



Adsorção e dessorção de cobre em Argissolo submetido a sucessivas aplicações de dejetos líquido de suínos⁽¹⁾

Cledimar Rogério Lourenzi⁽²⁾; Carlos Alberto Ceretta⁽³⁾; Adriana Cancian⁽⁴⁾; Daniela Basso Facco⁽⁴⁾; Alcenir Claudio Bueno⁽⁵⁾; Eduarda Carvalho Rampinelli⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁽²⁾ Professor do Departamento de Engenharia Rural; Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; E-mail: lourenzi.c.r@ufsc.br;

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria; Email: carlosceretta@gmail.com;

⁽⁴⁾ Estudantes do curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria; Email: cancianadriana@gmail.com; danielabassofacco@hotmail.com;

⁽⁵⁾ Estudantes do curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina; Email: alcenir_bueno@hotmail.com; eduardarampinelli@live.com.

RESUMO: A aplicação de dejetos líquido de suínos sucessivamente ao longo dos anos nas mesmas áreas tendem a alterar a capacidade de complexação de Cu pelo solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de adsorção e dessorção de Cu em um Argissolo submetido a sucessivas aplicações de dejetos líquido de suínos. O experimento utilizado neste trabalho foi instalado em maio de 2000. Os tratamentos considerados neste trabalho foram o solo sem aplicação e com 80 m³ ha⁻¹ de dejetos líquido de suínos (DLS), sendo realizadas 19 aplicações de DLS até o momento da coleta do solo, em janeiro de 2008. As camadas amostradas foram 0-4 e 16-20 cm, nas quais foram obtidas as isotermas de adsorção de Cu em concentrações equivalentes a 0, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 2400 e 3200 mg de Cu kg⁻¹ de solo. Nas mesmas amostras onde foram obtidas as isotermas de adsorção, obtiveram-se as curvas de dessorção de Cu. A aplicação de dejetos de suínos ao solo aumentou a capacidade de adsorção de Cu devido, principalmente, aos incrementos nos teores de matéria orgânica do solo. Além disso, a adição de altas quantidades de Cu ao solo refletiu em maiores dessorções desse elemento, podendo se tornar um contaminante para o solo e para mananciais de água.

Termos de indexação: metais pesados, adubação orgânica, contaminação ambiental.

INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil é responsável por, aproximadamente, 59% da produção de suínos destinados a indústria (ABIPECS, 2012). Essa atividade é desenvolvida, predominantemente, em pequenas propriedades rurais, trazendo como consequência uma limitação de área para aplicação dos dejetos gerados. Como consequência, é usual a prática de aplicações sucessivas de dejetos numa mesma área, normalmente próxima à unidade de

produção, devido à dificuldade e custo do transporte para locais mais distantes.

A disposição de dejetos sucessivamente ao longo dos anos nas mesmas áreas pode aumentar a concentração de elementos nas águas superficiais e subsuperficiais, como nitrato e fósforo (Ceretta et al., 2010; Giroto et al., 2013; Lourenzi et al., 2014). Além disso, há a possibilidade de contaminação do solo e da água devido à alta concentração de metais pesados como Cu, que os dejetos líquidos de suínos possuem (Gräber et al., 2005). Este metal tem origem nas rações que são fornecidas aos suínos que, geralmente, sofrem suplementação com fontes de Cu, podendo exceder grandemente o requerimento fisiológico dos suínos (Jondreville et al., 2003).

As sucessivas aplicações de dejetos em uma mesma área podem provocar acúmulo de Cu no solo em frações com diferentes labilidades (Giroto et al., 2010). Dessa forma, torna-se importante avaliar a capacidade que os solos possuem em adsorver e dessorver elementos, como os metais pesados, sendo possível determinar as quantidades máximas suportadas pelo solo e evitar que grandes quantidades de elementos potencialmente tóxicos possam sofrer transferências por escoamento superficial ou percolação, contaminando mananciais de água superficiais e subsuperficiais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de adsorção e dessorção de Cu em um Argissolo submetido a sucessivas aplicações de dejetos líquido de suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de março de 2000 até janeiro de 2008 na Universidade Federal de Santa Maria, em um solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2013), sob o sistema de plantio direto. As características do solo no momento da instalação do experimento podem ser observadas na tabela 1. Os tratamentos utilizados foram as doses de 0, 20, 40 e



80 m³ ha⁻¹ dejetos líquidos de suínos (DLS), aplicadas na superfície do solo antes da implantação de cada cultura da sucessão. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições. Durante o período de condução do experimento foram realizadas 19 aplicações de DLS e as quantidades totais de Cu adicionado ao solo foram de 17,1; 34,2 e 68,4 kg ha⁻¹ com a aplicação das doses de 20, 40 e 80 m³ ha⁻¹ de DLS, respectivamente.

Em janeiro de 2008 foi realizada uma coleta estratificada de solo subdividida nas seguintes camadas: 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 40-50 e 50-60 cm. As coletas foram realizadas com auxílio de uma pá-de-corte até os 60 cm de profundidade. O solo foi seco ao ar e, posteriormente, foi destorroado com auxílio de um rolo e peneirado em uma peneira com malha de 2 mm, correspondendo a terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras foram armazenadas em potes de PVC com capacidade de 3 kg para posterior análise laboratorial.

Tabela 1 - Características físico-químicas do Argissolo na profundidade de 0-10 cm antes da instalação do experimento.

| Parâmetro | Valor |
|--|-------|
| Argila, g kg ⁻¹ | 170,0 |
| Silte, g kg ⁻¹ | 300,0 |
| Areia, g kg ⁻¹ | 530,0 |
| pH em água | 4,7 |
| Índice SMP | 5,5 |
| Matéria Orgânica, g kg ⁻¹ | 16,0 |
| P - Mehlich-1, mg kg ⁻¹ | 15,0 |
| K - Mehlich-1, mg kg ⁻¹ | 96,0 |
| Cu, mg kg ⁻¹ | 1,2 |
| Zn, mg kg ⁻¹ | 1,6 |
| Ca, cmol _c dm ⁻³ | 2,7 |
| Mg, cmol _c dm ⁻³ | 1,1 |
| Saturação por bases, % | 42,0 |
| Saturação por Al, % | 17,0 |
| CTC pH _{7,0} , cmol _c dm ⁻³ | 9,6 |

Para o presente trabalho serão considerados apenas os tratamentos 0 e 80 m³ ha⁻¹ de DLS e as camadas 0-4 e 16-20 cm (junção das camadas 0-2 e 2-4 cm e das camadas 16-18 e 18-20 cm). Nessas amostras foram obtidas as isotermas de adsorção de Cu, que seguiu metodologia descrita por Casagrande et al. (2004), com pontos com concentrações equivalentes a 0, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 2400 e 3200 mg de Cu kg⁻¹ de solo.

Nas mesmas amostras onde foram obtidas as isotermas de adsorção, obtiveram-se as curvas de dessorção de Cu, conforme metodologia descrita por Mattias (2006). A partir dos dados obtidos nos

procedimentos descritos anteriormente, foram construídas isotermas de adsorção, plotando-se a quantidade de Cu adsorvido na ordenada e a concentração de equilíbrio na abcissa. Os dados foram ajustados pelo modelo de Langmuir, descrito por Sparks (1995), que é dada por:

$$q = \frac{k * C_{max} * C_{sol}}{1 + k * C_{sol}}$$

Onde: q = quantidade adsorvida do íon; C_{max} = capacidade máxima de sorção do íon; k = constante relacionada a afinidade do adsorvente pelo adsorvato; C_{sol} = concentração do íon na solução.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos aumentaram a capacidade de adsorção de Cu pelo solo (Figura 1). No solo que não recebeu aplicação de DLS, a máxima capacidade de adsorção foi de 476 e 323 mg kg⁻¹ para as camadas 0-4 e 16-20 cm, respectivamente, enquanto que para o solo que recebeu 80 m³ ha⁻¹ de DLS, a máxima capacidade de adsorção foi de 1000 e 909 mg kg⁻¹ para as mesmas camadas, respectivamente.

As maiores adsorções observadas no solo que recebeu aplicação de DLS se devem ao fato de que, após 19 aplicações de DLS, houve incrementos significativos nos teores de matéria orgânica do solo (MOS), sendo observados teores de 24,0 e 13,5 g kg⁻¹ de MOS nas camadas 0-4 e 16-20 cm do solo sem aplicação de DLS, respectivamente, e 52,3 e 44,1 g kg⁻¹ de MOS para as mesmas camadas do solo com aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de DLS, respectivamente (Lourenzi et al., 2011).

Dessa forma, os incrementos observados nos teores de MOS favoreceram a adsorção de Cu no solo que recebeu aplicação de DLS. Isso ocorre pelo fato de que os íons metálicos presentes no solo, especialmente o Cu, apresentam grande afinidade pela MOS, como observado por Giroto et al. (2010) e Tiecher et al. (2013) em estudos avaliando o acúmulo de formas de Cu em solos submetidos a aplicações de dejetos de suínos. Esses autores verificaram que, após sucessivas aplicações de dejetos de suínos, os maiores incrementos de Cu no solo ocorreram nas formas ligadas à fração orgânica do solo. Em adição, apesar de ter sido adicionado 68,4 kg ha⁻¹ de Cu no solo com a aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de DLS, essas quantidades não foram suficientes para ocupar os sítios adsorptivos criados pelo incremento nos teores de MOS, possibilitando incrementar a capacidade de adsorção do solo.

A dessorção máxima de Cu foi similar entre os solos avaliados, sendo de 202 e 211 mg kg⁻¹, para a



camada 0-4 cm, e de 153 e 158 mg kg⁻¹, para a camada 16-20 cm, para o solo sem aplicação e com aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de DLS, respectivamente. Entretanto, se for considerada a proporção de Cu adsorvido, observa-se que no solo sem aplicação de DLS foram dessorvidos 42 e 47% do Cu adsorvido nas camadas 0-4 e 16-20 cm, respectivamente, enquanto que para o solo com aplicação de DLS foram dessorvidos 21 e 17% do Cu adsorvido para as mesmas camadas, respectivamente.

Esses resultados evidenciam que as aplicações de dejetos proporcionaram um aumento na capacidade de adsorção de Cu em complexos com alta energia de ligação, uma vez que as dessorções foram semelhantes entre os solos avaliados. Entretanto, é necessário muito cuidado ao se interpretar essas informações, pois com altas adições de Cu, independente dos teores de MOS, as dessorções de Cu foram elevadas (>200 mg kg⁻¹) e isso, em um ambiente natural, pode provocar contaminação do solo e também de ambientes aquáticos.

CONCLUSÕES

A aplicação de dejetos de suínos ao solo aumentou a capacidade de adsorção de Cu, devido aos incrementos nos teores de matéria orgânica.

A adição de altas quantidades de Cu ao solo refletiu em maiores dessorções desse elemento, podendo se tornar um contaminante para o solo e para mananciais de água.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de Pós-Doutorado, com a qual foi possível a realização desses estudos.

REFERÊNCIAS

Associação brasileira da indústria produtora e exportadora de carne suína – Abipecs, 2012. Disponível em <<http://www.abipecs.org.br>> Acesso em 04 ago. 2012.

CASAGRANDE, J.C.; JORDÃO, C.B.; ALLEONI, L.R.F. & CAMARGO, O.A.; Copper desorption in a soil with variable charge. *Scientia Agricola*, 61:196-202, 2004.

CERETTA, C.A.; GIROTTO, E.; LOURENZI, C.R.; TRENTIN, G.; VIEIRA, R.C.B. & BRUNETTO, G. Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139:689-699, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília-DF, 2013, 3ed. 353p.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; RHEINHEIMER, D.S.; SILVA, L.S.; LOURENZI, C.R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R.C.B. & SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:955-965, 2010.

GIROTTO, E.; CERETTA, C.A.; LOURENZI, C.R.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; VIEIRA, R.C.B.; TRENTIN, G.; BASSO, C.J.; MIOTTO, A. & BRUNETTO, G. Nutrient transfers by leaching in a no-tillage system through soil treated with repeated pig slurry applications. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 95:115-131, 2013.

GRÄBER, I.; HANSEN, J.F.; OLESEN, S.E.; PETERSEN, J.; ØSTERGAARD, H.S. & KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas. *Danish Journal of Geography*, 105:15-22, 2005.

JONDREVILLE, C.; REVY, P. S. & DOURMAD, J.Y. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. *Livestock Production Science*, 84:147-156, 2003.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L. & BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under successive pig slurry applications. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1827-1836, 2011.

LOURENZI, C. R., CERETTA, C. A., CERINI, J. B., FERREIRA, P. A. A., LORENSINI, F., GIROTTO, E. & LUIS, T. Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typic hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:544-556, 2014.

MATTIAS, J. L. Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. 2006, 165p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SPARKS, D.L. *Environmental soil chemistry*. San Diego: Academic Press, 1995. 267p.

TIECHER, T.L.; CERETTA, C.A.; COMIN, J.J.; GIROTTO, E.; MIOTTO, A.; MORAES, M.P.; BENEDET, L.; FERREIRA, P.A.A.; LOURENZI, C.R.; COUTO, R.R. & BRUNETTO, G. Forms and accumulation of copper and zinc in a sandy Typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep litter. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:812-824, 2013.

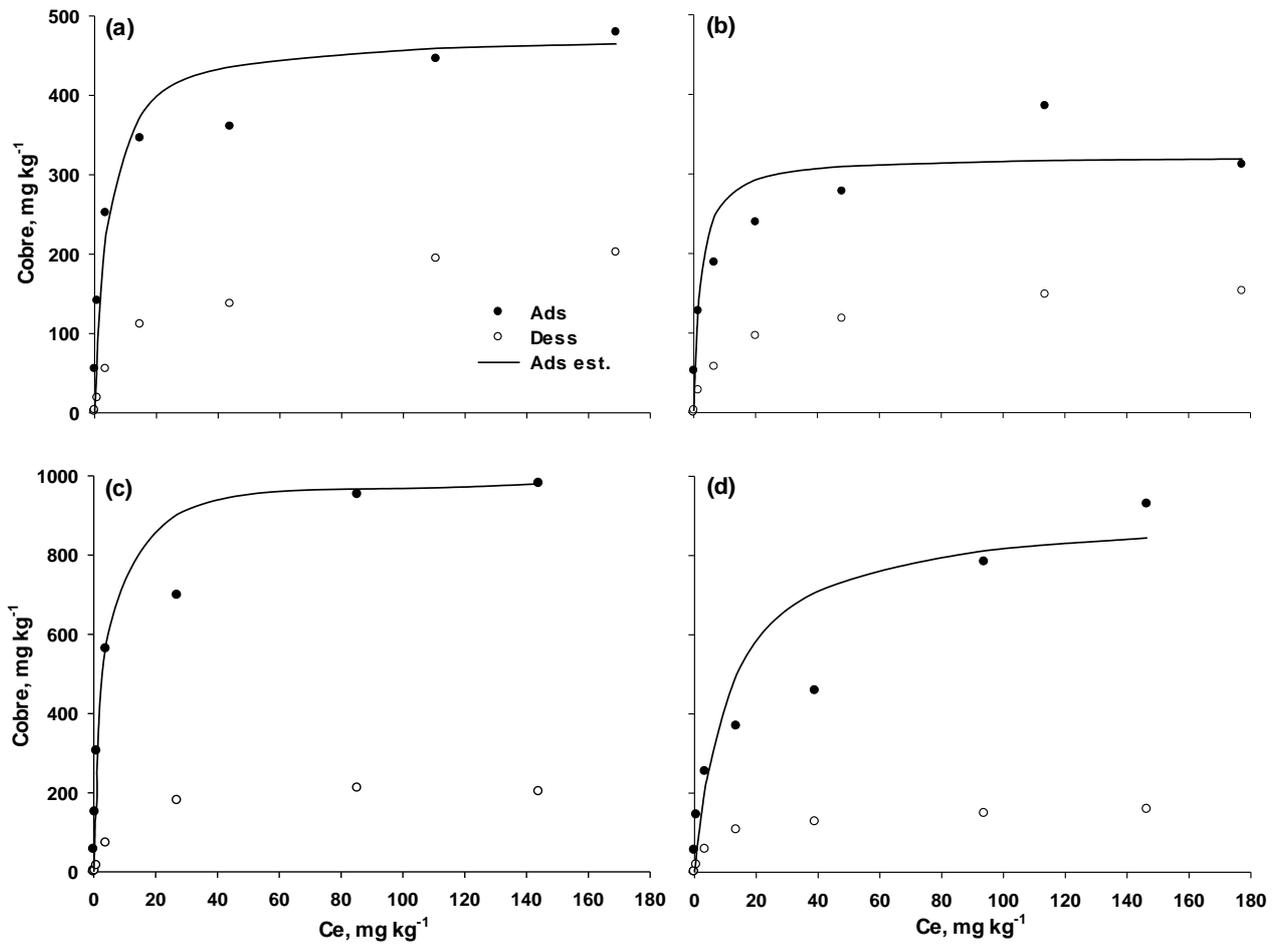


Figura 1 – Adsorção e dessorção de cobre nas camadas 0-4 cm (a) e 16-20 cm (b) de um Argissolo sem aplicação de dejetos líquidos de suínos (DLS) e nas camadas 0-4 cm (c) e 16-20 cm (d) do mesmo solo com aplicação de 80 m³ ha⁻¹ de DLS. Ads: adsorção observada; Dess: dessorção; Ads est.: adsorção estimada pelo modelo de Langmuir.