

CONCENTRAÇÃO DE COBRE , ZINCO E FERRO TROCÁVEL EM SOLO CULTIVADO COM CAPIM-TIFTON 85 (*Cynodon spp*) E FERTIRRIGADO COM PERCOLADO DE RESÍDUO SÓLIDO URBANO¹

Denise de Freitas Silva²; Antonio Teixeira de Matos³; Débora Astoni Moreira⁴; José Henrique do Nascimento Junior⁵;

RESUMO: Avaliaram-se a concentração de cobre, zinco e ferro em solo cultivado com capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) após aplicação de diferentes taxas de percolado de resíduo sólido urbano (RSU). Empregou-se um reservatório de PVC, com capacidade 5.000 L, preenchido com RSU novo, para produzir o percolado utilizado na pesquisa. O percolado foi aplicado as taxas de 0, 250, 500, 750, 1000 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO. Mediu-se as concentrações trocáveis de Cu, Zn e Fe. Verificou-se que a aplicação do percolado de RSU proporcionou aumento na concentração de Cu e Fe do solo. A utilização de percolado de RSU a taxas inferiores a 1000 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de DBO não causaram elevação das concentrações dos contaminantes à níveis críticos, durante o período experimental e, portanto, podem ser utilizadas. Entretanto, é recomendável um monitoramento de longo prazo das características químicas do solo, bem como das águas subterrâneas para que se avaliem os riscos de contaminação ambiental se a disposição for feita em área externa ao aterro sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: chorume, aterro sanitário, fertirrigação.

SUMMARY: The concentrations of the copper, zinc and iron of a soil cultivated with Tifton-85 grass (*Cynodon spp*) after receiving different urban solid waste (MSW) leachate rates were evaluated. A 5,000 L reservoir, filled with new MSW was used to produce the leachate used in the research. The leachate was applied at rates of 0, 250, 500, 750, 1000 kg ha⁻¹ day⁻¹ of BOD. One measured Cu, Zn and Fe exchangeable concentrations. It was found that MSW leachate application raised soil Cu, and Fe concentrations. MSW leachate rates less than 1000 kg ha⁻¹ day⁻¹ of BOD, provided no elevation of contaminants to critical levels during the trial period and, therefore, can be used. However, we recommend a long term monitoring of soil chemical characteristics and groundwater in order to assess environmental contamination risks if application were done outside landfill.

KEY WORDS: landfill leachates, sanitary landfill, fertirrigation.

¹ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor

² Eng. Agrícola, DSc Recursos Hídricos e Ambientais DEA/UFV, Av. PH Rolfs s/n, Centro , CEP: 36570-000, Viçosa, MG Fone: (031)9743 4080. e-mail e34903@alunos.ufv.br,

³ Prof. Doutor, DEA/UFV, Av., Viçosa, MG, atmatos@ufv.br,

⁴ DSc Recursos Hídricos e Ambientais, DEA/UFV, Viçosa, MG, deboraastoni@yahoo.com.br

⁵ Estudante Graduação, DEA/UFV. e-mail nascimentojunior@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A problemática do RSU no meio urbano abrange aspectos relacionados a sua origem e forma de produção, destacando-se os riscos de comprometimento ambiental, principalmente a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos, quando dispostos inadequadamente (LIMA, 1995). Percolado é a mistura constituída de chorume e água de infiltração. O percolado pode ser considerado como um efluente complexo, que pode conter compostos orgânicos, metais pesados potencialmente tóxicos (Zn, Cu, Fe) e muitos outros íons (MARNIE et al., 2005). A composição física e química do percolado varia, em função do tipo de solo utilizado como cobertura dos resíduos, do tipo de RSU depositado, das condições climáticas locais, das condições geológicas e da idade do aterro (CARVALHO, 2005; PENG et al., 2007).

O cobre é um dos elementos químicos importantes na nutrição de plantas, porém, em excesso, pode causar toxicidade às plantas, conforme MALAVOLTA (1989), os valores de Cu, quando inferiores a $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$, podem ser considerados baixos; se variarem entre 0,4 e $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$, estão em níveis médios, mas, se forem superiores a $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$, possuem altas concentrações deste elemento.

O Ferro, em ambientes redutores, ocorre disponibilização de ferro na solução do solo, uma vez que ele assume a forma reduzida (Fe^{2+}) mais solúvel e, portanto, passível de mais fácil extração pelas plantas.

Com base no exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a concentração de cobre, zinco e ferro em solo cultivado com capim-tifton 85 (*Cynodon* spp) após aplicação de diferentes taxas de percolado de RSU.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Tratamento de Resíduos Urbanos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Para o desenvolvimento desta pesquisa, um reservatório de 5.000 L foi preenchido com RSU novo, visando à produção de percolado. Após o início da aplicação do percolado ou água, sempre após cada corte efetuado no capim, em cada parcela experimental, foram retiradas amostras de solo a fim de se investigar possíveis efeitos das aplicações nas concentrações de Cu, Zn e Fe do solo.

Nas análises químicas do solo, foram quantificadas das concentrações trocáveis de Cu, Zn e Fe. Sendo esses elementos obtidos por espectrofotometria de absorção atômica. A

análise física limitou-se à análise granulométrica e foi realizada segundo o Método da Pipeta, sendo a classificação textural definida com base nos critérios da Sociedade de Ciência do Solo-SBCS (EMBRAPA, 1997). A distribuição granulométrica do solo local foi de 48% argila, 8% silte e 44% areia, com densidade do solo de $1,07 \text{ g cm}^{-3}$. A classe textural em que o solo local se enquadrou foi a argilosa, enquanto a classificação foi Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico (VIEIRA, 2003).

O percolado de RSU foi aplicado ao solo cultivado com capim tifton 85 nas doses de 250, 500, 750 e $1000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de DBO. Como tratamento-testemunha, utilizado para efeito comparativo com os tratamentos, o capim-tifton foi irrigado com água da rede de abastecimento, sendo a lâmina de aplicação definida com base na Evapotranspiração de Referência (ET_o), que foi estimada por meio do método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. O experimento foi montado com quatro tratamentos (250, 500, 750, $1000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de DBO), cinco repetições no tempo e cinco profundidades (0 a 0,10; 0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30; 0,30 a 0,40 e 0,60 a 0,70 m). Os dados foram submetidos à análise de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t em um nível de até 15% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R^2) e no fenômeno em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cobre trocável: Os modelos ajustados para o cobre (Cu), em função do tempo de aplicação de percolado de RSU e do tratamento, não foram significativos, ou seja, não houve efeito do tempo de aplicação nem dos tratamentos na concentração de Cu trocável no solo, durante o período experimental (oito meses de aplicação de percolado de RSU). Os valores médios do Cu trocável foram: na camada de 0 a 0,10 m - $1,51 \text{ mg dm}^{-3}$; de 0,10 a 0,20 m - $1,28 \text{ mg dm}^{-3}$; de 0,20 a 0,30 m - $1,33 \text{ mg dm}^{-3}$; de 0,30 a 0,40 m - $1,35 \text{ mg dm}^{-3}$; e de 0,60 a 0,70 m - $0,95 \text{ mg dm}^{-3}$.

QUEIROZ et al. (2004), aplicando água residuária de suinocultura em gramíneas forrageiras, observaram que o Cu trocável sofreu significativo decréscimo em sua concentração nos tratamentos ao longo do tempo, sendo obtidos valores médios iniciais de $12,58 \text{ mg dm}^{-3}$ e finais de $7,88 \text{ mg dm}^{-3}$ na camada de 0 a 0,20 m.

Verifica-se que a concentração de Cu foi semelhante em todos os tratamentos, em todo o perfil do solo. A maior concentração de Cu trocável foi encontrada nas camadas superficiais

do solo, o que pode ser explicado em razão da baixa mobilidade no solo, devido ao fato deste elemento ser quelatado/complexado pela matéria orgânica.

Desconsiderando-se a dispersão normal dos dados, as concentrações obtidas nos tratamentos de aplicação de percolado de RSU são semelhantes às encontradas na testemunha, sendo que os valores obtidos não devem ser considerados preocupantes.

Zinco trocável: Os modelos ajustados para o zinco (Zn) trocável em função do tempo de aplicação do percolado de RSU e do tratamento não foram significativos, ou seja, não houve efeito do tempo de aplicação nem dos tratamentos na concentração de Zn no solo, durante o período experimental. Os valores médios obtidos para Zn foram: na camada de 0 a 0,10 m - 6,49 mg dm⁻³; na de 0,10 a 0,20 m - 1,39 mg dm⁻³; na de 0,20 a 0,30 m - 0,64 mg dm⁻³; na de 0,30 a 0,40 m - 0,73 mg dm⁻³; e na de 0,60 a 0,70 m - 0,36 mg dm⁻³.

Observou-se que, durante o tempo de aplicação do percolado de RSU, houve tendência de diminuição na concentração de Zn, com o aumento da profundidade do solo. O mesmo resultado foi observado por Lo MÔNACO (2005), em fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos.

Segundo a classificação da CFSEMG (1999), em relação à disponibilidade do Zn trocável no solo, a concentração de 6,49 mg dm⁻³ na camada de 0 a 0,10 m pode ser classificada como alta, enquanto a concentração de Zn de 1,39 mg dm⁻³ na camada de 0,10 a 0,20 m é classificada como média. A concentração de Zn de 0,64; 0,73 e 0,36 mg dm⁻³, obtidas nas camadas de 0,20 a 0,30 m; 0,30 a 0,40 m; e 0,60 a 0,70 m, respectivamente, são classificadas como baixas.

Ferro trocável: Os modelos ajustados para o ferro (Fe) trocável em função do tempo de aplicação do percolado de RSU e do tratamento não foram significativos, ou seja, não houve efeito do tempo de aplicação nem dos tratamentos na concentração do Fe trocável no solo, para as camadas de 0,20 a 0,30 m; 0,30 a 0,40 m; e 0,60 a 0,70 m, durante o período experimental. Os valores médios da concentração de ferro trocável nessas camadas foram de 80,61; 64,66 e 50,34 mg dm⁻³, respectivamente.

Na Tabela 1 observa-se efeito tanto do tempo de aplicação do percolado RSU quanto dos tratamentos na concentração de Fe trocável, sendo que, fixando-se os tratamentos, observou-se efeito quadrático da concentração do Fe trocável com os dias de aplicação do percolado. Observou-se que o ferro trocável diminuiu com o tempo até 109 dias, para as camadas de 0 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m e, a partir daí, houve aumento até o final do ensaio experimental.

Os valores médios da concentração de Fe nas camadas de 0 a ,010 m; 0,10 a 0,20 m; 0,20 a 0,30 m; 0,30 a 0,40 m; e 0,60 a 0,70 m são maiores que 45 mg dm⁻³. Segundo a CFSEMG (1999), estes valores podem ser classificados como altos.

Tabela 1 - Equações de regressão ajustadas à variável concentração de ferro trocável em função da taxa (T, kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO) e do tempo (P, dias) de aplicação do percolado de RSU no solo

Profundidade (m)	Equação de Regressão	R ²
0 a 0,10	$\hat{Fe} = 87,04 + 0,086^{***} T - 0,44^* P + 0,0020^* P^2$	0,85
0,10 a 0,20	$\hat{Fe} = 75,29 + 0,050^{***} T - 0,22^{oo} P + 0,0011^o P^2$	0,69

***, ^o, ^{oo} e * significativos a 0,1; 10; 15 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
T = tratamentos; P = período de aplicação do percolado (dias).

Houve diminuição na concentração de ferro trocável, em todos os tratamentos, com aumento da profundidade, sendo que os maiores valores foram encontrados na camada de 0 a 0,10 m do solo. As maiores concentrações, encontradas nos tratamentos T3 e T4, são indicativas de que o percolado de RSU foi a principal fonte de ferro disponível para o solo.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação do percolado de RSU proporcionou aumento nas concentrações de Fe com as doses de aplicação do percolado RSU; o cobre apresentou altas concentrações para todas as taxas de aplicação do percolado de RSU, embora os valores obtidos na testemunha estivessem muito próximos.

As concentrações de zinco trocável, praticamente, não foram alteradas pela aplicação do percolado de RSU com aumento da profundidade.

Taxas de aplicação de percolado de RSU inferiores a 1000 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de DBO, não proporcionaram problemas químicos ao solo, durante o período experimental, podendo ser recomendadas. Entretanto, é recomendável um monitoramento das características químicas do solo, bem como das águas subterrâneas para que se avaliem os riscos de contaminação ambiental em aplicações em longo prazo, caso a aplicação do percolado de RSU seja feita em área externa à do aterro sanitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 308 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

CARVALHO, A.L. **Efeitos da recirculação do percolado sobre a qualidade do efluente de lixo doméstico de diferentes idades**. Viçosa, MG: UFV. 2005. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade federal de Viçosa, Viçosa.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. (5ª Aproximação). Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1999.359 p.

EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p. (EMBRAPA- CNPS, Documento 1).

LIMA, L.M.Q. Lixo – **Tratamento e biorremediação**. 3.ed. São Paulo: Editora Hermus, 1995. 265p.

LO MONACO, P.A. **Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos**. Viçosa, MG: UFV. 2005. 96 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 210 p.

MARNIE, L.W.; BITTON, G.; TOWNSEND, T. Heavy metal binding capacity (HMBC) of municipal solid waste landfill leachates. **Chemosphere**, v. 60, n. 2, p. 206-215, 2005.

PENG,Y.; ZENG, W.; ZHENG, S.; MINO,T.; SATOH, H. Organic removal denitrotation and methanogenesis and nitrogen removal by nitrarion from landfill leachate. Jounal: **Water Research**, p. 8-41, 2007.

QUEIROZ, F.M.de; MATOS, A.T.de; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A.de. Características químicas do solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, 2004.

VIEIRA, E.O. **Índice de lixiviação e modelagem do transporte de pesticidas no solo**. Viçosa MG: UFV, 2003. 184 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.