

A terminologia dos elementos: pesados, traços ou tóxicos?

Leonardo Capeleto de Andrade¹ & Tales Tiecher²

¹ Eng. Ambiental, Mestre e doutorando em Ciência do Solo pelo PPGCS/UFRGS.

² Professor do Departamento de Solos/UFRGS.

Os termos elementos/metais “pesados”, “traços” ou “tóxicos” são comumente utilizados para se referir a um genérico grupo de elementos com potencial risco à saúde, como: arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn). Estas nomenclaturas são utilizadas por vezes como sinônimos, porém geralmente com diferentes intuitos – principalmente quando se tratando do comparativo com valores naturais ou em ambientes impactados.

Os “**metais pesados**” são definidos de forma bastante limitada e imprecisa, sendo os elementos assim determinados por sua massa atômica (maior que 23 a 40) ou densidade (maior que 3,5 a 7 g cm⁻³), com valores variando nas diferentes referências. Este termo é historicamente o mais utilizado – mesmo que considerada sua inadequação –, podendo ser visto como um “vício de linguagem”, inclusive na área acadêmica. Ao mesmo tempo, esta definição não abrange todo o grupo de metais e semi-metais (metalóides) em questão.

Os “**elementos traços**”, da mesma forma, nunca foram definidos precisamente, sendo o termo mais utilizado para os elementos que ocorrem naturalmente em quantidades menores que 0,01 ou 0,1% (100 ou 1000 mg kg⁻¹). No entanto, ressalta-se que alguns metais e metalóides geralmente considerados nesta denominação não ocorrem em quantidades “traços” (pequenas) em materiais biológicos ou mesmo na litosfera. No caso de solos, há uma ampla variação geográfica (e natural) nos teores des-

tes elementos, de acordo com a matriz de origem. O Cu e Zn, por exemplo, podem ser considerados “traços” em alguns locais do RS, mas não em outras áreas do estado (**Tabela 1**).

Os elementos/metais “**tóxicos**” possuem – dentre as três nomenclaturas – a definição mais precisa, referindo-se à potencialidade de danos agudos ou crônicos à biota, derivados destes elementos, sendo isto variável de acordo com sua biodisponibilidade no ambiente. Este conceito abrange adequadamente a definição de “contaminação ambiental”.

Se baseada na definição de metais “pesados”, consideraríamos neste grupo tanto o ferro (Fe), um dos metais em maior concentração na crosta, quanto o ouro (Au). Se baseada na definição de “traços”, o primeiro não seria incluso neste grupo. Se baseada na definição de “tóxicos”, ambos podem ou não estar classificados, sendo isto dependente das concentrações e condições do ambiente em análise. Porém, são raras as situações em que, principalmente o Au, inclua-se nesta condição.

Apesar de tamanha imprecisão na terminologia, os termos “traços” ou “pesados” são amplamente utilizados como sinônimos, mas sendo mais desconexos quando se tratando de ambientes poluídos ou contaminados, onde o termo “traços” perderia seu sentido. Desta forma a terminologia mais adequada relaciona-se ao grau de toxi-

Tabela 1 - Os solos do RS apresentam grande variação nos valores (mg kg⁻¹) de referência de qualidade (VRQ) em diferentes províncias geomorfológicas/geológicas. Fonte: Portaria FEPAM Nº 85/2014.

Províncias	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd
(1) “Planalto”	203	120	94	47	36	0,59
(3) “Depressão Periférica”	13	31	25	10	19	0,38

cidade dos elementos. Deste modo, a principal questão envolvida nas classificações e nomenclaturas está no contexto e condições do ambiente em questão. Alguns metais "traços" podem ser micronutrientes em determinados valores ou "tóxicos" em maiores concentrações.

Em função da relação entre a disponibilidade geral (considerando ambientes alterados) e o risco (toxicidade) dos elementos, alguns destes metais mais estudados atual-

mente são: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Pb e Zn. Entretanto, outros metais também são considerados poluentes prioritários (em função de seu maior uso atual na indústria), como Ag, Be, Sb, Se e Tl. Dentre estes metais, alguns não se classificam como "pesados" e por vezes também não como "traços" – entretanto, todos são "elementos potencialmente tóxicos", pois, como afirmava Paracelso em 1538: "Dosis sola facit venenum" (Só a dose faz o veneno").

Sistema integrado de produção agropecuária: o papel do animal na descida do efeito corretivo do calcário aplicado na superfície do solo

Amanda Posselt Martins¹, Ibanor Anghinoni² & Paulo César de Faccio Carvalho³

¹ Eng. Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo pela UFRGS, Consultora da Integrar – Gestão e Inovação Agropecuária. ² Professor do Departamento de Solos da UFRGS. ³ Professor do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS.

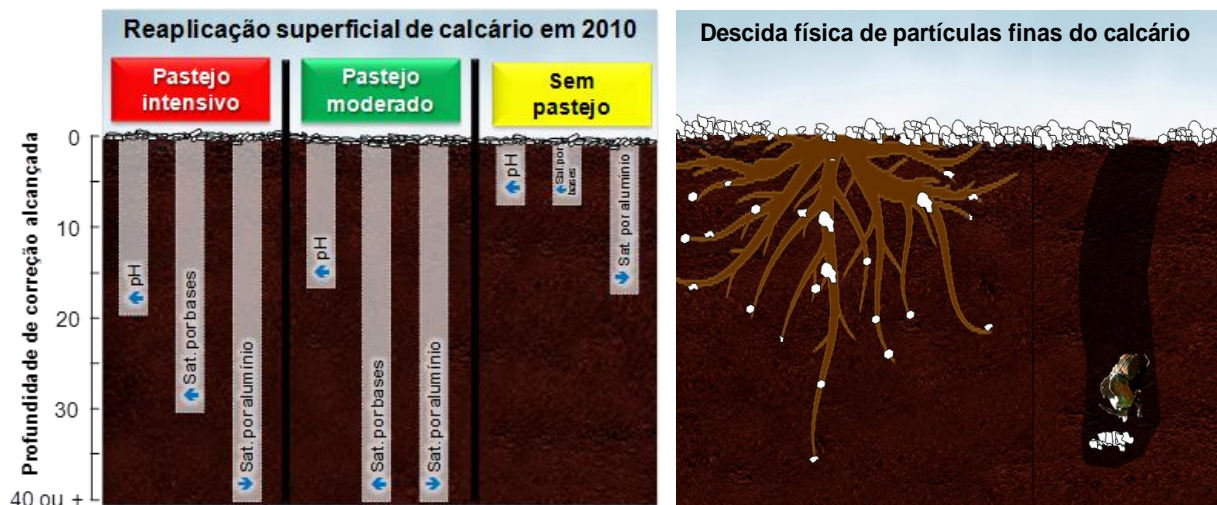
A adoção de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), comumente conhecidos como integração lavoura-pecuária, é prática chave para a intensificação sustentável da produção de alimentos em todo o mundo. No entanto, na semeadura direta o revolvimento do solo deixa de existir e a calagem deve ser feita com aplicação superficial do corretivo. A grande questão da aplicação de calcário na superfície é a eficiência do processo na correção do perfil do solo. Nesse sentido, a adoção do SIPA esbarra, na questão da calagem, no temor de que o pisoteio animal possa restringir a descida das partículas finas do calcário por efeito de uma possível compactação do solo e, assim, diminuir ainda mais a eficiência da correção da acidez no perfil do solo.

Por isso, em 2001 estabeleceu-se um experimento no Planalto do Rio Grande do Sul, em uma parceria público-privada entre a UFRGS e a Cabanha Cerro Coroado, que teve como um dos principais objetivos responder à questão do impacto da pecuária na correção do solo em profundidade após a aplicação superficial de calcário. O experimento testa um sistema com soja cultivada no verão e uma pastagem mista de aveia preta + azevém durante o inverno, com diferentes intensidades de pastejo, sendo: pastejo intensivo (1300 kg PV/ha) e pastejo

moderado (770 kg PV/ha). Em relação à adubação e à calagem, a área já era considerada como semeadura direta de longo prazo (8 anos) e, a partir do estado de acidez do solo no início do experimento (pH em água menor que 5,5 e saturação por bases menor que 65%), foi efetuada uma aplicação de 4,5 t/ha de calcário (PRNT 62%) ao final do primeiro pastejo (novembro de 2001), que corresponde à dose recomendada pelo Manual de Adubação e Calagem do RS e SC. Naquela ocasião, verificou-se que a máxima correção da acidez do solo ocorreu após 24 meses da aplicação superficial do calcário, promovendo aumento do pH e da saturação por bases (V%) e diminuição da saturação por alumínio m%). E, ao contrário do que diz a "lenda do casco", o efeito corretivo alcançou maiores profundidades nas áreas com pastejo no inverno. No ano de 2010, uma reaplicação superficial de calcário foi realizada para avaliar o efeito até camadas mais profundas (40 cm, em relação aos 25 cm avaliados no primeiro trabalho). Assim como em 2001, a dose aplicada se baseou no Manual de Adubação e Calagem do RS e SC, totalizando o equivalente a 3,6 t/ha de calcário (PRNT 74%). Esperava-se que o efeito de longo prazo causado por quase dez anos de pastejo animal durante o inverno pudesse alterar a di-

nâmica da correção da acidez pela calagem superficial que foi observada no estabelecimento do protocolo experimental. No entanto, o que se verificou foi uma correção em profundidade ainda mais acentuada do que

na primeira aplicação, com o efeito corretivo do calcário alcançando profundidades de até 40 cm ou mais nas áreas pastejadas, com destaque especial para o pastejo moderado.



A correção do solo após a reaplicação superficial de calcário alcançou camadas de solo mais profundas nas áreas pastejadas em relação às não pastejadas, para todos os atributos de acidez avaliados. Isso ocorre porque o pastejo estimula a produção de mais raízes pelas espécies forrageiras, o que aumenta a continuidade de poros no perfil do solo e colabora para a descida física do efeito corretivo. Além disso, a presença de placas de esterco também deve aumentar o número de galerias de insetos ao longo do perfil do solo que, da mesma maneira, também contribuem para a descida física das partículas finas do calcário.

A contribuição que a pecuária pode dar para a correção da acidez do solo no seu perfil passa diretamente pelos diferentes mecanismos de correção da acidez do solo em profundidade devido à aplicação superficial de calcário. Observa-se que, para cada atributo de acidez avaliado, a profundidade máxima de correção alcançada difere. Isso porque o aumento do pH em profundidade depende essencialmente da descida física de finas partículas do corretivo pelo perfil do solo, dissolvendo-se em camadas mais profundas. De fato, este mecanismo contribui para a melhoria do pH, da V% e da m%. No entanto, na V% e na m% ocorre também o mecanismo da descida química, que é muito mais eficiente do que a descida física. Neste mecanismo, os produtos da dissolução do calcário (Ca^{2+} e Mg^{2+}) se ligam a ânions orgânicos ou inorgânicos e percolam no perfil do solo, alcançando camadas mais profundas. Assim, a correção até maiores profundidades nas áreas com pastejo é resultado de uma maior quantidade

de e continuidade de bioporos no perfil do solo, propiciando a descida das partículas finas do calcário. Além disso, o pastejo da aveia preta e do azevém acarreta em maior produção de raízes dessas plantas, o que deve propiciar uma maior proporção de solo rizosférico e atividade microbiana; e do esterco depositado sobre o solo, provavelmente aumentando os teores de carbono orgânico dissolvido na solução do solo, que por sua vez, contribui para a descida química dos compostos dissolvidos do calcário.

Para mais informações a respeito deste e de outros trabalhos envolvendo integração lavoura-pecuária, pode-se consultar o Boletim Técnico "Integração Soja-Bovinos de Corte no Sul do Brasil", escrito pelo Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária da UFRGS. O boletim está disponível gratuitamente no seguinte link: http://www.ufrgs.br/gpep/documents/livros/2a%20Edicao%20Boletim%20Tecnico%20o_final_pdf%20reduzido.pdf

Saturação por potássio como indicador de disponibilidade em solos do Rio Grande do Sul

Magno Batista Amorim¹ & Clésio Gianello²

¹ Eng. Agrônomo, Mestre e Doutorando em Ciência do Solo do PPGCS/UFRGS.

² Professor do Departamento de Solos/UFRGS.

O uso da saturação por potássio na CTC a pH 7,0 (K%) tem sido enfatizado por alguns pesquisadores da ciência do solo como sendo um índice alternativo ao potássio trocável (KT) que tem se mostrado ineficiente em prever sua disponibilidade em solos com predomínio de argilominerais do tipo 2:1. Por outro lado, em alguns casos, o uso do K% pode acarretar em teores relativamente altos de K no solo sem que haja a contrapartida quanto à absorção pelas plantas ou eventualmente, em um consumo excessivo (consumo de luxo) sem correspondência no rendimento. Com o objetivo de

melhor estimar a disponibilidade de K para grupos de solos com diferentes características mineralógicas, foram determinadas relações entre a percentagem da CTC a pH 7,0 ocupada por potássio e o K acumulado por plantas de milho cultivadas em experimento com 30 solos representativos do Rio Grande do Sul (**Figura 1**).

O índice de saturação por K é um parâmetro que gera muita controvérsia na área da fertilidade do solo e nutrição de plantas. Nos sistemas de recomendação de adubação utilizados no Brasil, o uso da CTC a pH 7,0 é muito comum como critério auxiliar de disponibilidade de K para as plantas. Enquanto que na região do cerrado a recomendação divide os solos em

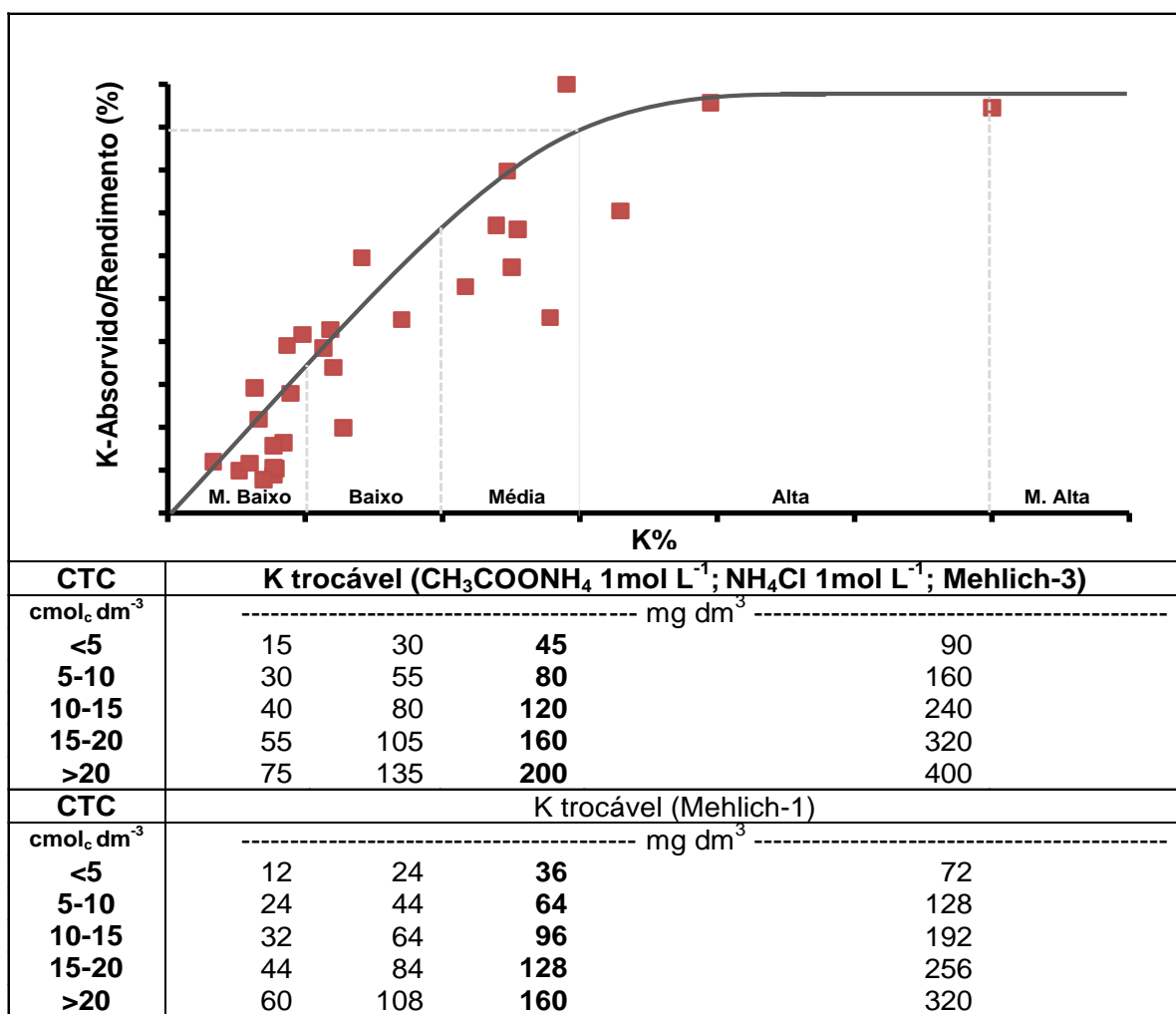


Figura 1 - Faixas de CTC, níveis críticos e faixas de fertilidade para diferentes extratores, sugeridos com base no índice saturação por K mínimo de 1,8 % em solos do Rio Grande do Sul. Os níveis críticos são menores quando extraído por Mehlich-1, por esta solução extrair menos potássio do solo que os demais extratores.

duas faixas de CTC (menor e maior que $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), no RS e SC existem três classes: menor que 5,0; entre 5,0 e 15,0; e maior que $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em ambos os sistemas, os teores críticos são estabelecidos para cada classe, o que na prática corresponde a um ajuste da saturação por K na CTC, embora nesses manuais isso seja explicitado como um parâmetro auxiliar para interpretação das análises e para a recomendação de fertilizante potássico. Na verdade, a inclusão da CTC no sistema de recomendação é um modo de estabelecer um mínimo de saturação de K que varia entre 2 e 4% para a região do cerrado e de 1,5 a 2,2% para a região do RS e SC.

O sistema de recomendação de adubação de Minas Gerais estabelece que a dose de K seja suficiente para atingir valores de saturação entre 3 a 5% para solos com textura média a argilosa. No entanto, o valor da relação K/CTC (K trocável ou disponível/CTC) é influenciado pela solução extratora. Comparando diferentes extratores, pode ser observado na Figura 1 que os níveis críticos são menores quando se utiliza a solução de Mehlich-1, uma vez que esta extrai menos potássio do solo que as demais testadas. Consequentemente, o índice de saturação por K também é menor nesse extrator em relação aos demais. Nesse caso, a faixa adequada para o índice de saturação de K

para as culturas é diferente para diferentes soluções extratoras.

Corroborando com outros resultados da literatura, os deste trabalho indicam que o número de faixas de CTC estabelecido pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC poderia ser ampliado a fim de manter a saturação por K entre valores de 2 a 5 % e não de 1,5 a 2% como ocorre atualmente. O limite de $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para CTC é muito baixo e deveria ser aumentado em correspondência ao aumento do teor crítico de K, vide à mudança sugerida pelos órgãos de pesquisa para a cultura do arroz irrigado em solos do RS e SC. Com base em resultados de pesquisas, sugere-se a adoção de cinco faixas de CTC: <5,0; 5-10; 10-15; 15-20 e >20 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com os respectivos níveis críticos: 40; 80; 120; 160 e 200 mg dm^{-3} de K trocável/extraível (**Figura 1**), correspondendo a um mínimo de 1,8 % da CTC a pH 7,0 ocupada por K. Desse modo, seriam abrangidos mais solos, incluindo aqueles com predomínio de argilominerais do tipo 2:1, e mantendo a proporção entre as classes de CTC e o teor de K trocável no solo. Porém, estudos de calibração são necessários para se verificar a campo as respostas das culturas a estes níveis de saturação a fim de se determinar os níveis críticos para os solos do Rio Grande do Sul.

Datas importantes do mês de outubro

Dia 5 Seminário de Edsleine Ribeiro

Caracterização, classificação e alterações por uso e manejo em solos

Dia 19 Seminário de Ana Cristina Ludtke

Potencial do biocarvão em mitigar as emissões de gases de efeito estufa durante a compostagem de dejetos líquidos de suínos

Dia 19 Seminário de Franciane Santos

Interação de rizóbios com plantas gramíneas

Dia 26 Seminário de Israel Machado

Aprimoramento de mapas de solos com o uso de mapeamento digital de solos e dados legados

Dia 26 Seminário de Altamir Bertollo

Potencial de plantas de cobertura na modificação das propriedades físicas de Latossolo Vermelho compactado

Quer receber o Boletim Informativo do PPGCS da UFRGS mensalmente por e-mail?

Ou que tal fazer uma sugestão para as matérias das próximas edições?

Fale com a gente! Estamos aguardando o seu contato! E-mail: boletimppgcs@gmail.com