

- Fertilidade: 4 mg dm⁻³

- Levantamento: 4 mg kg⁻¹

- **Porcentagem (%): restrito aos casos que não podem ser descritos com unidades do SI.**

ex: coeficiente de variação, umidade relativa, saturação por bases, porcentagem de aumento ou de diminuição de uma grandeza, grau de cobertura do solo etc.

- Concentração de elementos químicos em plantas:

* Utilizar

- **g kg^{-1} = 10 vezes maior que a %**

- **mg kg^{-1} = equivale ao ppm**

- **$\mu\text{g kg}^{-1}$ = equivale ao ppb**

f) Concentração

Concentração de cátions trocáveis, CTC, SB etc.

Utilizar:

- $\text{mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$

O que é mmol_c ?

$$1 \text{ mmol}_c = 1 \text{ meq} = 1 \text{ Emg} = \frac{\text{mmol}}{\text{valência}}$$

Exemplo:

$$1 \text{ mol}_c \text{ Ca} = ?$$

$$1 \text{ mol}_c \text{ Ca} = \frac{\text{mol Ca}}{\text{valência Ca}}$$

Tabela Periódica

Massa atômica



Número atômico



1A (1)																		2A (2)		3A (13)										4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)										
1																		2		3										4	5	6	7	8										
H																		He		Li										Be	B	C	N	O	F									
1,00794																		4,002602		6,941										9,012182	10,811	12,011	14,00	15,9994	18,99840	20,1797								
Hidrogênio																		Hélio		Lítio										Berílio	Boro	Carbono	Nitrogênio	Oxigênio	Flúor									
3																		4		11										12	13	14	15	16	17	18								
K																		Ca		Sc										Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
19																		20		21										22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K																		Ca		Scandio										Titânio	Vanádio	Cromo	Manganês	Ferro	Cobalto	Níquel	Cobre	Zinco	Gálio	Germânio	Arsênio	Selênio	Bromo	Criptônio
39,09																		24,50		47,867										50,9415	51,9661	54,938	55,845	58,9332	58,6934	63,546	65,39	69,723	72,64	74,9216	78,9718	83,80	85,464	89,904
K																		Ca		Zircônio										Nióbio	Molibdênio	Tecnécio	Rutênio	Ródio	Paládio	Prata	Cádmio	Índio	Estanho	Antimônio	Telúrio	Iodo	Xenônio	
132,90545																		137,327		178,49										180,947	183,84	186,207	190,23	192,223	195,078	196,966	200,59	204,3833	207,2	208,9803	210	210	222	
Cs																		Ba		Háfnio										Tântalo	Tungstênio	Rênio	Ósmio	Iridio	Platina	Ouro	Mercúrio	Tálio	Chumbo	Bismuto	Polônio	Astató	Radônio	
223,0197																		226,02		261,11										262,11	263,11	262,12	269	268	269	272	277	284	285	286	287	288		
Fr																		Ra		Rf										Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uur	Uus	Uut	Uuq	Uur
Frâncio																		Rádio		Rutécio										Dúbnio	Seabórgio	Bóhrio	Hássio	Meitnécio	Unúnio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio	Unúbio
* 138,9055																		140,116		140,9076										144,24	145,7	150,36	151,964	157,25	158,9253	162,50	164,9303	167,26	168,9342	173,04	174,967			
* 57																		58		59										60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
Lantânio																		Cério		Praseodímio										Neodímio	Promécio	Samário	Európio	Gadolínio	Térbio	Disprósio	Hólmio	Érbio	Túlio	Ítrécio	Lutécio			
** 89																		90		91										92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
Ac																		Th		Pa										U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
Actínio																		Tório		Protactínio										Urânio	Netúnio	Plutônio	Americio	Cúrio	Berquélio	Califórnio	Einsteinio	Férmio	Mendelévio	Nobélio	Laurêncio			

 Hidrogênio

 Metais

 Semi-metais

 Não-metais

 Gases nobres

$$1 \text{ mmol}_c = 1 \text{ meq} = 1 \text{ Emg} = \frac{\text{mmol}}{\text{valência}}$$

Exemplo:

$$1 \text{ mol}_c \text{ Ca} = ?$$

$$1 \text{ mol}_c \text{ Ca} = \frac{\text{mol Ca}}{\text{valência Ca}}$$

$$1 \text{ mol}_c \text{ Ca} = \frac{40}{2} = 20 \text{ g}$$

$$1 \text{ mmol}_c \text{ Ca} = \frac{40}{2} = 20 \text{ mg Ca}$$

$$1 \text{ mmol}_c \text{ H}^+ = \frac{1}{1} = 1 \text{ mg H}^+$$

- Concentração de cátions trocáveis, CTC, SB etc.

Utilizar:

- $\text{mmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$

Unidades antigas:

meq/100 g, meq/100 mL e meq/100 cm^3

- mesmo valor numérico de $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$

1 dm \Rightarrow 10 cm

Densidade = 1

1 dm³ \Rightarrow 10³ cm³

1 dm³ = 1 kg

1 dm³ \Rightarrow 1000 cm³

Unidade antiga \Rightarrow 100 cm³ \Rightarrow 0,1 dm³

Ca²⁺ = 2 meq/100 cm³ \Rightarrow 2 meq/0,1 dm³ \Rightarrow 20 meq dm⁻³

O fator 10 vem da transformação de 100 cm³ para dm³