

## **EFICIÊNCIA DE FILTRAGEM UTILIZANDO DOIS FILTROS ARTESANAIS DE TELA**

**EUGENIO PACELI MIRANDA<sup>1</sup>; EMANUELLE VICTOR OLIVEIRA<sup>2</sup>; JONH LENNON BEZERRA SILVA MAIRTON GOMES DA SILVA<sup>2</sup>; JISNARA MARIA PEREIRA LAVOR<sup>2</sup>; FRANCISCO EMANUEL FIRMINO GOMES<sup>2</sup>**

1 Professor M.Sc. Irrigação e Drenagem. Curso Superior em Tecnologia de Irrigação e Drenagem. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, campus Iguatu/Ceará. CEP: 63.500-000, e-mail: eu.paceli@yahoo.com.br

2 Graduandos. Curso Superior em Tecnologia de Irrigação e Drenagem. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, campus Iguatu/Ceará.

### **1 RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi verificar a eficiência de filtragem de dois filtros artesanais de tela. Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Iguatu. Um dos filtros consistiu de uma coluna formada de discos de tela dentro de um corpo de filtro convencional de disco de duas polegadas, com duas variações, uma coluna de 60 discos de tela (FAT60) e outra com 40 (FAT40). O segundo filtro artesanal foi construído com três tubos vazados de diferentes diâmetros envoltos com tela, definido como filtro artesanal de tela de 3 elementos (FAT3e), um dentro do outro e dentro de um corpo de filtro de disco. A água era captada de um reservatório de 1000 L, onde foi adicionado solo no sentido de aumentar a concentração de sólidos suspensos. O experimento adotado foi o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. O tratamento que apresentou maior eficiência de filtragem foi o filtro artesanal de tela de 3 elementos (FAT3e), com eficiência média de 82,93% contra 60,48% do filtro convencional de disco, que apresentou menor eficiência de filtragem. A análise de variância a 1% de probabilidade mostrou não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos.

**Palavras-Chave:** eficiência de filtragem, irrigação, qualidade da água.

**MIRANDO, E. P.; OLIVEIRA, E. V.; SILVA, J. L. B.; da SILVA, M. G.; LAVOR, J. M. P.; GOMES, F. E. F. EFFICIENCY FILTRATION FILTERS USING TWO SCREEN CRAFT**

### **2 ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the efficiency of two screen filters. The tests were conducted at the Laboratory of Hydraulics, Irrigation and Drainage, Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE), Iguatu Campus. One of the filters consisted of a column formed of screen discs within a body of two inches filter discs, with two variations, a column of 60 screen disks (FA60) and another with 40 (FA40). The second filter was built with three hollow tubes of different diameter wrapped with fabric, craft set to

filter screen elements 3 (FAT3e), one inside the other and within the body of a disc filter. The water was captured in a 1000 L tank, where soil was added to increase the concentration of suspended solids. The experiment was analyzed as a completely randomized design with four treatments and five repetitions. The treatment proved to be more efficient was the three elements screen filter (FAT3e), with an average efficiency of 82.93% against 60.48% of the conventional disk filter. The analysis of variance at 1% probability showed no significant difference between treatments.

**Keywords:** filtering efficiency, irrigation, water quality.

### 3 INTRODUÇÃO

A irrigação localizada vem sendo largamente usada devido a várias vantagens, dentre elas destaca-se a maior economia e eficiência no uso da água e de insumos. Entretanto, apresenta como grande desvantagem problemas de obstrução dos emissores (SMAJSTRLA *et al.*, 1983, EL-BERRY *et al.*, 2006, AALI *et al.*, 2009 e YAVUZ *et al.* 2010).

Problemas de obstrução de emissores tem sido bastante observado nos sistemas de irrigação localizado. Em alguns casos inviabilizando o uso de sistemas de irrigação por gotejamento.

O entupimento de emissores dificulta a operação de sistemas de irrigação e a limpeza ou substituição dos emissores é difícil e onerosa (VIEIRA *et al.*, 2004), além de reduzir a uniformidade de aplicação de água e fertilizantes, afetando negativamente o crescimento das plantas (DASBERG & BRESLER, 1986 apud EL-GINDY *et al.*, 2009).

Segundo Keller & Bliesner (1990) citado por Souza *et al.* (2009), apontam o entupimento de gotejadores como principal problema encontrado na operação de sistemas de irrigação por gotejamento.

Diversos trabalhos de pesquisa e observações de campo indicam que as causas de obstrução em emissores e sistemas de filtragem podem ser divididas em três principais categorias: material em suspensão; precipitados químicos e crescimento microbiano (NAKAYAMA, *et al.*, 1977 apud AIROLDI, 2007).

Normalmente, as obstruções são causadas pela combinação desses fatores como, por exemplo, a presença de argila e produtos de corrosão envoltos em massa biológica e cimentados com precipitados de  $\text{CaCO}_3$ ; no entanto, tem-se observado que os maiores problemas de obstrução são causados, em geral, pela presença de materiais em suspensão, como silte e algas (ADIN & ALON, 1986).

A precipitação de elementos químicos, a formação de filmes biológicos e depósitos de partículas inorgânicas no interior de gotejadores são riscos presentes (Bastos, 1990 apud Busato & Soares, 2009).

Resende (1999) citado por Faria *et al.* (2002), estudando o entupimento por causas biológicas, notou que em um dos modelos de gotejadores estudados ocorreu redução de vazão de 40% em 16% do número total de gotejadores.

A utilização de filtros de diversos tipos tem sido recomendada a fim de melhorar a qualidade físico-química da água, procurando reduzir os efeitos maléficos relacionados com entupimento de emissores (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Alguns autores utilizaram filtros alternativos para a remoção de sólidos totais suspensos, como exemplo a utilização de manta sintética não tecida como elemento filtrante (RIBEIRO *et al.*, 2004); utilização de bagaço de cana-de-açúcar e solo como material filtrante

(NETO *et al.*, 2011); utilização de manta sintética e disco de tela com cascalho (CARMO *et al.*, 2011).

O objetivo de estudo foi verificar a eficiência de filtragem de dois filtros artesanais de tela.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios hidráulicos foram realizados no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem e as análises da água no Laboratório de Análise de Água, Solo e Tecido Vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Iguatu.

Foi montada uma bancada para os testes hidráulicos, onde os filtros foram instalados e testados alternadamente (Figura 1).



**Figura 1.** Foto da bancada dos ensaios hidráulicos.

A água era captada de um reservatório de 1000 litros. Foi adicionado solo para aumentar a concentração de sólidos suspensos. A alimentação se dava através de um conjunto moto-bomba centrífuga de 2 cv potência.

O primeiro filtro artesanal foi feito com várias telas cortadas em forma de discos, os quais eram empilhados uns sobre os outros formando uma coluna entre duas placas de fibra de vidro, usadas como suporte (Figura 2). Em seguida, a coluna de discos de tela foi colocada dentro de uma tubulação de 100 mm, usada como base (Figura 3) e posteriormente colocada dentro de um corpo de filtro de disco (Figuras 4 e 5).



**Figura 2.** Dispositivos do elemento filtrante do filtro artesanal de tela.



**Figura 3.** Elemento filtrante montado (esquerda) e tubo suporte.



**Figura 4.** Tubo suporte dentro do corpo do filtro convencional.



**Figura 5.** Tubo suporte com elemento filtrante dentro do corpo do filtro convencional.

Foram usadas duas variações desse filtro, o primeiro com uma coluna formada por 60 discos de tela e o segundo por 40 discos, definido aqui como FAT60 e FAT40, respectivamente.

**Tabela 1.** Características dos filtros artesanais de tela (FAT)

CARACTERÍSTICAS	DIMENSÕES
Diâmetro dos discos de tela	98 mm
Gramatura da tela	0,0095 g/cm <sup>2</sup>
Mesh da tela	145
Altura do suporte	27 cm
Diâmetro do Suporte	100 mm

O segundo modelo de filtro artesanal foi confeccionado a partir de três tubos de PVC de 100, 75 e 50 mm, vazados e envoltos por uma tela (Figuras 6).



**Figura 6.** Tubos suporte de 100, 75 e 50 mm do filtro artesanal de tela de 3 elementos (FAT3e)



**Figura 7.** Filtro artesanal de 3 elementos (FAT3e) montando dentro do corpo do filtro convencional de disco.

Na tabela 2 são mostradas as características do filtro artesanal de tela de três elementos, sendo que cada elemento representa um tubo de suporte, um interno, um intermediário e outro externo.

**Tabela 2.** Características dos filtros artesanais de tela de 3 elementos (FAT3e)

CARACTERÍSTICAS	DIMENSÕES
Diâmetro do suporte externo	100 mm
Diâmetro do suporte intermediário	75 mm
Diâmetro do suporte interno	50 mm
Altura do suporte externo	27 cm
Alturas dos suportes intermediário e interno	19 cm
Gramatura da tela	0,0095 g/cm <sup>2</sup>
Mesh da tela	145
Número de voltas no suporte externo	6
Número de voltas no suporte intermediário	8
Número de voltas no suporte interno	10

No tubo de 100 mm a tela foi colocada de forma a dar seis voltas, no tubo de 75 mm, oito voltas e no tubo de 50 mm, dez voltas. Em seguida os tubos menores eram colocados dentro dos maiores e posteriormente dentro do corpo de um filtro de disco de duas polegadas. Esse tipo de filtro foi definido como filtro artesanal de tela de três elementos (FAT3e).

Como tratamento testemunha foi usado um filtro de disco de duas polegadas e 230 mesh (Figura 8).



**Figura 8.** Filtro convencional de disco.

**Tabela 3.** Características do filtro de disco.

CARACTERÍSTICAS	DIMENSÕES
Diâmetro	2 polegadas
Diâmetro dos anéis	13,1 cm
Mesh	230

Conhecendo-se então a concentração de sólidos suspensos antes e depois dos filtros, foi calculada a eficiência de filtragem utilizando-se a Equação 1.

$$EF = \left( \frac{SS_1 - SS_2}{SS_1} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

EF = eficiência de filtragem, %;

SS<sub>1</sub> = concentração de sólidos suspensos na entrada do filtro, mg L<sup>-1</sup>;

SS<sub>2</sub> = concentração de sólidos suspensos na saída do filtro, mg L<sup>-1</sup>.

Determinou-se a perda de carga provocada por cada modelo de filtro ao longo do tempo através de um piezômetro em “U” com tomadas de pressão antes e após o filtro, aplicando-se a equação de Bernoulli (Equação 2)

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Hf \quad (2)$$

Onde:

h<sub>1</sub> = Altura da tomada de pressão antes do filtro, m;

h<sub>2</sub> = Altura da tomada de pressão depois do filtro, m;

P<sub>1</sub> = Pressão antes do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;

P<sub>2</sub> = Pressão depois do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;

v<sub>1</sub> = Velocidade de escoamento na tomada de pressão antes do filtro, m/s;

v<sub>2</sub> = Velocidade de escoamento na tomada de pressão depois do filtro, m/s;

γ = Peso específico da água, kgf/m<sup>3</sup>;

Hf = Perda de carga, m.

Como as tomadas das pressões estavam na mesma altura e as tubulações, nas duas tomadas de pressões, são de mesmo diâmetros, conseqüentemente as mesmas velocidades, a Equação 2 foi simplificada para ser usada de acordo com a Equação 3.

$$Hf = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \quad (3)$$

Onde:

Hf = Perda de carga, m;

P<sub>1</sub> = Pressão antes do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;

P<sub>2</sub> = Pressão depois do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;

γ = Peso específico da água, kgf/m<sup>3</sup>;

A diferença de pressão foi obtida através das alturas das colunas de mercúrio no piezômetro, aplicando a lei de Stevin, através da Equação 4.

$$P_1 - P_2 = 12.600x(h_2 - h_1) \quad (4)$$

Onde:

P<sub>1</sub> = Pressão antes do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;

- $P_2$  = Pressão depois do filtro, kgf/m<sup>2</sup>;  
 $h_1$  = Altura da coluna de mercúrio referente a tomada de pressão antes do filtro, m;  
 $h_2$  = Altura da coluna de mercúrio referente a tomada de pressão depois do filtro, m.

As tomadas de pressão foram inseridas a uma distância das conexões trinta vezes o diâmetro da tubulação, conforme recomendado por Miller citado por Melo et al. (2000). Na Figura 9 é mostrada em detalhes a inserção da tomada de pressão do piezômetro na tubulação.



**Figura 9.** Detalha da tomada de pressão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

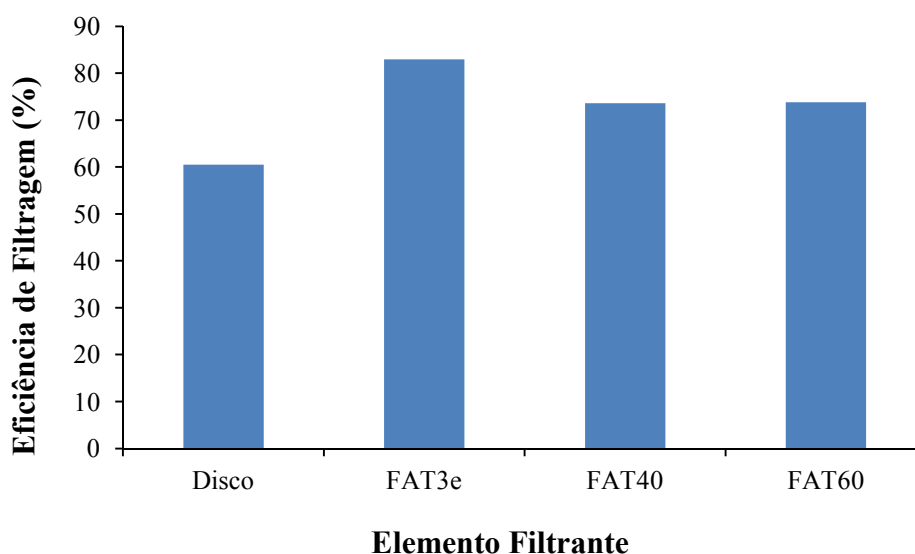
A partir dos resultados das análises da concentração de sólidos suspensos totais da água, antes e após os filtros, calculou-se a eficiência de filtragem para todos os filtros analisados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Eficiências de filtragem (%) para os filtros testados.

Ensaio	Eficiências de Filtragem (%)			
	Disco	FAT40	FAT60	FTA3e
1	43,39	94	76,25	84,09
2	62,22	79,5	89,03	51,48
3	57,44	30	86,35	97,1
4	78,05	72,41	44,44	92,89
5	61,29	92,18	72,9	89,09
Média	60,48	73,6	73,79	82,93
Desv. Pad.	12,38	25,97	17,73	18,22
Coef. Var. (%)	20,48	35,28	24,03	21,97

A Figura 10 mostra a média das eficiências de filtragem para os quatro filtros testados.

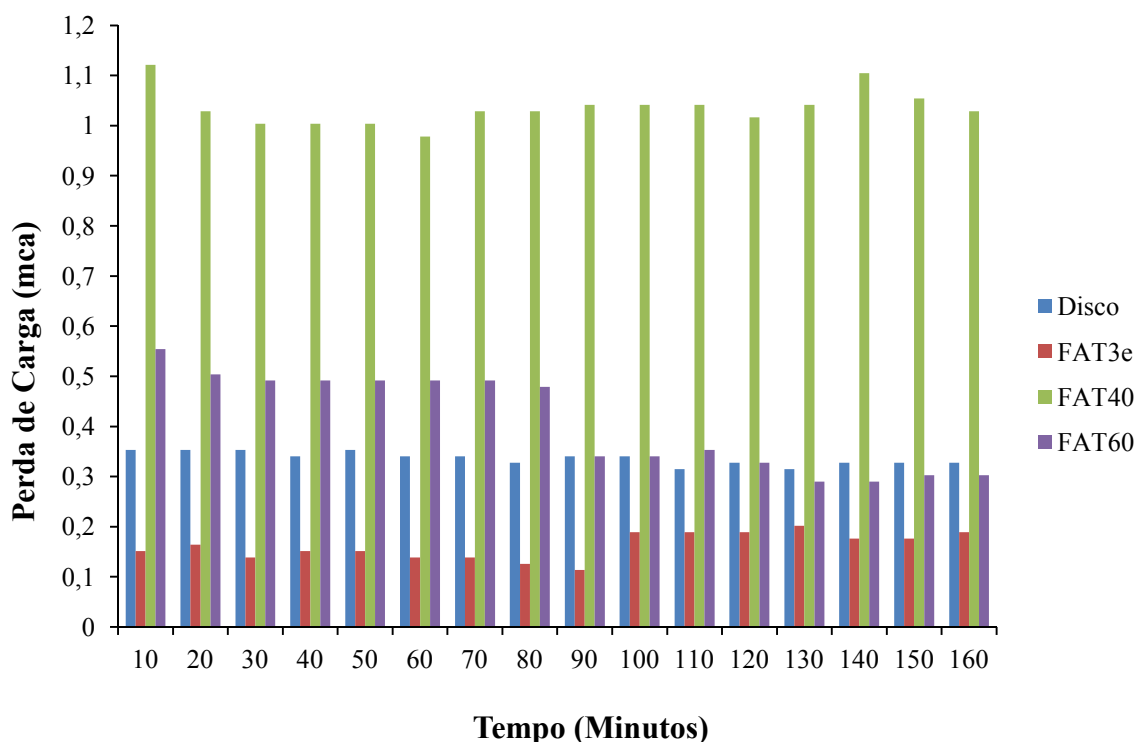




**Figura 10.** Médias das Eficiências de Filtragens.

Os resultados das eficiências de filtragem mostram que os filtros artesanais foram mais eficientes que o filtro convencional de disco. Dentre os filtros o que mostrou ser mais eficiente foi o filtro artesanal de tela com 3 elementos (FAT3e), com eficiência de 82,93% e o menos eficiente foi o filtro de disco convencional, eficiência de 60,48%. As eficiências de filtragens dos dois filtros artesanais, FAT40 e FAT60, praticamente foram iguais.

A Figura 11 mostra a evolução da perda de carga dos 4 modelos de filtros testados ao longo de 160 minutos de ensaios.



**Figura 11.** Evolução da Perda de carga.

O filtro que apresentou a maior perda de carga foi o filtro artesanal de tela com 40 discos (FAT40), durante todo o ensaio. O filtro artesanal de tela de 3 elementos (FAT3e) foi o modelo de filtro que causou menor perda de carga.

Para a avaliação estatística da eficiência de remoção de sólidos em suspensão pelos diferentes meios filtrantes, foi aplicada a análise de variância (Tabela 2).

**Tabela 4.** Análise de variância.

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	1.280,35	426,78	1,23
Resíduo	17	5.898,92	346,99	-
Total	20	7.179,27	-	-

Visto que o F calculado ( $F_c = 1,23$ ) foi menor que o F tabelado ( $F_t = 5,18$ ), a análise de variância não foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, não havendo, portanto, diferenças estatísticas significativas entre os processos de filtragens.

Airol di *et al.* (2003) comparando as eficiências de filtragem de filtro de disco com manta sintética constataram que os filtros de manta sintética foram tão eficientes quanto os filtros convencionais de discos.

Parteniani e Scatolini (2001), também trabalhando com manta sintética, verificaram que estas foram mais eficientes que os filtros de discos e de tela. Mesmo resultado encontrado por Nascimento Neto *et al.* (2007).

Carmo *et al.* (2011) estudando dois filtros alternativos, um de manta sintética e outro de tela com cascalho e um filtro de disco convencional, encontraram maiores eficiências nos filtros alternativos que o filtro de disco.

## 6 CONCLUSÕES

Os filtros de artesanais de tela foram mais eficientes que o filtro convencional de tela encontrado no mercado.

O filtro que apresentou maior eficiência foi o filtro artesanal de tela com 3 elementos (FAT3e).

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALI, K.A.; LIAGHAT, A.; DEHGHANISANIJ, H. Effect of acidification and magnetic field on emitter clogging under saline water application. *Journal of Agricultural Science*, v.1, n. 1, Iran, 2009.

ADIN, A.; ALON, G. Mechanisms and process parameters of filter screens. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 112(4), 293-304, 1986.

AIROLDI, R.P.S. Análise do desempenho de gotejadores e da prevenção do entupimento em irrigação com água residuária. 2007. 139 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

AIROLDI, R.P.S.; PARTENIANI, J.E.S.; RIBEIRO, T.A.P.; SILVA, M.J.M. Comparação entre elementos filtrantes de manta sintética não tecida e de disco no tratamento de água para irrigação. *Revista Irriga, Botucatu*, v. 8, n. 1, p. 218-233, set-dez, 2003.

BUSATO, C. C. M.; SOARES, A. A. Uso de cloro orgânico na prevenção do entupimento de gotejadores utilizando água ferruginosa. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 19, Montes Claros - MG. Anais... Montes Claros – MG: ABID, 2009. (CD-ROM).

CARMO, F. F.; LIMA, L. D. P.; MIRANDA, E. P.; SILVA, M. G.; LEDO, E. R. F. Eficiência de remoção de sólidos suspensos utilizando filtros com elemento filtrante alternativo. In: X ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - X ENICIT, X ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – X ENPPG & V SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – V SIMPIT, Maracanaú-CE. Anais... Maracanaú-CE, 2011.

EL-BERRY, A.M.; BAKEER, G.A.; WASEF, E.; AL-DHALEEI, S.A.. Effect of using wastewater on the performance of micro-irrigation system for landscaping. *Misr J. Agr. Eng.*, 23(1): 151-168, 2006.

EL-GINDY, A.M.; TAYEL, M.Y.; EL-BAGOURY, K.F.; SABREEN, K.A. Effect on injector types, irrigation and nitrogen treatment on emitters clogging. *Misr J. Ag. Eng.*, 26(3): 1263-1276, 2009.

FARIA, L. F.; COELHO, R. D.; FLECHA, P. A. N.; ROBLES, W. G. R.; VÁSQUEZ, A. N. Entupimento de gotejadores e seu efeito na pressão da rede hidráulica de um sistema de microirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 195-198, 2002.

MELO, L.J.V.; DILVA, E.L.; FARIA, M.A. Perda de carga em conectores utilizados em sistemas de irrigação localizada. *Ciências Agrotec.*, Lavras, v.24, p.205-214, dez., 2000.

NASCIMENTO NETO, J. R.; MESQUITA, F. P.; MIRANDA, E. P.; SOUZA, R. O. R. M. Construção e avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada. II WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO & I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O USO MÚLTIPLO DA ÁGUA, Fortaleza - CE. Anais... Fortaleza – CE, 2008. (CD-ROM).

NETO, V. S. C.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; DOLL, M. M. R.; BRANDÃO, D. Retenção da carga orgânica e de cations em filtros operando com águas residuárias da suinocultura. *Revista Irriga, Botucatu*, v. 16, n. 2, p. 134-144, abril-junho, 2011.

PARTENIANI, J.E.S.; SCATOLINI, M.E. Eficiência de manta sintética não tecida na remoção de algas presentes na água de irrigação. *Revista Ecosystema*. Vol. 26, n.1, jan.-jul. 2001.

RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S.; AIROLDI, R. P. S.; SILVA, M. J. M. O efeito da qualidade da água no entupimento de emissores e no desempenho de filtros utilizados na irrigação por gotejamento. *Revista Irriga*, Botucatu, v. 9, n. 2, p 136-149, maio-agosto, 2004.

SMAJSTRLA, A.G.; KOO, R.C.J.; WELDON, J.H; HARRISON, D.S.; ZAZUETA, F.S. Clogging of trickle irrigation emitters under field conditions. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96: 13-17. 1983.

SOUZA, J. A. A.; TERRA, A. A.; MEDEIROS, S. S.; SOUZA, J. A.; SILVA, S. R.; SOARES, A. A. Eficiência de remoção de sólidos suspensos totais de água residuária de esgoto doméstico bruto por um conjunto de filtros de areia e de disco. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 19, Montes Claros - MG. Anais... Montes Claros – MG: ABID, 2009. (CD-ROM).

YAVUZ, M.Y.; DEMIREL, K.; ERKEN, O.; BAHAR, E.; DEVECILER, M.. Emitter clogging and effects on drip irrigation systems performances. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 5 (7), p. 532-538, 2010.