

## **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE SOLO FERTIRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO**

J. A. A de SOUSA<sup>1</sup>; R. O. BATISTA<sup>2</sup>; M. M. RAMOS<sup>3</sup>; A. A. SOARES<sup>4</sup>; A. de F. M. OLIVEIRA<sup>5</sup>

**RESUMO:** O trabalho tem como objetivo estudar a contaminação microbiológica do perfil do solo com esgoto sanitário com tratamento prévio. O experimento foi montado no delineamento em blocos casualizados (DBC) com três repetições. Os seguintes tratamentos foram usados: T - solo sem irrigação; MC - solo com aplicação de água doce e MR - solo com 350 aplicações de água residuária. Amostras de solo foram coletadas, um dia após a última aplicação do efluente, para análise microbiológica. Os resultados comprovaram que no MR a contaminação por coliformes fecais na superfície do solo foi mínima e sem risco para a saúde do homem, chegando à ausência de contaminação a 1,00 m de profundidade.

**PALAVRAS CHAVE:** Água residuária, coliformes fecais, fertirrigação.

## **MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF SOIL FERTIGATED WITH DOMESTIC SEWAGE**

**SUMMARY:** The objective of this work was to study the microbiological contamination of the soil profile with sanitary sewage with pretreatment. The randomized blocks design was used with three replicates. The treatments were: T - soil no irrigated; MC - soil with application of clean water; and MR - soil with 350 applications of wastewater. Samples of the soil were collected, one day after the last application of effluent, for microbiological analysis. The results showed that on MR the contamination of the soil surface was minim and without risk for the health human, reaching at absence of contamination the 1.00 m of depth.

**KEYWORDS:** Wastewater, faecal coliforms, fertirrigation.

---

<sup>1</sup> Prof.do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnol do Norte de Minas Gerais, Januária-MG.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN, e-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> Prof. Titular, Dpto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa-MG, Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Prof. Titular, Dpto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa-MG, Viçosa-MG.

<sup>5</sup> Graduanda em Agronomia, Dpto de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN,

## INTRODUÇÃO

Dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento dos esgotos sanitários destaca-se o método de disposição de água no solo (DAS). Essa técnica vem sendo utilizada em grande escala, principalmente em regiões áridas e semiáridas. Os processos de tratamento de água residuária considerados naturais, dentre eles o DAS, apresentam a vantagem de utilizar o sistema solo-planta-microrganismos e a radiação solar como uma combinação de fatores para depuração dos resíduos, com baixo custo e a possibilidade de ganhos econômicos pela utilização da água residuária também como fertilizante orgânico. O aproveitamento agrícola de águas residuárias está associado a alguns riscos sanitários, devido à possibilidade da presença de patógenos, tais como *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., bem como ovos de nematóides intestinais. Entretanto, o risco da disseminação de coliformes fecais e de outras bactérias pode ser minimizado por meio de um manejo adequado do esgoto sanitário. A contaminação do solo por coliformes fecais é indicativo da contaminação por outros microrganismos patológicos tais como vírus e bactérias. VAN CUYK *et al.* (2001) analisaram métodos de avaliação microbiológica e observaram boa correlação entre os níveis populacionais de *Escherichia coli* e a concentração de vírus e bactérias patológicas no solo.

A sobrevivência de bactérias patogênicas no solo depende de alguns fatores, tais como: umidade, pH, radiação solar, temperatura, concentração de matéria orgânica e predação por outros microrganismos. BITTON (1994) afirmou que, a partir de 3 m no perfil do solo, os coliformes fecais não conseguem sobreviver, provavelmente, em razão da ausência de material orgânico, fundamental à sua sobrevivência. Os resultados apresentados por HAYAT *et al.* (2002) confirmaram que a aplicação de efluente tratado de refinaria de óleo, durante 12 anos, não acarretou alteração significativa na atividade microbiológica do solo. SANTOS (2004) estudou a contaminação microbiológica do solo quando da fertirrigação de cafeeiro com esgoto sanitário tratado. Constatou-se que ao suspender a aplicação do efluente por um período de duas semanas tal ação proporcionou o controle dos coliformes fecais.

O presente trabalho objetivou avaliar a contaminação microbiológica do solo submetido à fertirrigação por gotejamento com esgoto doméstico com tratamento prévio.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada localizada no Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. A unidade piloto é abastecida com esgoto proveniente do condomínio residencial Bosque Acamari situado em Viçosa - MG. Na área experimental foi montada uma infra-estrutura para aplicação do esgoto sanitário não tratado. Tal infra-estrutura é composta de um filtro de areia, um reservatório de 2.500 L, um filtro de discos de 120 mesh com capacidade de filtragem de até  $5,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , um conjunto motobomba e um sistema de irrigação por gotejamento.

O solo da área experimental é um Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico, dividido em 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. O sistema de aplicação por gotejamento possibilita a aplicação do efluente em uma área cultivada com cafeeiros da variedade Catuaí, cujo espaçamento é de 2,5 m entre as linhas de plantio e 0,75 m entre as plantas, com quatro anos de idade.

O experimento foi montado no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos utilizados foram: T – solo sem irrigação com adubação e calagem apenas no início do experimento; MC - manejo convencional com solo recebendo aplicação de água doce e adubação convencional; e MR - manejo com água residuária com solo recebendo aplicação de cinco diferentes lâminas, correspondentes a T1, T2, T3, T4 e T5. Cada unidade experimental tinha oito plantas por parcela, e ocupava uma área de  $15 \text{ m}^2$ . Apenas as quatro plantas centrais foram avaliadas; as demais foram utilizadas como bordadura.

A irrigação no MC foi conduzida com base na evapotranspiração do cafeeiro, devendo-se ressaltar que no tempo 1 –  $tp_1$  (31/1/2004, após 90 dias da adoção dos manejos) foi aplicada uma lâmina acumulada de 46 mm; no tempo 2 –  $tp_2$  (30/04/2004, após 180 dias da adoção dos manejos), a lâmina acumulada totalizou 55 mm; no tempo 3 –  $tp_3$  (31/7/2004, após 270 dias da adoção dos manejos), a lâmina acumulada foi de 101 mm; no tempo 4 –  $tp_4$  (31/10/2004, após 360 dias da adoção dos manejos), foi aplicada uma lâmina acumulada de 229 mm; no tempo 5 –  $tp_5$  (31/1/2005, após 450 dias da adoção dos manejos), a lâmina acumulada totalizou 285 mm; e no tempo 6 –  $tp_6$  (30/4/2005, após 540 dias da adoção dos manejos), a lâmina acumulada foi de 341 mm.

Para estimativa da evapotranspiração do cafeeiro, instalou-se uma estação climatológica na área experimental, para monitoramento das condições climáticas.

No MR, o critério adotado na definição das lâminas da água residuária seguiu o manejo adotado por MEDEIROS (2005). As lâminas de água residuária aplicadas acumuladas totalizaram: no tp<sub>1</sub>, 117, 146, 234, 264 e 293 mm; no tp<sub>2</sub>, 155, 197, 309, 360 e 399 mm; no tp<sub>3</sub>, 202, 262, 399, 468 e 532 mm; no tp<sub>4</sub>, 308, 422, 616, 731 e 857 mm; no tp<sub>5</sub>, 358, 466, 705, 828 e 956 mm; e no tp<sub>6</sub> 406, 515, 798, 924 e 1071 mm (nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente). A frequência da aplicação da água residuária foi diária, exceto aos sábados e domingos.

Para analisar a contaminação microbiológica no perfil do solo, foram coletadas amostras de solo ao final do experimento, um dia após a última fertirrigação, com trado Uhland, esterilizado, à superfície e nas profundidades 0,10, 0,30 e 1,00 m. As amostras foram colocadas em sacos plásticos esterilizados e levadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Microbiologia da UFV. Para indicador de contaminação microbiológica foi determinada a quantidade de *Escherichia coli* por grama de solo. As amostras foram analisadas pela técnica do Número Mais Provável, de acordo com a Instrução Normativa 62, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os comportamentos dos níveis populacionais de *Escherichia coli* no perfil do solo um dia após a realização dos manejos. Verifica-se, nessa figura, que tanto o MC quanto o T, em todas as profundidades, além do MR na profundidade de 1,00 m, apresentam níveis populacionais de *Escherichia coli* menores que 3,0 Número Mais Provável g<sup>-1</sup> (NMP g<sup>-1</sup>). A sensibilidade do método de análise não detecta concentrações menores que essa. Portanto, a Instrução Normativa 62 (MAPA, 2003) considera esse valor como equivalente à ausência de *Escherichia coli*. Mesmo a concentração máxima, observada na superfície do solo sob o MR (196 NMP g<sup>-1</sup>), está abaixo do limite máximo exigido pelo MAPA (2003) para o consumo de frutas frescas, que é de 500 NMP g<sup>-1</sup>. Portanto praticamente não existe contaminação por esses microrganismos, o que se deve principalmente à radiação ultravioleta, que é bastante eficaz para eliminar esses microrganismos. Sendo assim, salvo em caso de lençol muito alto, ou solos com capacidade de infiltração muito elevada, dificilmente haverá

contaminação do lençol freático com a fertirrigação com água residuária, quando manejada adequadamente. Observando a Figura 1, percebe-se que a concentração por *Escherichia coli* na profundidade de 1,00 m do manejo com água residuária (MR) é a mesma da testemunha (T), evidenciando a capacidade do solo de inativar estes organismos, seja por predação por outros organismos, competição por alimento ou, principalmente, por diminuição da umidade do solo. SANTOS (2004) analisou a concentração de coliformes fecais em solo fertirrigado com esgoto sanitário tratado e constatou ausência completa desses organismos, em todo o perfil do solo, quando a irrigação era suspensa por mais de uma semana, e a presença apenas até a profundidade de 0,20 m, quando a fertirrigação era suspensa por uma semana. No Quadro 1 está apresentado o Nível populacional de *Escherichia coli* no esgoto com tratamento prévio em sistemas de filtragem aplicado no solo durante o período experimental.

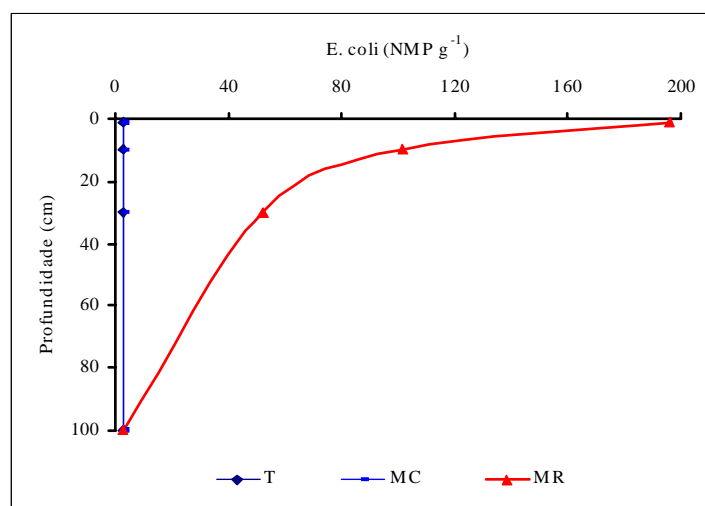


Figura 1. Nível populacional de *Escherichia coli* no perfil do solo para os tratamentos: T - sem irrigação, MC - manejo de irrigação com água doce e MR – manejo com água residuária. NMP – Número Mais Provável.

Quadro 1. Nível populacional de *Escherichia coli* no esgoto com tratamento prévio em sistemas de filtragem (NMP 100 mL<sup>-1</sup>)

Mês/Ano	<i>Escherichia coli</i> (NMP* 100 mL <sup>-1</sup> )
Jan/2004	4,3 x 10 <sup>6</sup>
Abr/2004	7,9 x 10 <sup>5</sup>
Jun/2004	6,7 x 10 <sup>5</sup>
Out/2004	6,3 x 10 <sup>5</sup>
Jan/2005	7,1 x 10 <sup>6</sup>

Abr/2005

4,7 x 10<sup>5</sup>

Junho/2005

3,9 x 10<sup>5</sup>

---

\* NMP - Número Mais Provável

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que no MR a contaminação por coliformes fecais na superfície do solo foi mínima e sem risco para a saúde do homem, chegando à ausência de contaminação a 1,00 m de profundidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTON, G. **Wastewater microbiology**. New York: Willey-liss, 1994. 478 p.

HAYAT, S.; AHMAD, I.; AZAM, Z. M.; AHMAD, A.; INAM, A.; SAMIULLA, H. Effect of long-term application of oil refinery wastewater on soil health with special reference to microbiological characteristics. **Bioresource Technology**. v. 84, p. 159-163, 2002.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa No 62**, de 26 de agosto de 2003. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/consultasilegis>>. Acesso em: 5 Ago. 2010.

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.

SANTOS, S.S. **Influência da aplicação, via irrigação por gotejamento, de esgoto sanitário tratado na cultura do cafeeiro e no solo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

VAN CUYK, S.; SEIGRIST, R.; LOGAN, A.; MASSON, S.; FISCHER, E.; FIGUEROA, L. Hydraulic and purification behaviors and their interactions during wastewater treatment in soil infiltration systems. **Water Resources**, v. 35 n. 4, p. 953-964. 2001.