

RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO COM METAIS PESADOS PELA APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO

D.C. FERREIRA¹; A.A. SOARES²; J. A. R de SOUZA³; R. O. BATISTA⁴;
M.R.VICENTE⁵; C.C. CASTRO⁶

RESUMO: A utilização de esgotos domésticos na agricultura apresenta diversos benefícios, contudo há grande preocupação em relação à presença de metais pesados, os quais podem acumular-se no solo ou ser absorvidos pelas plantas, inclusive entrando na cadeia alimentar. Foram feitas análises mensais do esgoto doméstico bruto buscando conhecer as concentrações de metais pesados que podem causar contaminação do solo. Foram observados valores de concentrações destes elementos no esgoto doméstico abaixo dos limites recomendados para utilização de águas residuárias na agricultura. O esgoto doméstico bruto não apresentou potencial de contaminação do solo no curto prazo (até 20 anos), contudo um monitoramento dos teores destes elementos tanto no esgoto quanto no solo deve ser feito periodicamente.

PALAVRAS CHAVE: Esgoto doméstico bruto, metais pesados, contaminação.

RISKS OF SOIL CONTAMINATION BY HEAVY METALS DUE TO GROSS DOMESTIC SEWAGE APPLICATION

ABSTRACT: The use domestic sewage in agriculture has for sure many benefits, but also, there is great worry regarding to heavy metals presence, which can accumulate in soil or be absorbed by plants, even entering the food chain. Monthly evaluations were conducted on the sewage in order to know the content of these elements that can cause soil contamination. The heavy metal content was below the values recommended as a limit for using wastewater in agriculture. The gross domestic sewage did not presented potential for contaminating the soil on the short term (until 20 years), though the monitoring of their content in both soil and sewage must be done periodically.

KEY WORDS: Gross domestic sewage, heavy metals, soil contamination

¹ Engº Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Rua Afonso Pena, 120/202 Centro CEP: 36570-000, Viçosa, MG. Fone: (31) 8854-6169 e-mail: faraell@gmail.com;

² Professor Titular Eng. Agrícola, DEA/UFV;

³ Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV;

⁴ Doutor em Eng. Agrícola, DEA/UFV

⁵ Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV.

⁶ Estudante de Agronomia, UFV.

INTRODUÇÃO

Inúmeros benefícios decorrentes do uso de esgotos são descritos na literatura, em especial, o fornecimento de nutrientes às culturas agrícolas e o aumento de produtividade. Melhores condições de fertilidade do solo, com a disposição de efluente de esgoto, têm sido observadas por diversos autores, que reportam elevação nos teores de alguns nutrientes (Heidarpour et al., 2007; Herpin et al., 2007, Souza, 2005; Matos, 2004). Contudo, há no esgoto também a presença de elementos que podem causar prejuízo tanto ao solo como às culturas agrícolas, bem como ao meio ambiente. A presença de metais pesados é um ponto importante a ser considerado ao utilizar águas residuárias na agricultura. Alguns metais como Cu e Zn são nutrientes essenciais às plantas e a aplicação de efluentes de esgotos em solos de baixa fertilidade pode prover concentrações benéficas destes metais, geralmente requeridos em pequenas doses (Udom et al., 2004). A maioria dos elementos são prontamente adsorvidos ao solo e se acumulam com o tempo (USEPA, 2004). Entretanto, com o uso prolongado de efluentes de esgotos, metais pesados podem acumular-se no solo, tornando-se bioacumuláveis nas plantas (Toze, 2006), causando fitotoxicidade em níveis excessivos (USEPA, 2004), podendo até mesmo entrar na cadeia alimentar devido à ingestão destes alimentos contaminados (Chaney, 1994). O aumento da concentração de metais pesados no solo, especialmente em solos com baixo pH, pode reduzir o crescimento das culturas.

Os elementos que em concentrações elevadas causam maior preocupação são cádmio, cobre, molibdênio, níquel e zinco. Níquel e zinco têm efeitos adversos bem visíveis nas plantas a menores concentrações do que em animais e humanos, e sua toxicidade é reduzida quando o pH é elevado. Cádmio, cobre e molibdênio, por outro lado, podem ser prejudiciais a animais em concentrações muito menores, em comparações referentes às plantas (USEPA, 2004).

Apesar dos efeitos da aplicação de efluentes de esgotos no solo terem sido estudados extensivamente, existem muitas evidências contraditórias em relação à mobilidade de metais pesados em solos, particularmente daqueles presentes nos esgotos (Udom et al., 2003). McBride (1995) afirmou que a maioria dos estudos sobre o transporte de metais pesados no solo mostra que os metais tendem a se acumular na superfície do solo ou bem próximo a ela.

Udom et al. (2003) entretanto, encontraram acréscimos de 72 até 748% nas concentrações de metais pesados na camada de 15 – 35 cm, ou seja, abaixo da superfície do solo. Medeiros (2005) encontrou concentrações decrescentes de Zn e Cu após aplicação de lâminas de 532 mm de efluente de esgoto tratado. Já Souza (2005) não observou variação nos

teores de Zn e Cu no solo. Observa-se que dados sobre a distribuição de Cu, Zn, Pb e Cd no solo, como resultado da aplicação em longo prazo de efluentes de esgoto urbano, são incertos, particularmente em relação a solos tropicais (Udom et al. 2003).

Diante deste cenário este trabalho teve como objetivo quantificar o aporte de metais pesados ao solo fertirrigado com esgoto doméstico bruto e avaliar se há potencial de contaminação ambiental devido ao uso deste resíduo na agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Área Experimental de Tratamento de Resíduos (AETR), localizada na Universidade Federal de Viçosa – UFV, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola – DEA. A AETR é constituída por uma estação elevatória e uma unidade de tratamento preliminar, abastecida pelo esgoto proveniente do condomínio residencial Bosque Acamari, 0,14 ha plantado com cafeeiro arábica (*Coffea arábica* L.) em 2002, variedade catuaí, cujo espaçamento é de 2,50 x 0,75 m, quatro faixas de escoamento superficial cultivadas com capim Tifton 85 do gênero *Cynodon* e uma lagoa de maturação com capacidade de armazenagem de 300m³.

O solo da área experimental, segundo Vieira (2003), é um Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico, com cinco horizontes, denominados: horizonte A de 0 a 0,13 m de profundidade; horizonte AB de 0,13 a 0,26 m de profundidade; horizonte BA de 0,26 a 0,48 m; horizonte B1 de 0,48 a 0,75 m; e o horizonte B2 de 0,75 a 1,00 m.

Para realização do experimento, usou-se apenas parte da AETR (unidade de tratamento preliminar e 0,14 ha de cafeeiro arábica) e infra-estrutura para aplicação de esgoto doméstico tratado de forma preliminar composta de uma linha de derivação que capta a água residuária bruta da adutora e a conduz a um filtro de areia. Após a filtração, a água residuária é armazenada em tanque com capacidade de 2.500 L, no qual há um conjunto motobomba acoplado, que possibilita a sua aplicação utilizando-se um sistema de irrigação por gotejamento, depois de passar por um filtro de disco de 1", com malha de 120 mesh e capacidade de filtração de até 5,0 m³ h⁻¹.

No presente experimento foi feita aplicação de esgoto doméstico, por um período de quatro meses, de abril a julho de 2007. As lâminas totais aplicadas em cada tratamento foram 180, 350, 480 e 638 mm, para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, respectivamente. As lâminas diárias aplicadas variaram e foram, em média 4,85, 6,80, 6,47 e 10,62 mm nos meses de abril, maio, junho e julho, respectivamente.

O esgoto doméstico foi analisado mensalmente através de alíquotas diárias coletadas diretamente na saída dos gotejadores que formavam a amostra mensal composta. Foi quantificada a presença de metais pesados por espectrofotometria atômica

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de ferro no esgoto foi de $0,71 \text{ mg L}^{-1}$, valor bem menor que aquele recomendado pela USEPA (2004) como limite para utilização de águas residuárias em fertirrigação de culturas agrícolas, que é de 20 mg L^{-1} , em curto prazo (até 20 anos). Souza (2005) e Medeiros (2005), que utilizaram a mesma fonte de esgoto doméstico, obtiveram concentrações de $4,18$ e $5,18 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Contudo, o tempo de amostragem destes experimentos foi maior que um ano, o que proporcionou maior número de amostragens para o cálculo da média. A fonte de esgoto utilizada na fertirrigação do cafeeiro não apresenta problemas com elevados teores de ferro, no que concerne à poluição e possível toxicidade às plantas.

Os teores de zinco, cromo, níquel e manganês também se mostraram abaixo dos limites estabelecidos pela USEPA para irrigação com águas residuárias com uso em curto prazo. Esses resultados se aproximam dos valores obtidos por Medeiros (2005) para zinco e manganês, que são $0,08$ e $0,12 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente. Souza (2005) encontrou valores iguais a $0,08$ e $0,09 \text{ mg L}^{-1}$, abaixo também dos valores sugeridos pela USEPA (2004).

Outros elementos também não representaram problemas, estando suas concentrações bem abaixo dos valores limites, como o chumbo e cobre. O teor de cádmio ficou abaixo do limite sugerido para o uso no curto prazo, porém, considerando-se o uso no longo prazo, essa concentração pode ser danosa ao meio ambiente, causando toxicidade a algumas culturas.

As concentrações máximas recomendadas pela USEPA (2004) para uso contínuo em longo prazo são definidas conservativamente, para solos arenosos que possuem menor capacidade de retenção ou remoção do nutriente. Caso tais valores sejam ultrapassados, não quer dizer que ocorrerá fitotoxicidade ou contaminação, uma vez que a maioria dos elementos são prontamente adsorvidos pelas partículas do solo. Entretanto, aplicações repetidas podem induzir a contaminação, pois a adsorção destes elementos no solo também acarreta acúmulo destes no ambiente (USEPA, 2004).

Quadro 1 - Concentração média mensal de metais pesados no esgoto doméstico.

Mês	Concentração de elementos no esgoto (mg L ⁻¹)								
	As	Fe ³⁺	Cr ⁻²	Ni	Zn	Pb	Cd	Mn	Cu
Abril	0,39	1,45	0,03	0,00	0,01	0,08	0,00	-	-
Mai	0,04	0,78	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00
Junho	-	0,60	0,03	0,00	0,00	0,13	0,03	0,06	0,00
Julho	-	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00
Médias	0,21	0,71	0,02	0,00	0,00	0,06	0,01	0,04	0,00

Devido ao curto período de experimento, a variação encontrada nos teores dos nutrientes não foi muito pronunciada, mas, ainda assim, podem-se observar grandes variações nos valores conforme o mês de amostragens. A variação sazonal na concentração dos nutrientes é reportada por diversos autores (Fonseca, 2001; Matos, 2003; Medeiros, 2005; Souza, 2005), e depende da época do ano e, conseqüentemente, dos alimentos ingeridos nessas épocas, bem com da origem do efluente (bairros de maior ou menor poder aquisitivo), do tipo de tratamento do esgoto (Hespanhol, 2002) e além destes, dos hábitos sociais das comunidades (Von Sperling, 1996).

CONCLUSÕES

O esgoto doméstico bruto não apresenta riscos de contaminação ambiental devido à presença de metais pesados para utilização no curto prazo, porém, o monitoramento dos teores de metais pesados no solo e no esgoto deve ser feito periodicamente, visando um controle do aporte destes elementos ao solo, evitando contaminação no longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CHANEY, R.L. Trace metal movement in soil – plant systems and bioavailability of biosolids. In: Clapp CE, Larson WE, editors. Sewage sludge land utilization and the environment. Madison, WI: Soil Sci Soc Amer Publ; 1994. p. 27–31.

FONSECA, A.F. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. 2001. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP, 2001.

HEIDARPOUR, M.; MOSTAFAZADEH-FARD, B.; KOUPAIAND, J. A.; MALEKIAN, R. The effects of treated wastewater on soil chemical properties using subsurface and surface irrigation methods. Agricultural Water Management, Amsterdam, n. 90, p. 87 – 94, 2007.

HERPIN, U.; GLOAGUEN, T. V.; FONSECA, A. F.; MONTES, C. R.; MENDONÇA, F. C.; PIVELI, R. P.; BREULMANN, G.; FORTI, M. C.; MELFI, A. J. Chemical effects on the soil-plant system in a secondary treated wastewater irrigated coffee plantation - A pilot field study in Brazil. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, n. 89, p. 105 – 115, 2007.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, v. 7 n.4, p. 75-95, out./dez. 2002.

MATOS, A.T. Aproveitamento de efluentes líquidos domésticos e agroindustriais na agricultura. In: *Encontro de Preservação de mananciais da Zona da Mata Mineira*, 3. Viçosa: Anais. Viçosa: UFV, 2003. 392p

MATOS. A. T. Disposição de águas residuárias no solo. Série caderno Didático, n. 38. *Engenharia na Agricultura*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2004

MCBRIDE M. B. Toxic metal accumulation from agricultural use of sewage sludge. Are USEPA regulations protective? *Journal Environmental Quality*, Madison, n. 24, p. 5–18, 1995.

MEDEIROS, S. S. Alterações física e químicas do solo e estado nutricional do cafeeiro em resposta à fertirrigação com água residuária de origem doméstica. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SOUZA, J. A. A. Uso de água residuária de origem doméstica na fertirrigação do cafeeiro: efeitos no solo e na planta. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

TOZE, S. Reuse of effluent water - benefits and risks. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 80, p. 147–159, February 2006.

U.S.EPA. Guidelines for water reuse. U.S. EPA, Offices of Water and Wastewater and compliance (Ed.). U.S. EPA, Washington. 2004.

UDOM, B.E.; MBAGWU, J.S.C.; ADESODUN, J.K.; AGBIM, N.N. Distributions of zinc, copper, cadmium and lead in a tropical ultisol after long-term disposal of sewage sludge. *Environment International*, St. Joseph, v30,p. 467– 470, 2004.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; v.1, 452 p, 2005.