

Nº 13, dez/98, p.1-4



## RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES NA ÁREA DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO

Edyr Marinho Batista<sup>1</sup>  
Divonzil Gonçalves Cordeiro<sup>1</sup>

As unidades que acompanham quaisquer números nos resultados de análises dimensionam as grandezas. A interpretação desses resultados e o impacto nos estudos comparativos estão diretamente relacionados com o sistema métrico utilizado. Escalas inadequadas e sistemas métricos não-padronizados dificultam não só as interpretações como a aprendizagem na área de Ciência do Solo. Atualmente, a tendência é a padronização, minimizando os esforços não só aos estudos como à utilização rotineira destes resultados.

Na Ciência do Solo são utilizados diferentes sistemas de unidades, como também diferentes escalas de um mesmo sistema. Desta maneira, em estudos comparativos, as discussões sobre o impacto de determinados resultados levam a interpretações diferentes para resultados semelhantes. Os trabalhos científicos e materiais didáticos ainda utilizam unidades como “ppm”, “equivalente grama” etc., consideradas obsoletas e em crescente desuso pelos especialistas da área de solos.

Com esta mesma preocupação, as editoras de livros técnicos e periódicos optaram pela uniformização tanto da linguagem como dos conceitos, adotando como padrão as unidades do **Sistema Internacional de Unidades**, com abreviação internacional **SI**.

Desde sua criação em 1960, o SI tem sido regulamentado por diversas entidades internacionais como a União Internacional de Química Pura (IUPAC), a União Internacional de Física Pura e Aplicada (IUPAP), a Organização Internacional para Padronização (ISSO) e o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM). No Brasil, a regulamentação para implantar este sistema ficou a cargo do Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM). A partir da resolução nº 12/1988, do Conselho Nacional de Metodologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), estabeleceu-se que o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), ficaria encarregado de propor as modificações necessárias ao SI, de modo a resolver os casos omissos, mantê-lo atualizado e dirimir dúvidas que possam surgir na interpretação e na aplicação das unidades legais.

Apesar da legislação brasileira estabelecer que as unidades do SI são de uso exclusivo e obrigatório no País, muitas sociedades ou grupos de pesquisa não exigem a padronização das unidades, gerando muitas dificuldades nas diferentes áreas de estudo e pesquisa.

Muitos países já adotaram este sistema como padrão, e inúmeras revistas internacionais exigem-no como pré-requisito para o aceite de artigos científicos. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, em Assembléia Geral do XXIV CBCS, em 1993, aprovou por unanimidade a adoção do SI, sendo declarado obrigatório o uso deste sistema nas publicações. Assim, apesar das dificuldades e resistências, características de qualquer mudança e/ou modernização, esta padronização é definitivamente necessária.

<sup>1</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco-AC.

Considerando que os programas de controle de qualidade e laboratórios associados adotam essas unidades, faz-se necessária a adoção rápida deste sistema pela Embrapa, tendo em vista a importância dos trabalhos realizados e o grande número de laboratórios componentes.

Com o propósito de iniciar a implantação do SI no Acre, demonstrar-se-ão as unidades mais utilizadas nas rotinas de análises de solos, as modificações que deverão ocorrer para implantá-lo.

### Regras para utilização de unidades

1. As bases de representação serão o quilograma (**kg**) ou o decímetro cúbico (**dm<sup>3</sup>**) para sólidos e o litro (**l**) para líquidos;
2. Os conteúdos serão expressos em quantidades de matéria, podendo ser usados mol de carga (**mol<sub>c</sub>**) ou milimol de carga (**mmol<sub>c</sub>**), ou em massa com alternativas de grama (**g**) ou miligrama (**mg**);

Obs: Um mol de carga corresponde a um miliequivalente que não será mais empregado. Todavia, a SBCS sugere a utilização do milimol de carga, seguindo a mesma tendência das publicações da Revista Brasileira de Ciência do Solo.

3. As representações serão feitas em uma só linha, com expoentes negativos para termos que costumam ser apresentados no denominador. Assim, será usada a representação **mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>** em vez de **mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>**. Como na rotina da maioria dos laboratórios de solos adota-se a medida volumétrica para sólidos, na hora do preparo da amostra para análises, geralmente os resultados deverão estar em **dm<sup>-3</sup>**. Contudo, não estará errado se forem encontrados resultados em **kg<sup>-1</sup>**, por isso, é apresentada na Tabela 1 a transformação de unidades usando **kg<sup>-1</sup>**;
4. Alguns dos resultados expressos em porcentagem passarão a utilizar uma nova representação combinando diversas unidades. Entretanto, a saturação por bases (**V**) e por alumínio (**m**) continuam sendo expressas em porcentagem (%) (nota-se que estes são índices calculados em representações de conteúdos, por isso admite-se o uso da porcentagem);
5. Os resultados de cátions trocáveis, cálcio (**Ca<sup>2+</sup>**), magnésio (**Mg<sup>2+</sup>**), potássio (**K<sup>+</sup>**), alumínio (**Al<sup>3+</sup>**), acidez potencial (**H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>**), soma de bases (**S**) e capacidade de troca de cátions (**CTC**) serão apresentados em **mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>**, o que significa multiplicar em dez vezes os resultados apresentados nas unidades anteriores (**meq/100 cm<sup>3</sup>**);
6. Para os resultados que eram apresentados em **ppm** ou **µg/cm<sup>3</sup>**, como fósforo (**P**), enxofre (**S-SO<sub>4</sub>**), zinco (**Zn**), ferro (**Fe**), manganês (**Mn**), cobre (**Cu**) e boro (**B**), a nova unidade será **mg dm<sup>-3</sup>**;
7. Os resultados de matéria orgânica (**MO**) serão apresentados em **g dm<sup>-3</sup>** ou **kg<sup>-1</sup>** se as alíquotas de amostra forem medidas em peso, sendo os valores dez vezes maiores do que os anteriormente expressos em porcentagem. Eventualmente poderá ser utilizado **dg dm<sup>-3</sup>** ou **dg kg<sup>-1</sup>**, os quais equivalem aos valores expressos em porcentagem;
8. O nível de precisão do número de casas decimais a ser utilizadas dependerá do tipo de equipamento usado e do seu grau de precisão, como também do tipo de pesquisa desenvolvida, além do bom senso dos cientistas para cada tipo de trabalho. Como exemplo podem-se citar dois casos: resultados para fins de fertilidade exigem somente uma casa decimal, enquanto pesquisas visando determinar o nível crítico de **Mg<sup>2+</sup>** para o crescimento inicial do eucalipto, que é de aproximadamente **0,05 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>** exigem duas casas decimais.

A Tabela 1 demonstra o nível de precisão exigido e as novas unidades que deverão ser utilizadas tanto para laudos de laboratórios como para os artigos científicos de revistas na área de Ciência do Solo.

**TABELA 1. Conversão das unidades em desuso para as unidades do Sistema Internacional de Unidades.**

Determinações	Unidades em desuso	Fator de conversão <sup>(1)</sup>	Unidades do SI <sup>(2)(3)</sup>	Precisão (n.º de casas decimais)
pH (água, KCl, CaCl <sub>2</sub> )	-	-	-	1
Carbono orgânico	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	2
Matéria orgânica	%			
Nitrogênio total				
Alumínio trocável				1
Cálcio trocável				1
Magnésio trocável				1
Potássio trocável				2
Sódio trocável	meq/100 g	10	mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	2
Capacidade de troca de cátions (CTC)	(meq/100cm <sup>3</sup> )		<b>(preferida)</b>	1
Soma de bases trocáveis (S)				1
Acidez				1
Hidrogênio extraível				1
Saturação por bases (V)				0
Saturação por alumínio	%	-	%	0
Saturação por sódio				0
Ponto de carga zero	-	-	-	2
Ataque sulfúrico	-	-	-	-
Sílica				1
Ferro no extrato sulfúrico				1
Alumínio no extrato sulfúrico				1
Titânio no extrato sulfúrico	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	2
Manganês no extrato sulfúrico				2
Fósforo no extrato sulfúrico				2
Ki e Kr (terra fina)	-	-	-	2
Relação Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	2
Ferro, alumínio, manganês e sílica livres	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	2
Sais solúveis:				
Pasta saturada	%	-	%	0
Condutividade elétrica	mmhos/cm/2	1	dS m <sup>-1</sup>	1
Cálcio	5°C	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Magnésio	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Sódio	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Potássio	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Carbonatos	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Bicarbonatos	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Cloretos	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
Sulfatos	meq/l	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1
CaCO <sub>3</sub> (equiv.)	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	0
Necessidade de gesso	meq/100 g	1	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	2
Enxofre	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	2
Microelementos	ppm	1	mg kg <sup>-1</sup>	0
Fósforo assimilável	ppm	1	mg kg <sup>-1</sup>	0
	µg/cm <sup>3</sup>			
Ataque triácido	g/100 g	10	g kg <sup>-1</sup>	1

**Fonte:** Claessen (1997), adaptada pelo autor.

<sup>(1)</sup> Para se obter o valor numérico das novas unidades basta multiplicar o valor das unidades em desuso pelo fator de conversão correspondente;

<sup>(2)</sup> Apesar da possibilidade de utilização de **cmol<sub>c</sub>**, recomenda-se a utilização do **mmol<sub>c</sub>**, seguindo a mesma tendência das publicações da Revista Brasileira de Ciência do Solo, sendo o resultado dos valores anteriormente utilizados multiplicado pelo fator de correção "10";

<sup>(3)</sup> Os resultados podem ser apresentados, também, em  $\text{dm}^{-3}$  em substituição ao  $\text{kg}^{-1}$ , sempre que o laboratório de solos adotar a medida volumétrica para sólidos, na hora do preparo da amostra para análises.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CANTARELLA, H.; MONIZ, A.C. Unidades do sistema internacional em publicações da SBCS. **Boletim informativo da SBCS**, Campinas, v.20, n.2, p.82-84, 1995.

CANTARELLA, H.; ANDRADE, J.C. O sistema internacional de unidades e a ciência do solo. **Boletim informativo da SBCS**, Campinas, v.17, n.3, p.91-102, 1992.

CLAESSEN, M.E.C., org. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

MELLO, P.M. de; ETCHEBEHERE, A. **Sistema internacional de unidades**. Rio de Janeiro: IEL, 1994. 79p. (Cadernos IEL, 8).

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

