



SELEÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO DE VIÇOSA PARA UTILIZAÇÃO COMO BARREIRA QUÍMICA PARA METAIS PESADOS

SELECTION OF SOILS OF THE VIÇOSA REGION FOR USE AS A CHEMICAL BARRIER FOR HEAVY METALS

E. F. MEDINA^{1*}, J. M. M. PIRES¹, F. S. D. OLIVEIRA¹ e B. E. C. SILVA¹

¹ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Viçosa, MG, Brasil

*Autor correspondente: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil, Fone: +55 31 38992630
Endereço de e-mail: e.medinaufv@gmail.com.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2018-05-04

Accepted 2018-08-01

Available online 2018-08-05

palavras-chave

Capacidade de troca de cátions

Metais pesados

Sorção

Latosolo

Contaminação

keywords

Cation exchange capacity

Heavy metals

Sorption

Latosol

Contamination

RESUMO

A atividade antrópica é responsável pela contaminação do meio ambiente com metais pesados. Dentre essas atividades destacam-se a mineração e o lixo gerado pela população. Os metais pesados podem sofrer lixiviação alcançando o lençol freático causando danos muito sérios para população que por acaso venha a utilizar aquela água. A utilização de solos, com certas características, como barreiras para o movimento de íons de metais pesados é de fundamental importância para a preservação do meio ambiente. Análises químicas e físicas foram feitas para caracterizar 8 amostras de solos da região de Viçosa-MG. Maiores teores de argila são importantes para impedir a maior lixiviação desses metais para camadas mais profundas do solo. A análise do pH e dos teores de matéria orgânica também é fundamental para a decisão de qual solo será utilizado como barreira química para metais pesados. Quanto mais alto o pH e os teores de matéria orgânica do solo, menor a mobilidade dos metais pesados.

ABSTRACT

Anthropogenic activity is responsible for the contamination of the environment with heavy metals. Among these activities stand out the mining and the garbage generated by the population. Heavy metals can undergo leaching to reach the water table causing serious damage to the population that happens to use that water. The use of soils, with certain characteristics, as barriers for the movement of heavy metal ions is of fundamental importance for the preservation of the environment. Chemical and physical analyzes were performed to characterize 8 soil samples from the Viçosa-MG region. Higher clay content is important to prevent higher leaching of these metals to deeper layers of the soil. The analysis of pH and organic matter content is also fundamental for the decision of which soil will be used as a chemical barrier for heavy metals. The higher the pH and soil organic matter content, the lower the mobility of heavy metals.

1. INTRODUÇÃO

Diversas situações práticas como a disposição de resíduos industriais, de mineração e domésticos em aterros podem ocasionar fontes de poluição do solo e das águas sub-superficiais. Nesse sentido, os metais pesados, tóxicos em determinadas concentrações, são contaminantes importantes.

A contaminação do solo por metais advém, principalmente, da disposição de resíduos urbanos domiciliares e industriais, da deposição atmosférica proveniente de emissões de veículos automotivos e das indústrias e também das práticas agrícolas, pelo uso cada vez mais intensivo de fertilizantes, corretivos, pesticidas e resíduos urbanos e industriais nas lavouras (ALLOWAY, 1995). O potencial de dano destes elementos agrava-se quando os mesmos são absorvidos pelas plantas e quando sua quantidade excede a máxima capacidade de retenção do solo, tornando-se facilmente lixiviáveis, com consequente aporte em águas subterrâneas (STIGLIANI, 1988).

Conjuntamente ao crescimento populacional e ao aumento na geração de resíduos, têm crescido a demanda por tecnologias que diminuam o impacto ambiental provocado por este crescimento, em particular, os sistemas de barreiras selantes, utilizados para minimizar a infiltração de percolados e conter a migração de contaminantes para o solo e águas subterrâneas em áreas de disposição de resíduos (NASCENTES, 2006).

Os metais pesados são cátions que, em sua maioria, apresentam mobilidade razoavelmente limitada no solo e na água subterrânea devido à sorção na superfície da fração sólida do meio poroso (FETTER, 1993). Entretanto, alguns metais podem ter a mobilidade aumentada quando se encontram em competição com outros preferencialmente adsorvidos pelo solo. A mobilidade dos metais é, geralmente, maior em solos arenosos e ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e com baixo teor de matéria orgânica e de argila.

Estudos sobre o comportamento de metais pesados no solo têm concluído que a retenção desses elementos no meio depende da natureza da fase sólida e da proporção de seus constituintes, de propriedades da fase líquida e das espécies metálicas presentes na solução do solo (YUAN E LAVKULICH, 1997; NAIDU et al., 1998).

Os metais pesados podem ser encontrados na solução do solo, adsorvidos eletrostaticamente nos sítios de troca (adsorção não-específica), incorporados na superfície da fase inorgânica (adsorção específica), participando de reações de precipitação e dissolução e/ou ligados a compostos orgânicos (ALLOWAY, 1995).

A concentração de metais pesados na solução do solo resulta do equilíbrio entre as reações de precipitação, dissolução, complexação e adsorção, estas por sua vez são influenciadas por diversos fatores, como tipo de solo, clima, cultura e forma química dos elementos. Dentre as propriedades do solo que influenciam as reações dos metais e sua mobilidade no mesmo incluem-se a superfície específica, a textura, a temperatura, o pH, o potencial redox, a capacidade de troca catiônica (CTC), a quantidade de matéria orgânica, a quantidade e o tipo de

minerais de argila, o tipo e a quantidade de metais e a competição iônica (MATOS, 1999).

A mobilidade dos metais está inversamente relacionada à adsorção (retenção) dos mesmos no solo. O pH tem grande influência na adsorção de metais pesados, já que, em conjunto com o potencial redox, determina o equilíbrio entre as formas iônicas e hidrolisadas dos metais. Os íons, quando mantidos nas superfícies negativamente carregadas do solo por ação da força eletrostática, têm nas suas valências o fator de maior importância na determinação da adsorção. Para íons de mesma valência, a preferência de adsorção está relacionada ao raio hidratado do cátion. De acordo com este critério, dentre os metais, Cd, Zn, Cu e Pb, comumente presentes em locais de disposição de resíduos, o cobre seria o metal menos competitivo e o chumbo mais competitivo, no que se refere à adsorção (NASCENTES, 2006).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar e comparar os 8 solos coletados e analisados, a fim de verificar qual o solo ou grupo de solos que melhor se enquadra para ser utilizado como barreira química de metais pesados, ou seja, qual dentre esses solos possui maior capacidade de retenção dos metais pesados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em abril de 2013 foram coletadas 8 amostras de diferentes solos na região de Viçosa - MG. As coletas processaram-se a profundidade 0-20 cm com trado holandês, sendo o solo armazenado em sacos plásticos. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As análises físicas e químicas seguiram, de forma geral, as recomendações da EMBRAPA (1997). Na TFSA, foram determinados granulometria, curva de retenção de água, Al, Ca e Mg trocáveis, acidez potencial (Al + H), K e Na trocáveis, pH em água, pH em KCl 1,0 mol L⁻¹ e carbono orgânico. Com os resultados obtidos nas análises do complexo sortivo, foram calculadas a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC) e as saturações por bases (V) e por Al (m). As determinações de Fe, Al, Ti, P e Si foram obtidas após tratamento da TFSA com H₂SO₄ 1:1 (volume).

Parâmetros, tais como quantidade de areia grossa, areia fina, silte e argila presente em cada solo; pH em H₂O e em KCl de cada amostra; CTC efetiva; além do teor de matéria orgânica e da concentração de diversos metais em oito amostras de solo foram analisados, visto que tais aspectos influenciam no comportamento dos solos quanto a sua capacidade de reter ou não metais pesados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mobilidade dos metais pesados tende a ser menor em solos argilosos e maior em solos arenosos (BRADL, 2004). Deve-se salientar que todos os solos em análise se caracterizam

pelo predomínio da fração argila, sendo classificados texturalmente como argilosos (Tabela 1). Assim, considerando-se esse aspecto, o solo 4 é o que apresenta menor mobilidade dos metais, pois é o solo que apresenta maior relação argila/areia. Ou seja, é um dos solos que possui maior teor de argila e menor teor de areia. A baixa mobilidade de metais nesse caso deve-se ao fato de que a adsorção em solos ocorre principalmente em argilominerais, pois estes apresentam um desbalanceamento elétrico em virtude das substituições de cátions no retículo cristalino por outros de menor valência. Além disso, a capacidade de remoção de um soluto pelo solo está relacionada com a área superficial disponível, que tende a ser maior em minerais de argila (OLIVEIRA, 2015).

Os solos em estudo se trataram de latossolos desenvolvidos do gnaisse, com teores elevados de óxidos de Fe e Al (dados não mostrados) e que por natureza, são empobrecidos em elementos traços, diferentemente do que se é observado em solos desenvolvidos de rochas básicas.

Quanto maior a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo menor a mobilidade de metais apresentada pelo mesmo. Assim, analisando-se a CTC efetiva (t), o solo 7 caracteriza-se por ser o que deve apresentar menor mobilidade dos metais, visto ser o que apresenta o maior valor de t (Tabela 2).

Tabela 1 - Análise física dos 8 solos em estudo, onde avaliou-se no horizonte A (0,2 m de profundidade) equivalente em umidade (kg/kg), quantidade de areia grossa, areia fina, silte e argila (dag/kg) e classe textural.

Grupo	Equiv. Umidade kg/kg	Areia grossa Areia Fina Silte Argila				Classe textural
		dag/kg				
1	0,454	8	12	32	48	Argiloso
2	0,260	20	23	15	42	Argiloso
3	0,280	24	12	8	56	Argiloso
4	0,393	3	19	24	54	Argiloso
5	0,270	25	16	14	45	Argiloso
6	0,274	25	15	11	49	Argiloso
7	0,253	15	20	15	50	Argiloso
8	0,341	16	19	12	53	Argiloso

Tabela 2 - Análise química dos 8 solos em estudo, onde avaliou-se no horizonte A (0,2 m de profundidade) soma de bases (SB, $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), CTC efetiva (t , $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), CTC potencial a pH 7,0 (T, $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), saturação por bases e por alumínio (V e m respectivamente, %), conteúdo de matéria-orgânica (MO, dag/kg) e fósforo remanescente (P-rem, mg/L).

Grupo	SB	t	T	V	m	MO	P-rem
	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$			%		dag/kg	mg/L
1	2,58	2,68	7,78	33,2	3,7	4,91	13,9
2	1,81	1,91	6,11	29,6	5,2	3,49	17,6
3	0,40	1,96	14,9	2,7	79,6	5,04	10,8
4	2,28	2,48	7,08	32,2	8,1	4,52	17,9
5	1,44	1,83	6,64	21,7	21,3	2,97	17,4
6	1,24	1,63	6,44	19,3	23,9	2,33	19,9
7	5,27	5,47	8,37	63,0	3,7	2,20	16,8
8	0,55	1,92	8,55	6,4	71,4	4,13	15,3

Sabe-se também que a mobilidade dos metais pesados é, geralmente, menor em solos que apresentam alto teor de matéria orgânica. A afinidade da matéria orgânica pelos metais é justificada pela configuração e profusão de grupos fenólicos e, principalmente carboxílicos, tal afinidade manifesta-se pela exposição de sítios de adsorção, sendo, portanto, similar à adsorção de argilas silicatadas e óxidos (SCHLAUTMAN E MORGAN, 1994). Os solos 1, 3 e 4 apresentam maiores teores de matéria orgânica (Tabela 2), tendendo a formar complexos com os metais, principalmente Cu, Mn e Zn, diminuindo a disponibilidade destes elementos na solução

Analisando-se o fósforo remanescente (P-rem) (Tabela 2), também se tem uma ideia do alto teor de argila que é

apresentado pelo solo 3. Maiores teores de matéria orgânica associados a baixos valores de P-rem, indicam qualidades que podem ser aproveitadas por solos a serem utilizados com agentes adsorvedores de metais, como por exemplo, a adsorção de espécies aniônicas.

Solos ácidos tendem a apresentar maior mobilidade de metais pesados (cátions). No que tange a esse aspecto, os 8 solos apresentados caracterizam-se por serem ácidos (Tabela 3), sendo o solo 7 o que deve apresentar menor mobilidade destes metais, por ser o que apresenta o maior pH. Tal fato pode ser explicado porque grande parte das cargas presentes nos solos são dependentes de pH (argilominerais 1:1 e óxidos de Fe, Al e Mn), ou seja, à medida que o pH aumenta, o número de cargas negativas aumenta e à medida que o pH diminui, aumenta o

número de cargas positivas. Assim, havendo um maior número de cargas negativas no solo (pH alto) essas cargas atrairão os metais pesados (carregados positivamente), ocasionando adsorção não específica e reduzindo a mobilidade dos metais pesados no solo, visto que estes não mais estarão disponíveis (TEMMINGHOFF et al., 1995). Além disso, com o aumento do pH, estes metais tendem a serem adsorvidos de forma específica pelos óxidos de Fe e Al, ou sofrerem complexação com ácidos húmicos do solo, diminuindo assim, sua atividade em solução.

Para uma possível utilização desses solos como barreira química, se recomenda retirada de material de sua área original, o horizonte a ser trabalhado teria que ser o A. Em virtude do desconhecimento da profundidade do horizonte B, retiradas de material que levasse à exposição do horizonte C, causariam impactos ambientais indesejados. Os latossolos da região de viçosa desenvolvidos a partir do gnaíse mesocrático apresentam um horizonte C facilmente erodível em virtude do menor grau de estruturação do mesmo.

Tabela 3 - Análise química dos 8 solos em estudo, onde avaliou-se no horizonte A (0,2 m de profundidade) pH em H₂O e KCl, concentração de P, K e Na (mg dm⁻³), concentração de Ca, Mg e Al (cmol_c dm⁻³) e acidez potencial (H + Al, cmol_c dm⁻³).

Grupo	pH		P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
	H ₂ O	KCl							
			mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			
1	5,48	4,38	1,7	48		2,00	0,46	0,10	5,20
2	5,58	4,58	1,3	26		1,14	0,60	0,10	4,30
3	4,51	4,11	2,4	72		0,14	0,08	1,56	14,50
4	5,64	4,50	1,3	37		1,34	0,85	0,20	4,80
5	4,93	4,26	1,1	28		0,67	0,70	0,39	5,20
6	4,99	4,24	1,1	25		0,68	0,50	0,39	5,20
7	6,24	4,86	0,8	18		4,03	1,19	0,20	1,90
8	4,59	4,15	1,8	34		0,36	0,10	1,37	8,00

4. CONCLUSÕES

A partir dos dados das análises químicas e físicas dos oito solos avaliados, separa-se um grupo com potencial capacidade para a atuação como barreira química para metais pesados. Este grupo é composto pelos solos 1, 3, 4 e 7. Outras análises como por exemplo, de isotermas de Langmuir e Freundlich, também seriam interessantes maneiras para se avaliar o comportamento dos solos analisados frente a adsorção de diferentes metais.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B.J. Introduction. In: ALLOWAY, B.J. (Ed.). **Heavy metals in soils**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons. 1995, p.3-10.
- BRADL, H.B. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. **Journal of Colloid and Interface Science**, v.277, n.1, p.1-18, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1)
- FETTER, C. W. **Contaminant hydrogeology**. Macmillan publishing company. New York, USA, 1993.
- MATOS, A.T. **Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão-difusão do zinco, cádmio, cobre e chumbo em solos do Município de Viçosa – MG**. 1999. 183 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- NAIDU, R.; SUMNER, M.E.; HARTER, R.D. Sorption of heavy metals in strongly weathered soils: an overview. **Environmental Geochemistry and Health**, v.20, n.1, p.5-9, 1998.
- NASCENTES, R. **Estudo da mobilidade de metais pesados em um solo residual compactado**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- OLIVEIRA, F.S.D. **Utilização de resíduos de construção e demolição reciclados na sorção de Pb²⁺, Cd²⁺, Cr³⁺ e As⁵⁺**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.
- SCHLAUTMAN, M.A.; MORGAN, J.J. Adsorption of aquatic humic substances on colloidal size aluminum oxide particles: influence of solution chemistry. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.58, n.20, p.4293-4303, 1994.
- STIGLIANI, W.M. Changes in valued “capacities” of soils and sediments as indicators of nonlinear and time-delayed environmental effects. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.10, n.3, p.245-307, 1988.
- TEMMINGHOFF, E.J.M.; ZEE, S.; HAAN, F.A.M. Speciation and calcium competition effects on cadmium sorption by sandy soil at various pHs. **European Journal of Soil Science**, v.46, n.4, p.649-655, 1995.
- YUAN, G.; LAVKULICH, L.M. Sorption behavior of copper, zinc, and cadmium in response to simulated changes in soil properties. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v.28, n.6-8, p.571-587, 1997.