

## **RISCOS DE SALINIZAÇÃO DO SOLO COM SÓDIO PELA APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO**

D.C. FERREIRA<sup>1</sup>; A.A. SOARES<sup>2</sup>; M.R.VICENTE<sup>3</sup>; R. O. BATISTA<sup>4</sup>; J. A. R de SOUZA<sup>5</sup>; C. CASTRO<sup>6</sup>

**RESUMO:** Inúmeros benefícios decorrentes do uso de esgotos são descritos na literatura como fornecimento de nutrientes e o aumento de produtividade, entretanto, há também a veiculação de sais, que em excesso podem causar problemas ao solo e às culturas sendo o sódio o principal responsável pela salinização. Foram aplicadas 4 lâminas de esgoto doméstico no solo cultivado com cafeeiro, por um sistema de irrigação localizada, com o objetivo de quantificar os riscos de salinização do solo. As quantidades de Na<sup>+</sup> fornecidas ao solo variaram de 68 kg ha<sup>-1</sup>, no tratamento T2, a até 235 kg ha<sup>-1</sup>, no T5. Houve acúmulo de Na<sup>+</sup> em profundidade nos tratamentos que receberam esgoto doméstico. A aplicação de água limpa e de esgoto foi responsável pela lixiviação de Na<sup>+</sup> no perfil do solo e seu acúmulo em profundidade.

**Palavras chave:** Esgoto doméstico, salinização, sódio, fertirrigação, cafeeiro

## **SOIL SALINIZATION RISKS DUE TO SODIUM THROUGH APPLICATION OF GROSS DOMESTIC SEWAGE**

**ABSTRACT:** many benefits are described related to swage application in soil, like providing of nutrients and increases in productivity, though, there are also salt application that in excess can cause problems to soil and plants, being sodium the major responsible for salinity problems. Four irrigation depths were applied on a soil cultivated with coffee, , in order to set the risks of soil salinization. The intake of Na<sup>+</sup> ranged from 68 kg ha<sup>-1</sup>, on treatment T2 to 235 kg ha<sup>-1</sup>, on T5. There was rising of Na<sup>+</sup> concentration in depth on treatments that received sewage application. The water application as well excessive sewage depths were responsible for Na<sup>+</sup> lixiviation and accumulation on soil profile.

**KEY WORDS:** Domestic sewage, salinization, sodium, fertigation, coffee crop

---

<sup>1</sup> 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;

<sup>2</sup> Professor Titular Eng. Agrícola, DEA/UFV;

<sup>3</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV;

<sup>4</sup> Doutor em Eng. Agrícola, DEA/UFV;

<sup>5</sup> Doutor ando em Eng. Agrícola, DEA/UFV.

<sup>6</sup> 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). Entretanto, juntamente com estes nutrientes há a veiculação de sais, que quando em excesso podem causar diversos problemas ao solo e às culturas. Notadamente, a presença em excesso de sódio é o principal problema relacionado à aplicação de esgoto doméstico no solo. Sódio e outras formas de salinidade estão entre os componentes mais persistentes em águas reutilizadas e, entre os mais difíceis de serem removidos (Toze, 2006).

Ayers & Westcot (1999) relataram que a limitação principal no uso de águas residuárias na agricultura é sua composição química (totais de sais dissolvidos, presença de íons tóxicos e concentração relativa de sódio) e a tolerância das culturas a este tipo de efluente.

Salinidade na forma de sódio pode afetar diretamente as propriedades do solo por meio de fenômenos conhecidos por floculação e dispersão (Halliwell et al., 2001), influenciando grandemente na diminuição da condutividade hidráulica do solo (Toze, 2006).

A salinidade de águas reutilizadas pode afetar tanto o próprio solo quanto o crescimento das culturas. Sais dissolvidos diminuem o potencial osmótico da água no solo e, em consequência, a quantidade de energia que as plantas têm de despendar para absorver água do solo tem de ser maior. Como resultado, a respiração é aumentada e o crescimento e a produtividade da maioria das plantas declina progressivamente (Pescod, 1992).

O aumento da concentração de sódio como efeito negativo no solo tem sido reportado por diversos autores, que desenvolveram estudos com aplicação de águas residuárias urbanas no solo (Al-Nakshabandi et al., 1997, Huerta et al., 2002; Souza, 2005, Santos et al., 2006b; Herpin et al., 2007).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de  $\text{Na}^+$  no esgoto doméstico bruto e o aporte deste sal ao solo e ainda, analisar o risco potencial de salinização do solo pela aplicação deste efluente.

**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 café arábica (*Coffea arabica* 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 300m<sup>3</sup>.

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 café 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 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

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.

Uma caracterização dos teores de nutrientes no solo foi feita no início do experimento, por meio de amostragem nas faixas de 0 – 20 , 20 – 40 e 40 – 60 cm. Foi feito caminhar em toda a área utilizada no experimento, formando uma amostra composta para cada faixa amostrada. Durante a condução do experimento, foram retiradas amostras mensais de solo, nas três profundidades, com o objetivo de acompanhar a variação na concentração de sódio no solo das parcelas experimentais.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As quantidades de  $\text{Na}^+$  fornecidas ao solo variaram de 68  $\text{kg ha}^{-1}$ , no tratamento T2, a até 235  $\text{kg ha}^{-1}$ , no T5 (quadro 1). A variação na concentração de  $\text{Na}^+$  no esgoto doméstico não foi muito alta, estando entre 29 e 43  $\text{mg L}^{-1}$ . Essa oscilação também foi constatada por Souza (2005) e Medeiros (2005), que utilizaram a mesma fonte de esgoto em seus experimentos, embora tenham sido observadas concentrações tão altas como 72  $\text{mg L}^{-1}$  e baixas como 20  $\text{mg L}^{-1}$ .

Quadro 1– Aporte de sódio ao solo para cada tratamento.

Tratamento	T1	T2	T3	T4	T5
	----- $\text{Kg ha}^{-1}$ -----				
Lâmina (mm)	-	187	380	530	640
$\text{Na}^+$	-	68	139	194	235

Observa-se que, com o aumento da profundidade, houve incremento no teor de Na no solo. Semelhantemente, os maiores teores foram observados com a aplicação da maior lâmina de irrigação (T5).

No tratamento T1, já na primeira coleta de dados (Tempo = 30 dias), o solo apresentou menores teores de  $\text{Na}^+$  trocável que os iniciais. Esse comportamento pode ser explicado pela lavagem do solo, que possivelmente aconteceu com a aplicação da lâmina de irrigação, com água limpa para esse tratamento. Essa tendência de queda foi observada até a penúltima coleta de dados, pois na última, aos 120 dias, houve aumento no teor de  $\text{Na}^+$  no solo. Este aumento pode estar associado à adubação com KCl, que foi feita no solo do tratamento T1. O K fornecido pela adubação pode ter deslocado o  $\text{Na}^+$  do complexo de troca no solo aumentando a concentração trocável deste.

Comparativamente, as médias de teor de Na trocável no solo dos tratamentos que receberam esgoto doméstico foram sempre superiores às aquelas do solo testemunha, irrigado com água limpa somente. Quanto maior foi a lâmina de fertirrigação, maiores foram os teores de  $\text{Na}^+$  no solo.

Alguns tratamentos mostraram diminuição na concentração de  $\text{Na}^+$  no solo no tempo final (T = 120 dias). Nas figuras 1 a 3 pode ser observado este comportamento. Esse fato pode ser explicado pela aplicação de água limpa na suplementação da irrigação, já que nos tratamentos T2, T3, e T4 o solo recebeu irrigação com água limpa após ser atingida a lâmina de aplicação de esgoto doméstico preestabelecida. Esse efeito de diminuição foi mais pronunciado no solo dos tratamentos T2 e T3, que atingiram as respectivas lâminas de 187 e

380 mm anteriormente, o que proporcionou maior tempo de irrigação com água limpa. No caso do tratamento T5, a aplicação de lâminas excessivas iguais a 10,68 mm no ultimo mês foi responsável pela lixiviação de  $\text{Na}^+$  ao longo do perfil do solo.

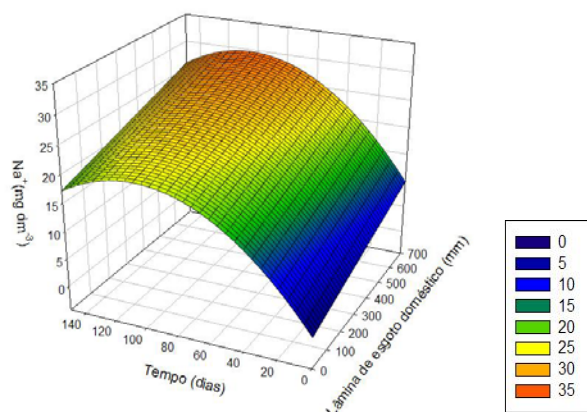


Figura 1. Superfície de resposta para a variável  $\text{Na}^+$  na camada de 0 – 20 cm.

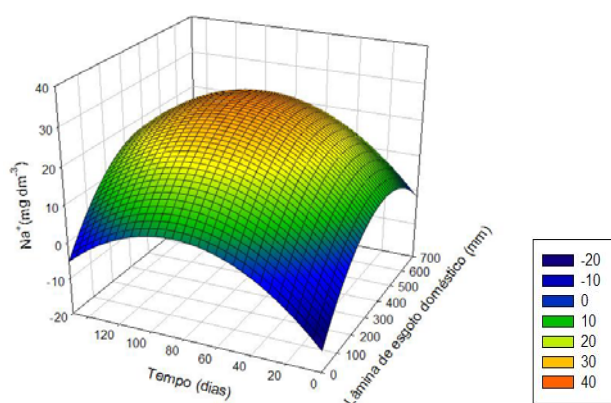


Figura 2. Superfície de resposta para a variável  $\text{Na}^+$  na camada de 20 – 40 cm.

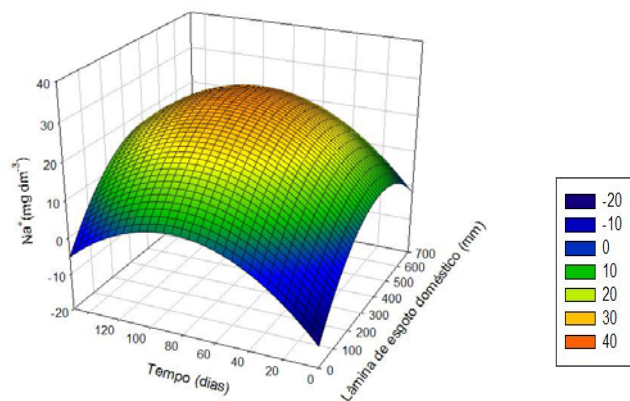


Figura 3. Superfície de resposta para a variável  $\text{Na}^+$  na camada de 40 – 60 cm.

**CONCLUSÕES:** A aplicação de esgoto doméstico foi responsável pelo aumento na concentração de  $\text{Na}^+$ , principalmente em profundidade e a aplicação de lâminas excessivas de 10,62 mm no último mês promoveu diminuição dos valores de  $\text{Na}^+$ , pois promoveu lixiviação, da mesma forma que a aplicação de água limpa. A utilização de esgoto doméstico na agricultura apresentou potenciais riscos de salinização do solo e sua utilização não pode ser baseada na necessidade hídrica das culturas, mas sim nos nutrientes que podem oferecer riscos de contaminação ambiental, como os sais, dentre os quais o que desempenha papel mais importante é o sódio.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

AL-NAKSHABANDI, G. A.; SAQQAR, M. M.; SHATANAWI, M. R.; FAYYAD, M.; AL-HORANI, H. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 34, p. 81- 94, 1997.

HALLIWELL, D.J., BARLOW, K.M., NASH, D.M. A review of the effects of wastewater sodium on soil properties and their implications for irrigation systems. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, n. 39, p. 1259–1267, 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.

HUERTA, L.; CONTRERAS-VALADEZ, R.; PALACIOS-MAYORGA, S.; MIRANDA, J.; CALVA-VASQUEZ, G. Total elemental composition of soils contaminated with wastewater irrigation by combining IBA techniques. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, Amsterdam, B. 189, p. 158–162, 2002.

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

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.

PESCOD, M.B. Wastewater treatment and use in agriculture. *Irrigation and Drainage Paper* No. 47, FAO, Rome, 125p., 1992.

SANTOS, S. S.; SOARES, A. A.; MATOS, A. T.; MANTOVANI, E. C.; BATISTA R. O.; MELO, J. C. Contaminação microbiológica do solo e dos frutos de cafeeiros fertirrigados com esgoto sanitário. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.14 n.1, 16 - 22, Jan/Mar, 2006a.

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.

VIEIRA, E.O. Índices de Lixiviação e modelagem dos Transporte de Pesticidas no Solo. Tese (Doutorado em Solos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.