

ISSN 2236-0476

DISPONIBILIDADE DE CÁDMIO EM CAMBISSOLO FLÚVICO ALUMÍNICO GLEISSÓLICO

Myrcia Minatti⁽¹⁾⁽²⁾, Eduardo da Silva Daniel⁽¹⁾⁽³⁾, Marta de Moura Madeira⁽¹⁾⁽⁴⁾, Dreyce Kisholli Bueno⁽¹⁾⁽⁵⁾, Gabriel Octavio de Mello Cunha⁽¹⁾⁽⁶⁾, David José Miquelluti⁽¹⁾⁽⁷⁾ e Mari Lucia Campos⁽¹⁾⁽⁸⁾.

⁽¹⁾Centro de Ciências Agroveterinárias - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages - Santa Catarina. ⁽²⁾Email: myrciaminatti@gmail.com.

⁽³⁾Email: edudaniel@hotmail.com. ⁽⁴⁾Email: martamoura5@hotmail.com. ⁽⁵⁾Email: dekakisholli@hotmail.com.

⁽⁶⁾Email: gabriel.cunha4@gmail.com. ⁽⁷⁾ Email: dmiquell@gmail.com. ⁽⁸⁾ Email: mari.lucia03@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O principal fator determinante do conteúdo de cádmio no solo é a composição química da rocha de origem. Níveis acima de 0,5 mgkg⁻¹ do elemento no subsolo refletem o impacto antropogênico no status de cádmio nos horizontes superficiais. Tal impacto é proveniente da exploração e beneficiamento de outros metais; produção de tintas, pilhas e; nos combustíveis e lubrificantes; nos fertilizantes, principalmente os fosfatados; nos corretivos de solo nos fungicidas e nos resíduos industriais e urbanos. Como o cádmio não tem função biológica conhecida e não é requerido pelos organismos até mesmo em quantidade traço, pode entrar nos ciclos biológicos e acumular-se na cadeia alimentar, causando danos irreversíveis à saúde humana.

O teor total de metais pesados no solo não é um índice adequado para estimar a disponibilidade dos mesmos em solos contaminados, pois somente parte dele apresenta mobilidade no perfil e está disponível para a absorção pelas raízes das plantas. No entanto, os teores da fração móvel dos metais pesados variam muito entre os solos, dependendo das quantidades de argila, de matéria orgânica (quantidade e qualidade), óxidos de ferro, alumínio e de manganês, pH, potencial redox, temperatura, superfície específica e da constituição mineralógica do solo, além da CTC e da força iônica da solução (DIAS et al., 2000; KABATA-PENDIAS, 2000; ALLEONI et al., 2005). No geral, o aumento da capacidade de sorção de metais pesados nos solos reduz, além do potencial de lixiviação, a absorção desses elementos pelas plantas (PIERANGELI et al., 2009) e assim minimizando o risco de entrada na cadeia alimentar humana (DIAS et al., 2001). Quando há exposição da superfície do solo a grandes concentrações de metal pesado sem que ocorra uma interação estável, isto pode acarretar na poluição do solo, biota e água. Portanto, o conhecimento das quantidades totais e formas disponíveis do metal no solo é essencial para o diagnóstico da contaminação e definição de estratégias de remediação (ACCIOLY et al., 2000).

Para a avaliação da disponibilidade do cádmio são utilizados extratores químicos. Cada extrator apresenta um grau de eficiência, que depende do tipo de solo analisado. Geralmente os extratores químicos podem ser agrupados em extratores salinos, ácidos e ligantes orgânicos. Os extratores salinos têm a capacidade de extrair formas que ocorrem na solução do solo e formas fracamente adsorvidas, enquanto que os extratores ácidos extraem teores próximos ao total. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o grau de eficiência de um

ISSN 2236-0476

extrator salino, através de soluções de BaCl_2 0,1 M e KCl 0,005 (GOMES et al., 1997), em sequência, e de um extrator ácido, através de solução de HCl 0,1 M (TEDESCO et al., 1995), e comparar os dois métodos, quanto à capacidade de extração de cádmio disponível de um Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico contaminado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 2012 e conduzido em casa de vegetação localizada no CAV-UDESC em Lages, SC, sob condições de temperatura e umidade controladas. As unidades experimentais foram constituídas de vasos plásticos contendo 4,5 kg de solo da camada superficial (perfil de 0 a 20 cm) de um Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico, coletado em ambiente natural na Comunidade de Pessegueiros, no município de Bocaina do Sul. As características químicas desse solo são disponibilizadas na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e argila do Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico, solo utilizado no experimento.

Camada	pH em água	CTC pH 7,0	V	Al^{+3}	Ca	Mg	K	P	Argila	COT*
cm		cmolc dm^{-3}	% cmolc dm^{-3} mgdm^{-3} gkg^{-1}	
0 -20	5,5	12,47	55,86	0,00	6,30	0,54	49	2,30	260	29

*Carbono orgânico total

O solo foi contaminado com doses crescentes de cádmio, com a finalidade de se observarem os efeitos da aplicação de diferentes quantidades do metal na fração disponível do solo. Tais doses constituíram os tratamentos, nos valores de 0, 10, 50, 100 e 200 mgkg^{-1} de cádmio no solo, arranjados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. A contaminação do solo ocorreu após a secagem e tamisagem do solo em peneira de 2 mm utilizando solução de nitrato de cádmio ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$). O solo, depois de contaminado, foi mantido incubado por 45 dias com umidade acima da capacidade de campo, em casa de vegetação, para a estabilização das condições químicas. A seguir foram coletadas amostras de solo para quantificação do cádmio disponível no solo para cada tratamento, sob dois diferentes métodos: extração ácida por solução de HCl 0,1 M segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), e extração por solução de BaCl_2 0,1 M após serem submetidas à solução de KCl 0,005 M, sequencialmente, segundo Gomes et al. (1997). A quantificação do cádmio foi realizada por espectrômetro de absorção atômica de alta resolução com atomização em chama ar-acetileno, da AnalytycJena.

Os resultados das extrações nas diferentes doses, com os dois métodos, foram comparados através do teste t (amostras pareadas) a 5% de significância. Também foram ajustadas equações de regressão entre os teores de cádmio extraídos em cada método e as doses do metal adicionadas ao solo.

ISSN 2236-0476

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois métodos resultaram em valores diferentes ($P < 0,05$) de cádmio disponível, para todas as doses aplicadas no solo, revelando a existência de um contraste entre as metodologias de extração empregadas (Tabela 2). No método descrito por Tedesco et al. (1995), a extração de cádmio retornou valores na ordem de 98%, 83%, 86% e 94% das doses de cádmio de 10, 50, 100 e 200 mg kg^{-1} , respectivamente, em média, aplicadas no solo. Para as mesmas doses aplicadas, o método de Gomes et al. (1997) retornou valores na ordem de 40%, 40%, 48% e 44%, em média, respectivamente (Figura 1). As unidades experimentais que receberam o tratamento de dose 0 mg kg^{-1} de cádmio no solo tiveram valores de cádmio extraídos abaixo do limite de quantificação do aparelho de medição (0,0148 mg L^{-1}), para o método de Gomes.

Tabela 2. Comparação entre métodos de extração para cádmio disponível em Cambissolo Flúvico Alumínico Gleissólico.

Cádmio no solo (mg kg^{-1})	Cádmio extraído (mg kg^{-1})	
	Método de Gomes	Método de Tedesco
0	0,00	0,20*
10	4,03	9,81
50	19,98	41,59
100	47,98	86,34
200	88,97	169,42

*Diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste t (amostras pareadas).

Domingues (2009), analisando quantidades de metais pesados em solo contaminado com resíduo de sucata metálica, pelo método do fracionamento em Cambissolo Háplico distrófico, encontrou valores de cádmio disponível que retornaram 58% do total aplicado, quando o teor total de cádmio no solo era de 4,62 mg kg^{-1} , para pH de 4,9. Gomes et al. (1997), utilizando extração fracionada de metais pesados em latossolo vermelho-amarelo contaminado, observou valores disponíveis iguais a 52% do total de cádmio no solo, no horizonte A, para uma quantidade total de 3,80 mg kg^{-1} e 73%, para uma quantidade total de 8,90 mg kg^{-1} . Em ambos os trabalhos os valores foram obtidos com extratores salinos, o primeiro com CaCl_2 , e no segundo com BaCl_2 . Os autores reforçam a ideia de que a quantidade de cádmio extraída da fração disponível dos solos em geral tende a retornar valores em torno de 50% do cádmio total, concordando com aqueles obtidos no presente trabalho.

Scolmeister (1999), trabalhando com a biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul obteve, em um Cambissolo Húmico Alumínico típico contaminado, valores entre 60 a 70% de cádmio disponível pelo método de Tedesco et al. (1995) quando o total aplicado no solo foi de 2,50 mg kg^{-1} de cádmio. Tais valores são menores que aqueles deste trabalho, no entanto, revelam quantidades superiores àquelas obtidas pelo método de

ISSN 2236-0476

Gomes et al. (1997). Embora muito utilizado, o método de extração com HCl 0,1 mol L⁻¹ geralmente tem determinado valores acima dos disponíveis, devido à solubilização dos compostos pouco solúveis, liberando para a solução metais pouco lábeis contidos nas estruturas de alguns carbonatos, argilominerais, óxidos e hidróxidos, o que resulta na superestimação da quantidade de cádmio na fração disponível do solo, por quantificar parcelas do cádmio presentes em outras frações do solo.

Em ambos os métodos observa-se um comportamento linear entre os valores de cádmio extraídos e as doses aplicadas ao solo, coeficiente de correlação igual a 0,98 para o método de Tedesco et al. (1995), e 0,99 para o método de Gomes et al. (1997) (Figura 1). Também se verifica um aumento na diferença entre os teores extraídos pelos dois métodos com o acréscimo das quantidades do metal adicionadas.

As doses de cádmio de 50, 100 e 200 mg kg⁻¹, aplicadas ao solo, resultaram em valores disponíveis do metal superiores à concentração máxima total permitida para solos agrícolas de acordo com a legislação de vários países (KABATA-PENDIAS et al., 2000). Apesar de ainda não existirem valores orientadores para a quantidade de cádmio disponível no solo, os valores obtidos estão acima daqueles indicados para solos agrícolas, solos de uso residencial e industrial, de acordo com a Resolução de número 420 do CONAMA (2009).

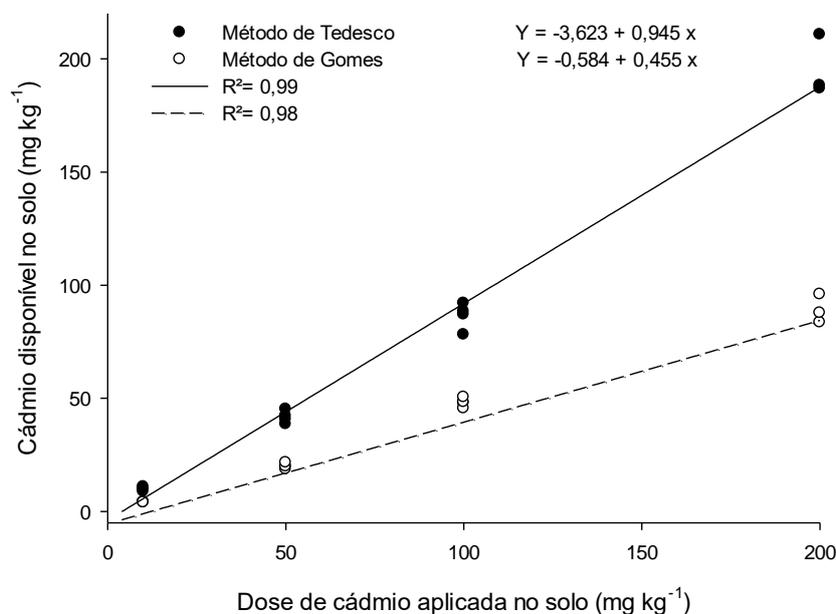


Figura 1. Valores de cádmio disponível extraído pelo método de Tedesco et al. (1995) e Gomes et al. (1997) em um Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico após incubação com doses crescentes do metal.

CONCLUSÕES

ISSN 2236-0476

A concentração de cádmio na fração disponível do solo aumentou linearmente com a dose de cádmio aplicada ao solo.

O cádmio disponível extraído pelo método de Tedesco et al. (1995) retornou valores entre 83 e 98% do total de cádmio aplicado no solo, enquanto que no método de Gomes et al. (1997), estes valores situaram-se entre 40 e 48% do total aplicado.

Os métodos utilizados extraíram quantidades diferentes de cádmio disponível, para um Cambissolo Flúvico Aluminico-leossilico, nas doses estudadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro a este projeto e aos colaboradores que agregaram conhecimentos e esforços à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.(Ed). **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa, v.1, p.299-352, 2000.

ALLEONI, L.R.F.; IGLESIAS, C.S.M.; MELLO, S. de C.; CAMARGO, O.A. de; CASAGRANDE, J.C.; LAVORENTI, N.A. Atributos do solo relacionados à adsorção de cádmio e cobre em solos tropicais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá - PR, v.27, p.729-737, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da União nº 249, p.81-84, 2009.

DIAS, N. M. P.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C.; CAMARGO, O. A. Isotermas de adsorção de cádmio em solos ácidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v.5, n.2, p.229-234, 2001.

DOMINGUES, T.C.G.; Teor de metais pesados em solo contaminado com resíduo de sucata metálica, em função de sua acidificação. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, 2009.

GOMES, P.C.; FONTES, M. P. F.; da COSTA, L. M.; MENDONÇA, E.S. Extração fracionada de metais pesados em latossolo vermelho-amarelo(1). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.21, p.543-551, 1997.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace Elements in Soils and Plants**, 3ª ed. Editora: CRC Press: Londres, 2000. p.123 – 167.

PIERANGELI, M. A. P.; NÓBREGA, J. C. A.; LIMA, J. M.; GUILHERME, L. R. G.; ARANTES, S. A. C. M. Sorção de cádmio e chumbo em Latossolo Vermelho Distrófico sob

ISSN 2236-0476

efeito de calcário e fosfato. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife – PE, v.4, n.1, p.42-47, 2009.

SCOLMEISTER, D. Biodisponibilidade de metais pesados em solos do Rio Grande do Sul. 1999, 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade do Rio Grande do Sul, 1999.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de plantas, solos e outros materiais**. Boletim Técnico n.5. Edição revisada e ampliada. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995.