

## **EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE FILTRAGEM PARA USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**

J.A.R de SOUZA<sup>1</sup>; R.O. BATISTA<sup>2</sup>; F.F. CUNHA<sup>3</sup>; D. C. FERREIRA<sup>4</sup>; D.A.  
MOREIRA<sup>3</sup>; M.R.VICENTE<sup>3</sup>; R. OLIVEIRA BATISTA<sup>5</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se analisar a remoção de sólidos suspensos por filtros de membrana e de discos em esgoto urbano tratado visando sua utilização em sistemas de irrigação por gotejamento. A cada hora, foram coletadas amostras de água residuária a montante e a jusante dos filtros, durante período de 13 h. Em laboratório foram quantificados os sólidos suspensos, determinando-se a eficiência do sistema. Concluiu-se que o esgoto sanitário tratado apresentou grande potencial para obstrução de sistemas de filtração, e os filtros de membrana e de discos apresentaram remoções médias dos sólidos suspensos de 30,64 e 28,34%, respectivamente.

**Palavras-chave:** filtração, água residuária, entupimento.

## **FILTRATION SYSTEMS EFFICIENCY FOR WASTEWATER USE IN TRICKLE IRRIGATION SYSTEMS**

**ABSTRACT:** It objectified analyze the removal of suspended solid by membrane filters and of disks in urban sewage treated aiming its utilization in drip irrigation systems. Every hour, samples of wastewater were collected the upstream and downstream of the filters, during period of 13 h. In laboratory quantified the suspended solids of the samples and system efficiency. It concluded that the sanitary sewage treated presented great potential for clogging of filtration systems and the filters of membrane and discs presented average removal of suspended solids of 30,64 e 28,34%, respectively.

**Keywords:** filtration, wastewater, clogging.

---

<sup>1</sup> Engº Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Av. P. H. Rolfs s/n, CEP: 36570-000, Viçosa, MG. Fone: (31)3899-2715 e-mail: jarstec@yahoo.com.br;

<sup>2</sup> Doutor em Eng. Agrícola, DEA/UFV;

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

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

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

## INTRODUÇÃO

A utilização de águas residuárias na agricultura é uma alternativa para o controle da poluição das águas superficiais e subterrâneas, disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola. Entretanto, para que isso possa se tornar uma prática viável, é preciso que sejam desenvolvidas técnicas de tratamento, aplicação e manejo de águas residuárias.

O entupimento das aberturas dos elementos filtrantes de filtros de areia, de tela e de discos está diretamente relacionado com as características, físicas, químicas e biológicas das águas residuárias (Adin e Sacks 1991).

Na literatura existem poucos trabalhos sobre o desempenho de sistemas de filtração operando com águas residuárias. Adin e Sacks (1991) utilizaram dois filtros em série, sendo o primeiro filtro de areia com diâmetro efetivo de 0,69 mm e o segundo filtro de discos com aberturas de 130  $\mu\text{m}$ , para filtração de esgoto doméstico secundário. Constataram aumento nos valores de algumas características do efluente coletado a jusante do sistema de filtração; os sólidos suspensos passaram de 55 para 65  $\text{mg L}^{-1}$ , a turbidez de 36 para 39 UTN e a demanda química de oxigênio de 165 para 181  $\text{mg L}^{-1}$ .

No trabalho apresentado por Capra e Scicolone (2004) verificou-se que os filtros de areia e de discos foram mais efetivos na filtração de águas residuárias do que os filtros de tela. No entanto, Ravina et al. (1997) alertaram sobre sérios problemas de cimentação da areia no interior dos filtros de areia, ocasionados pela ação das sulfobactérias, podem ocorrer se a água residuária conter sulfeto de hidrogênio, necessitando-se, assim, da contínua substituição do elemento filtrante. Capra e Scicolone (2006) constataram que os filtros de tela são mais indicados para a filtração de águas residuárias com até 3  $\text{mg L}^{-1}$  de sólidos suspensos.

Objetivou-se neste estudo analisar a eficiência de remoção de sólidos suspensos em filtros de membrana e de discos de sistemas de irrigação por gotejamento operando com esgoto sanitário tratado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação-Piloto de Tratamento de Esgoto (EPTE) do Departamento de Engenharia Agrícola (UFV) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

O esgoto sanitário bruto era tratado em três etapas: (a) tratamento preliminar, removendo sólidos de elevada massa específica; (b) disposição superficial em rampas cultivadas com

gramínea, reduzindo carga orgânica e, (c) lagoa de maturação, removendo organismos patogênicos.

Para avaliar a eficiência da filtragem do esgoto sanitário tratado por meio filtro tipo membrana, utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento dotado de unidade de controle (composta por motobomba de 3 cv, sistema de filtração automatizado e injetor Venturi com capacidade de injeção de  $70 \text{ L h}^{-1}$ ), linhas principal e de derivação em PVC, e linhas laterais com gotejadores do modelo G1. Nesse sistema, foi instalado filtro tipo membrana, autolimpante, automático, de 550 mesh e com capacidade de filtração de  $5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , a jusante do conjunto motobomba de 3 cv. A retrolavagem era acionada por um sistema temporizador, a cada 30 minutos de funcionamento, durante 20 segundos. Sendo a pressão mínima requerida pela retrolavagem de 304kPa.

A eficiência da filtragem do esgoto sanitário tratado por meio de filtro de disco foi avaliada por meio de sistema de irrigação por gotejamento, dotado de unidade de controle (composta por motobomba de 3 cv e sistema de filtração comum), linhas principal e de derivação em PVC, e de linhas laterais com gotejadores G2, G3 e G4. Nesse sistema, instalou-se a jusante do conjunto motobomba de 3 cv um filtro de discos de 120 mesh com capacidade de filtração de  $8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

As características dos gotejadores eram: (a) G1 - não-autocompensante, vazão nominal de  $2,3 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de serviço de 50 a 400 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,40 m, comprimento do labirinto de 298 mm, largura do labirinto de 2 mm e um único filtro secundário; (b) G2 - não-autocompensante, vazão nominal de  $1,7 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de serviço de 40 a 250 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,75 m, comprimento do labirinto de 177 mm, largura do labirinto de 1,7 mm e um único filtro secundário; (c) G3 - autocompensante, vazão nominal de  $2,1 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de serviço de 50 a 400 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,75 m, comprimento do labirinto de 260 mm, largura do labirinto de 2,1 mm e dois filtros secundários; (d) G4 - não-autocompensante, vazão nominal de  $2,0 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de serviço de 100 a 400 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,60 m, comprimento do labirinto de 396 mm, largura do labirinto de 2,7 mm e dois filtros secundários.

A montante e a jusante dos dois filtros foram instaladas válvulas para o monitoramento da pressão.

Foram coletadas amostras do esgoto sanitário tratado a montante e a jusante dos filtros de discos e de membrana, a cada uma hora de operação, durante 13 horas.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Qualidade da Água do DEA/UFV para análise dos sólidos suspensos, os quais foram utilizados para determinação da eficiência de remoção dos sólidos suspensos no esgoto sanitário tratado pela passagem nos dois elementos filtrante, conforme a Equação 1, recomendada pela ASAE Standards (2001). Juntamente com a coleta das amostras, procedeu-se à medição da pressão, a montante e a jusante dos filtros, para avaliação da redução da pressão ao longo do tempo, pelo acúmulo do material de entupimento.

$$E_r = 100 \left( 1 - \frac{S_o}{S_i} \right) \quad (1)$$

em que,

$E_r$  - eficiência de remoção dos sólidos suspensos, %;

$S_o$  - concentração dos sólidos suspensos presentes na água residuária coletada a jusante do filtro,  $\text{mg L}^{-1}$ ; e

$S_i$  - concentração dos sólidos suspensos presentes na água residuária a montante do filtro,  $\text{mg L}^{-1}$ .

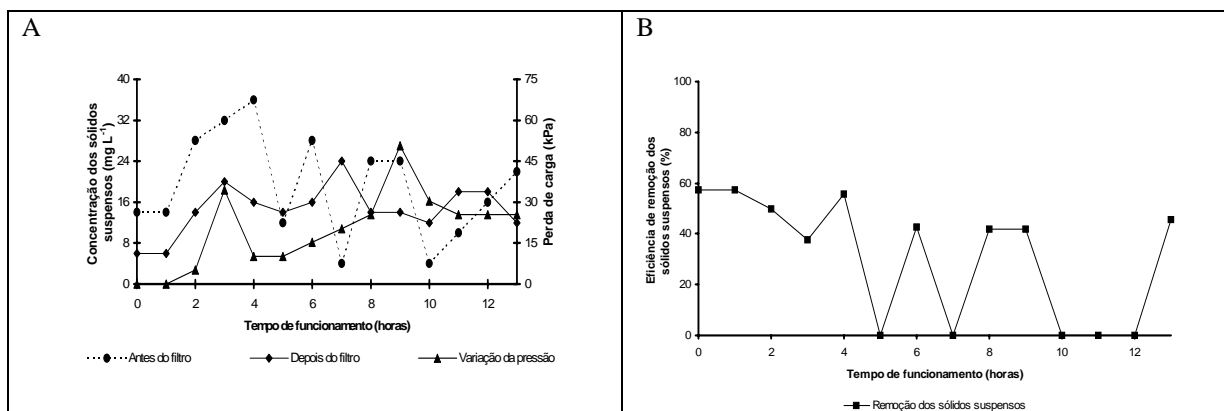
Decorrido 13 horas de testes, retiraram-se amostras do material causador de entupimento para identificação nos Laboratórios de Biologia Animal e Vegetal da UFV, por meio da examinação microscópica. Os dados de sólidos suspensos foram interpretados, por meio da estatística descritiva, com a análise das médias e dos coeficientes de variação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1A e 1B estão apresentados os resultados dos testes realizados com o filtro de membrana. Verifica-se, na Figura 1A, para os tempos de funcionamento de 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 horas, que a perda de carga ultrapassou o limite de 20 kPa, proposto por Pizarro Cabello (1990) como valor máximo aceitável, recomendando execução de limpeza do elemento filtrante. As concentrações dos sólidos suspensos no esgoto sanitário tratado, a montante e a jusante do filtro, variaram de 4 a 36  $\text{mg L}^{-1}$  e de 6 a 24  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente.

A eficiência da remoção dos sólidos suspensos variou de 0 a 57,14%, conforme Figura 1B. O valor médio da eficiência de remoção ao longo do período de ensaio foi de 30,64% e o valor do coeficiente de variação, de 79,70%. O melhor desempenho do filtro ocorreu durante as primeiras quatro horas de funcionamento. Depois desse período aconteceu alternância dos valores da eficiência de remoção. Essas oscilações justificam-se pelo acúmulo de partículas no elemento filtrante, o que acarretou aumento na concentração dos sólidos suspensos a

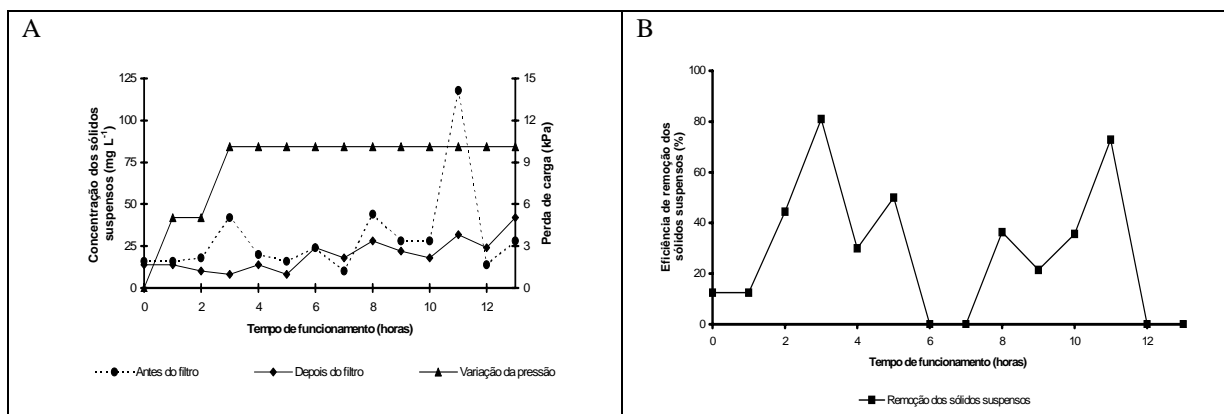
jusante do filtro. Após o tempo de funcionamento de nove horas, a retrolavagem não mais obteve bom desempenho com relação à limpeza do elemento filtrante.



**Figura 1.** (A) variações da concentração de sólidos suspensos, a montante e a jusante do filtro de membrana, e da perda de carga e, (B) variações da eficiência de remoção.

A variação da concentração e a eficiência de remoção dos sólidos suspensos pelo filtro de disco de 120 mesh estão apresentadas nas figuras 2A e 2B, respectivamente. Observou-se que os valores da perda de carga no filtro foram sempre inferiores ao limite de 20 kPa, conforme apresentado na Figura 2A. As concentrações de sólidos suspensos, a montante e a jusante do elemento filtrante, apresentaram variações de 10 a 118  $\text{mg L}^{-1}$  e de 8 a 42  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente. Nos tempos de funcionamento de 7, 12 e 13 horas, a concentração dos sólidos suspensos a jusante do filtro foi superior à obtida a montante dele, devido ao acúmulo de partículas nas ranhuras dos anéis do elemento filtrante.

Com relação à eficiência de remoção, verificou-se que essa variou de 0 a 80,95%, como pode ser observado na Figura 2B. O valor médio da eficiência de remoção dos sólidos suspensos ao longo do período de ensaio foi de 28,34% e o valor do coeficiente de variação, de 94,70%. Apesar do baixo valor da perda de carga, verificaram-se, após cinco horas de funcionamento, oscilações nos valores da eficiência de remoção dos sólidos suspensos.



**Figura 2.** (A) variações da concentração de sólidos suspensos, a montante e a jusante do filtro de disco, e da perda de carga, (B) variações da eficiência de remoção.

Decorrido o período de 13 horas dos testes, os filtros foram abertos e o material retido nos elementos filtrante foi analisado. Observou-se que os principais causadores de entupimento tanto no filtro de membrana quanto no filtro de disco foram os seguintes: larvas de insetos (larvas de dípteros e principalmente larvas de quironomídeos), pequenos caramujos, zooplâncton (*Moina micrura* com tamanho entre 500 e 1.000  $\mu\text{m}$ ) e fitoplâncton (Chlorophyta).

## CONCLUSÕES

Diante dos resultados concluiu-se: o esgoto sanitário tratado apresentou grande potencial para obstrução de sistemas de filtração; partículas orgânicas, representadas por zooplâncton, fitoplâncton e larvas de insetos, foram os principais fatores causadores de entupimento nos sistemas de filtração e, os filtros de membrana e de discos removeram em média 30,64 e 28,34% dos sólidos suspensos contidos no esgoto sanitário tratado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIN, A.; SACKS, M. Dripper-clogging factors in wastewater irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v. 117, n. 6, p. 813-826, 1991.

ASAE S 539. Media filters for irrigation - Testing and performance. *ASAE Standards*, St. Joseph, p. 990-996, 2001.

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 2006. (doi:10.1013/j.jclepro.2006.07.032).

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 68, n. 2, p.135-149, 2004.

PIZARRO CABELLO, F. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, icroaspersión, exudación. 2 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1990. 471p.

RAVINA, I.; PAZ, E.; SOFER, Z.; MARCU, A.; SHISHA, A.; SAGI, G. Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimer wastewater. *Irrigation Science*, New York, v. 13, n. 3, p. 129-139, 1992.