

## EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ELEMENTOS FILTRANTES NA PREVENÇÃO DE OBSTRUÇÃO DE GOTEJADORES

**José Euclides Stipp Paterniani**

**Marcos Eduardo Scatolini**

*Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. CP 6011, CEP 13083-970, E-mail: pater@agr.unicamp.br*

### 1 RESUMO

Durante ensaios para verificação de eficiência de retenção de algas em filtros de discos 120 MESH, tela 120 MESH e manta sintética não tecida, foram avaliados o grau de obstrução de gotejadores de labirinto com fluxo turbulento e vazão nominal de 4 L.h<sup>-1</sup> e 8 L.h<sup>-1</sup>. Para determinação da obstrução causada por impurezas não retidas no meio filtrante foram avaliadas a evolução da vazão e da uniformidade estatística dos gotejadores submetidos aos diferentes meios filtrantes durante um período de 22 semanas durante 4 horas diárias e comparadas com uma parcela testemunha sem elemento filtrante. Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre o elemento de discos, que apresentou maior uniformidade estatística, os filtros de manta e tela com valores intermediários e a testemunha que apresentou menor uniformidade estatística. No entanto, para caracterizar de maneira definida a diferença no desempenho dos elementos filtrantes, estes valores deveriam vir acompanhados de uma redução contínua na vazão média dos tratamentos, o que foi observado apenas para o elemento de tela com o gotejador de 4 L.h<sup>-1</sup>. As demais variações da uniformidade estatística foram temporais, provavelmente devido a obstruções temporárias ocasionadas por variações da concentração de sólidos suspensos na água de irrigação.

**UNITERMOS:** Filtragem, Gotejamento, Qualidade da água.

### PATERNIANI, J.E.S.; SCATOLINI, M.E. EFFICIENCY OF DIFFERENT FILTER ELEMENTS TO PREVENT TRICKLE CLOGGING

### 2 ABSTRACT

This work aimed to verify the efficiency of algae removal in disks 120 mesh, screen 120 mesh, and non woven synthetic fabric filters. It was evaluated the degree of clogging of turbulent flow drippers on 4 L.h<sup>-1</sup> and 8 L.h<sup>-1</sup> outflow. For blockage determination the outflow evolution and statistics uniformity (Us) of the dripper have been evaluated when submitted to different filter media over 22 weeks, 4 daily hours compared to a control without the filter element. The results indicated significant differences among the elements. The disk element presented greater statistic uniformity. The screen filter and the non woven synthetic fabric element presented intermediate values whereas

---

Recebido em 24/06/2001 e aprovado para publicação em 03/12/2002



the parcel with no filter element (control) presented minor statistic uniformity. However, in order to characterize performance differences among them, values should be presented along with a continuous average outflow reduction in all treatments. This pattern was observed only for the screen filter and 4 L.h<sup>-1</sup> drippers. The statistics uniformity variation has been probably caused by temporary blockages due to variation in suspended solid concentration in irrigation water.

**KEYWORDS:** filtration, drip irrigation, water quality.

### 3 INTRODUÇÃO

A crescente utilização de sistemas de irrigação localizada, principalmente sistemas por gotejamento, compostos por emissores com pequenas passagens tem feito crescer a preocupação quanto à qualidade da água, o risco de obstrução de emissores e a eficiência de diferentes meios filtrantes.

Embora a avaliação da porcentagem de remoção de sólidos suspensos ou qualquer partícula específica que possa comprometer o sistema de irrigação seja um parâmetro importante para determinar a eficiência do elemento filtrante, determinações diretas da evolução de obstrução de emissores ou redução em sua uniformidade são informações diretas importantes na avaliação da eficiência desses elementos.

A eficiência ou não de diversos procedimentos e equipamentos de filtragem é função da qualidade da água utilizada na irrigação e das características construtivas dos emissores. Porém uma caracterização detalhada da qualidade da água é muitas vezes de difícil realização em condições de campo e, também pode ser prejudicada pelas variações temporais na concentração de diversos materiais orgânicos e inorgânicos.

O entupimento de emissores devido a elementos físicos estão relacionados principalmente à presença de sólidos suspensos, tais como areia, silte e argila, bem como partículas orgânicas tais como formigas, lesmas, ovos de larvas etc. O potencial de obstrução está relacionado à concentração desses elementos e ao tamanho das partículas.

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).

Normalmente as obstruções são causadas pela combinação desses fatores, como por exemplo a presença de argila e produtos de corrosão envolvidos em massa biológica e cimentados com precipitados de CaCO<sub>3</sub>. No entanto, tem sido observado que os maiores problemas de obstrução são causados pela presença de materiais em suspensão, como silte, algas, etc. (ADIN & ALON, 1986).

Pizzarro (1986) considera que o dimensionamento de meio filtrante deve considerar que o orifício de passagem seja igual a 1/10 do tamanho do orifício do emissor, para prevenir sua obstrução. Porém, muitas vezes este critério pode ser insuficiente devido a processos de cimentação desencadeados pela presença de mucilagem de algas ou bactérias (GILBERT et al., 1979).

Ravina et al. (1992) avaliando diversos modelos de gotejadores verificaram que o grau de obstrução foi similar para filtros com passagem de 120MESH e 80MESH, observando-se no entanto maior grau de obstrução para gotejadores submetidos ao filtro de 40MESH. Também verificaram que a frequência de lavagem das linhas laterais não afetaram o desempenho dos emissores.

Hills & El-Ebawy (1990) avaliaram diferentes gotejadores, em condições de laboratório, quanto à obstrução causada por algas e materiais de origem inorgânica em suspensão. Os resultados mostraram que os

gotejadores não foram muito afetados por impurezas inorgânicas, porém, impurezas orgânicas resultaram em obstrução gradual dos emissores devido ao crescimento microbiano.

O presente trabalho buscou avaliar a combinação das características construtivas dos gotejadores e da eficiência de remoção de sólidos suspensos dos elementos filtrantes no grau de obstrução dos emissores e, conseqüentemente na redução da uniformidade estatística entre os emissores.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em uma propriedade agrícola, onde foi captada água de um reservatório superficial. Neste reservatório foi instalado um conjunto de bombeamento que alimentou 3 filtros plásticos de 1" colocados em paralelo e, portanto, sob as mesmas condições de pressão. A vazão média através de cada filtro foi de 2,4 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, porém o tempo de ensaio variou em função da concentração de sólidos em suspensão presente na água. Para garantir pressão igual nos 3 filtros foram instalados reguladores de pressão de 106 kPa.

Os 3 elementos filtrantes utilizados foram tela de nylon 120MESH, discos 120 MESH e manta M4 (Tabela 1). Os elementos de tela e discos são produtos comercialmente utilizados e as mantas sintéticas não tecidas são fabricadas com fibras de polipropileno, poliamida e poliéster, possuindo elevada porosidade (cerca de 85%), além de possuir maior volume de vazios para a retenção de impurezas, possibilitando uma maior filtrabilidade.

Após cada elemento filtrante foram instaladas duas linhas de polietileno de baixa densidade de 20 mm de diâmetro interno com comprimento total de 30 metros cada uma, onde foram inseridos gotejadores de labirinto modelo TUFF-TIF com vazão nominal de 4 L.h<sup>-1</sup> numa das linhas e de 8 L.h<sup>-1</sup> na outra. O espaçamento entre os gotejadores era de 25 cm, em ambas as linhas.

**Tabela 1.** Característica da manta sintética não tecida M4.

Identificação	380
Gramatura (g.m <sup>-2</sup> )	380
Espessura (mm)	3,8
Permeabilidade (mm.s <sup>-1</sup> )	5
Abertura de filtragem (µm)	150

Foram realizados 15 ensaios para os quais foram feitas medidas de vazão dos emissores de 4 L.h<sup>-1</sup> e 8 L.h<sup>-1</sup>. A partir das medidas de vazão foi determinada a uniformidade estatística.

Para a avaliação dos gotejadores foram determinados 18 pontos de amostragem, escolhidos aleatoriamente, para cada linha de gotejamento. O número de pontos de amostragem seguiu a recomendação metodológica descrita por Bralts & Kesner (1983) e utilizando o programa UNIF 36 desenvolvido por Zazueta & Smajtrla (1991). Nestes pontos foram feitas medidas semanais de vazão, durante um período de 22 semanas.

Para cada ensaio foi determinada a variação da vazão dos emissores de acordo com a metodologia apresentada pela American Society of Agricultural Engineers (1992) a partir da determinação do coeficiente de uniformidade estatística (Us) (Equação 1).

$$Us = 100(1 - Vqs) \quad (1)$$

$$Vqs = \frac{Sq}{q} \quad (2)$$

$$Sq = \left\{ \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n qi^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n qi \right)^2 \right] \right\}^{1/2} \quad (3)$$

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n qi \quad (4)$$

Onde:

qi = vazão do emissor

n = número de emissores randomicamente selecionados

$V_{qs}$  = coeficiente de variação

$U_s$  = uniformidade estatística de vazão do emissor

Aplicou-se o teste F para análise da variância e os dados, em porcentagem, foram transformados segundo o arco seno da raiz de  $x/100$ . A partir destes dados foi feita análise estatística (teste de Duncan) para verificar diferenças significativas entre os elementos filtrantes quanto a uniformidade estatística.

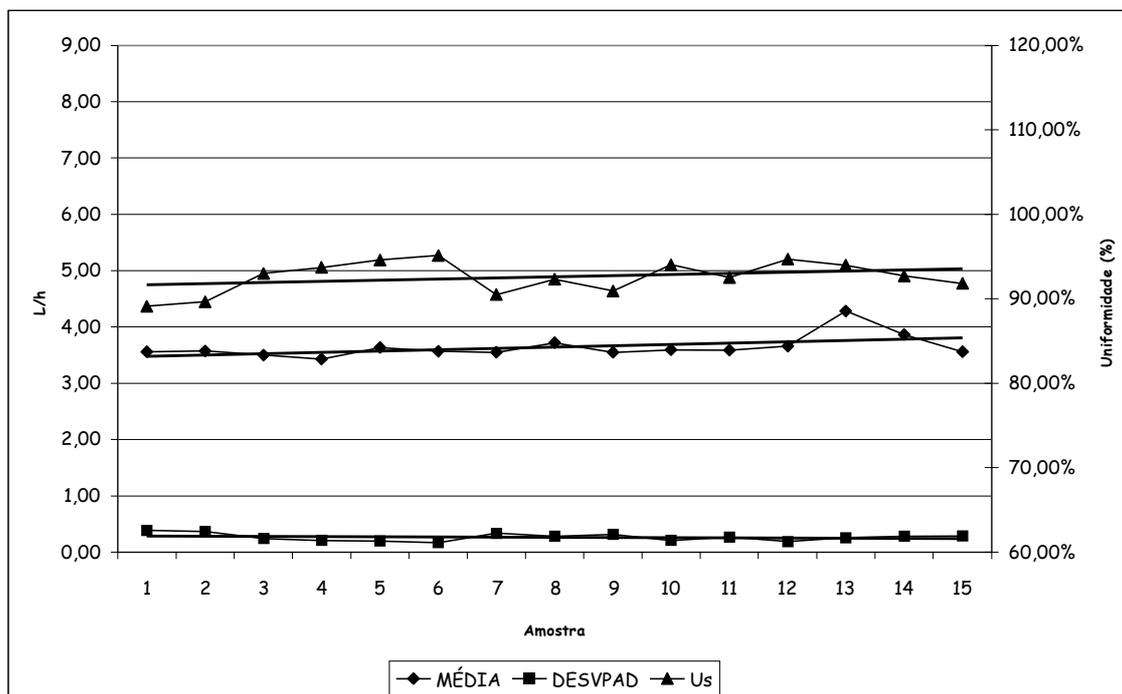
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água utilizada durante o experimento foi analisada semanalmente, não apresentando valores elevados dos parâmetros analisados, como a tabela 2.

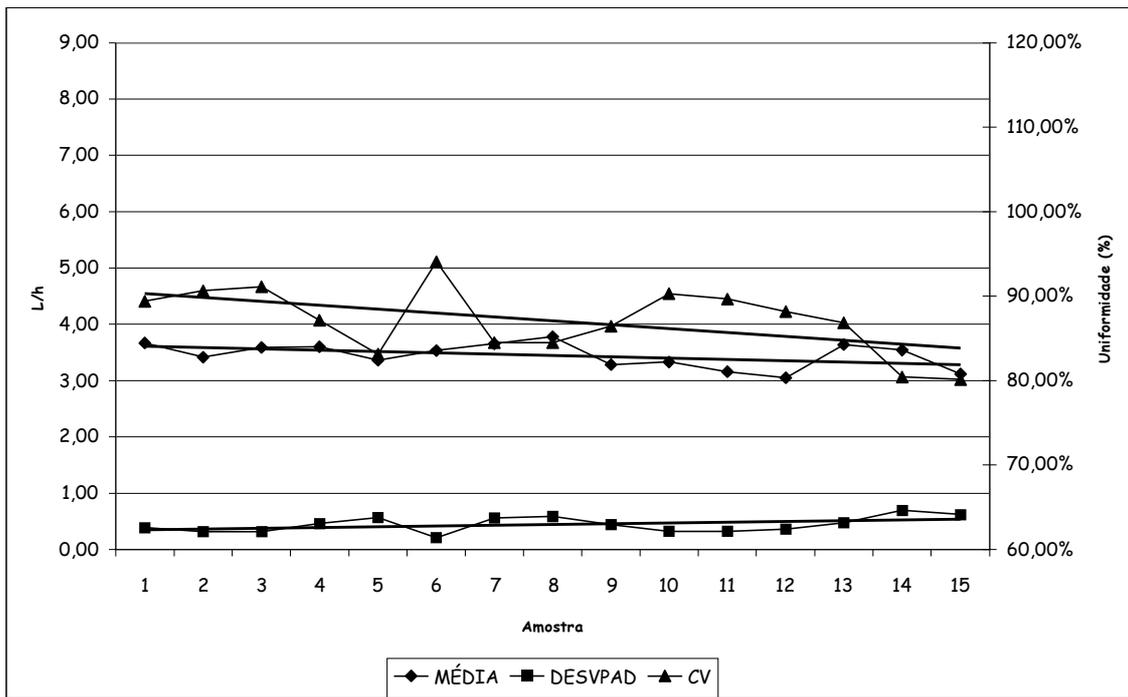
**Tabela 2.** Características físico-químicas da água

Parâmetro	
Condutividade	160,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
pH	7,3
Resíduo total	85,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Turbidez	4,5 UNT

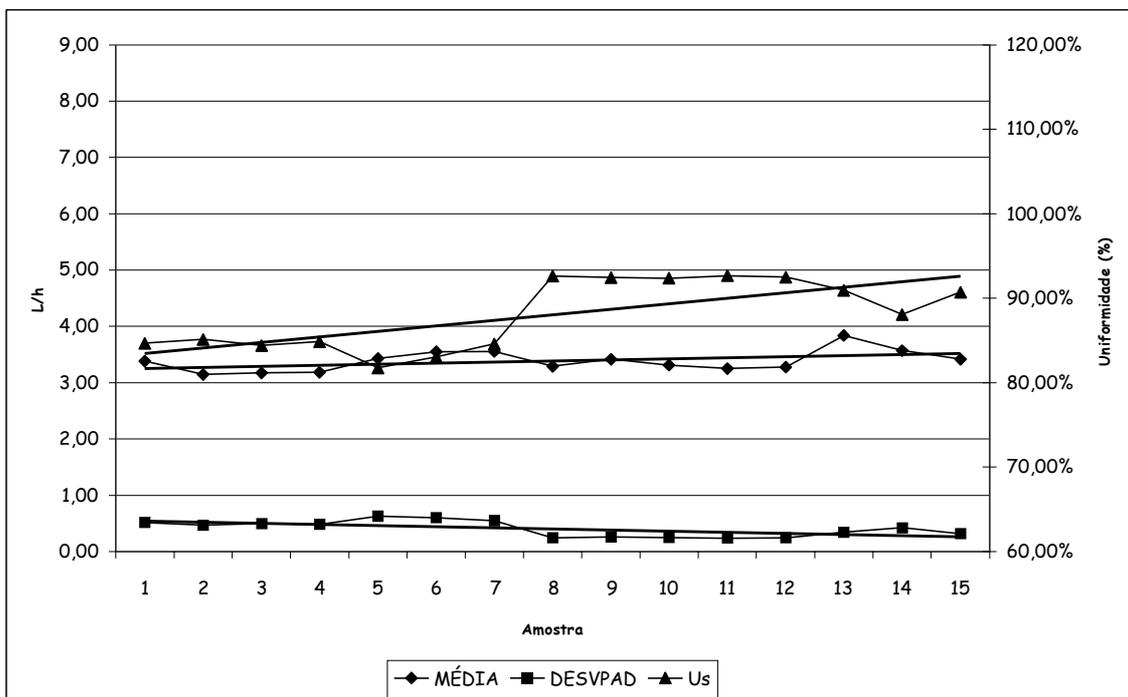
As determinações da uniformidade estatística e da vazão média dos gotejadores de 4  $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$  e 8  $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$  não mostraram uma tendência definida de redução da uniformidade estatística ( $U_s$ ) e da vazão média, o que caracterizaria a progressão da obstrução dos emissores, conforme se visualiza nas Figuras 1 a 8.



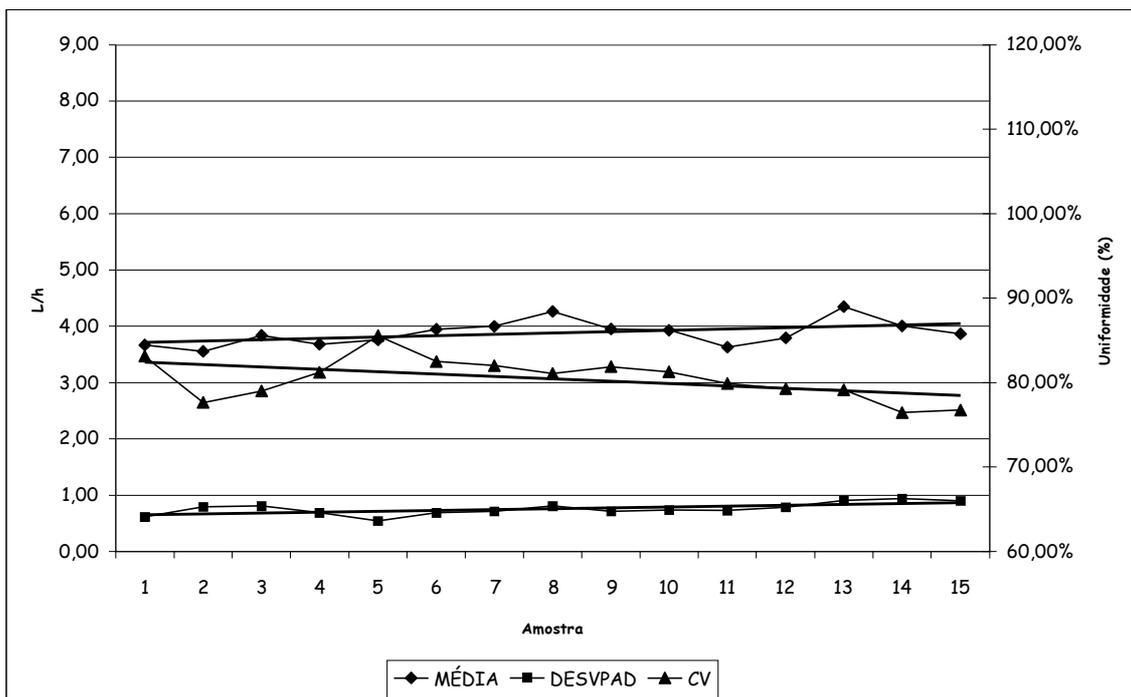
**Figura 1.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 4  $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$  submetidos a operação com filtro de disco



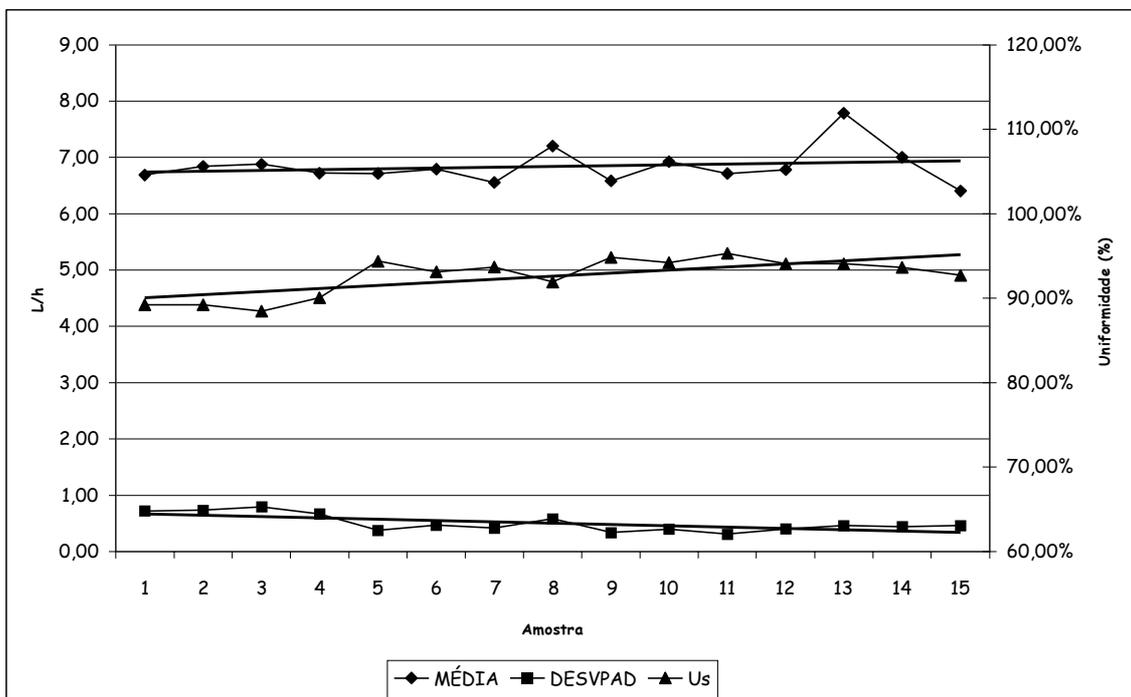
**Figura 2.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação com filtro de tela



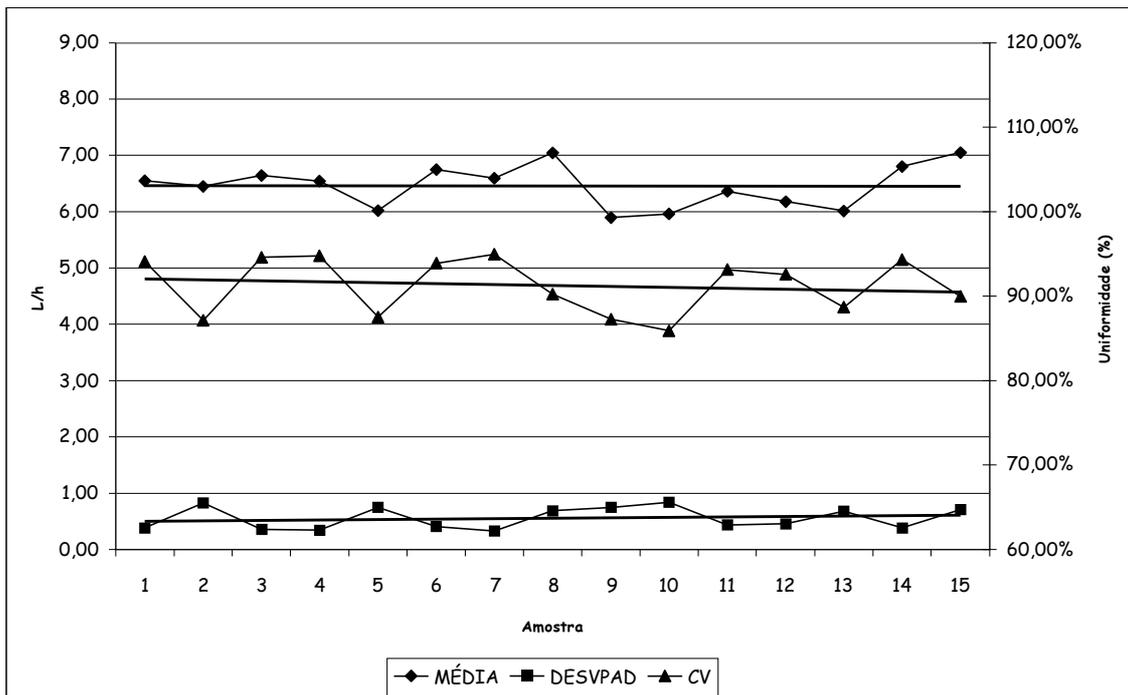
**Figura 3.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação com filtro de manta não tecida



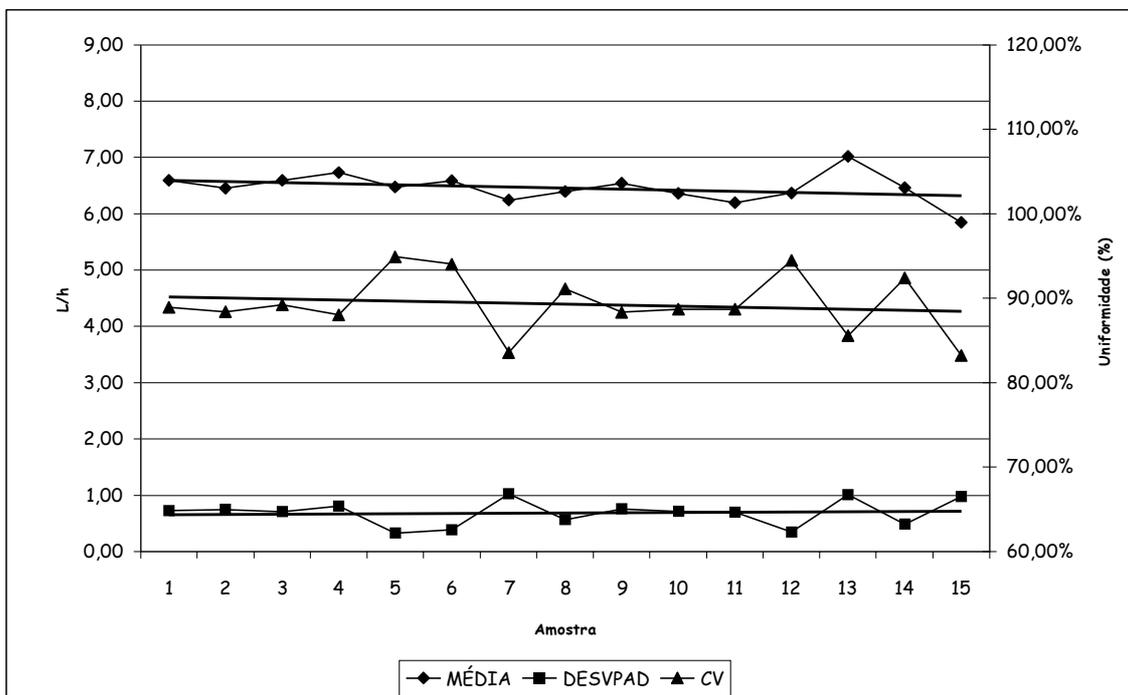
**Figura 4.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação sem unidade filtrante (testemunha).



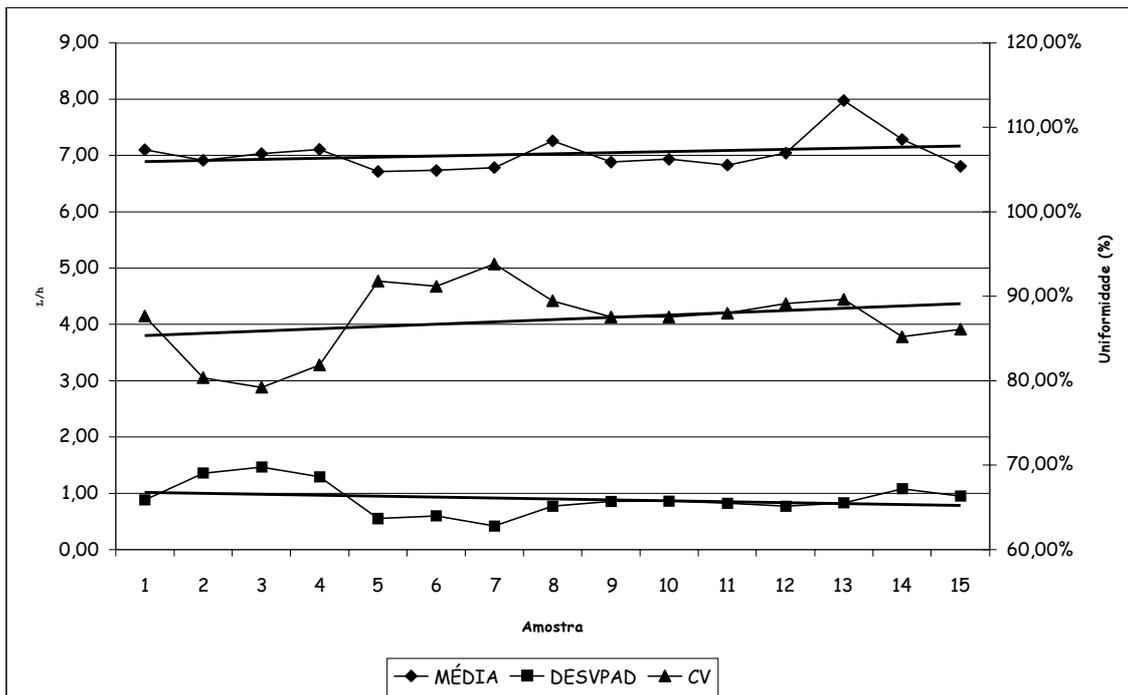
**Figura 5.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação com filtro de disco



**Figura 6.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação com filtro de tela



**Figura 7.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação com filtro de manta não tecida



**Figura 8.** Variação da uniformidade de distribuição de água para gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> submetidos a operação sem unidade filtrante (testemunha).

Houve diferenças significativas na uniformidade de distribuição de água entre os sistemas operados pelos diferentes filtros tanto para os gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> quanto para os de 8 L.h<sup>-1</sup> (P<0,01).

Os gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup>, com elemento filtrante disco apresentaram maior uniformidade, já os gotejadores com os elementos de tela e de manta não diferiram entre si pelo Teste de Duncan, quanto a uniformidade de distribuição, apresentando médias um pouco inferiores àquelas obtidas para os gotejadores com o elemento de disco. Todos os tratamentos em questão foram superiores à testemunha.

Para os gotejadores de 8 L.h<sup>-1</sup> com elementos de disco e de tela apresentaram maior uniformidade, sendo que os gotejadores com filtros de tela e de manta tiveram praticamente o mesmo desempenho quanto à uniformidade de distribuição de água. O filtro de manta diferiu significativamente do filtro de disco e teve desempenho semelhante ao da

testemunha, quanto as suas influências na uniformidade de distribuição (Tabela 3).

Não foram observadas diferenças significativas nas médias de uniformidade de distribuição entre os gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> e 8 L.h<sup>-1</sup>.

Os filtros de disco apresentaram tendência de serem mais eficientes do que os de tela. Gomes (1999) afirma que os filtros de disco estão substituindo, atualmente os de tela e até mesmo os filtros de areia, devido a sua maior facilidade de limpeza e de regulação de filtragem. Um maior índice de uniformidade alcançado, no presente trabalho, pelo filtro de disco pode ser atribuído a sua maior eficiência na retenção de impurezas da água potencialmente obstruidoras de gotejadores

Os filtros de manta não tecida já demonstraram, em ensaios experimentais relatados por Lima (1999) e Silva (1996), serem mais eficientes em termos de remoção de impurezas do que os filtros de tela. Os mesmos autores constataram que existe, contudo, uma estreita semelhança entre os filtros de disco e

de manta não tecida na eficiência de retenção de partículas sólidas presentes na água, uma vez que nos dois filtros predomina o efeito de profundidade no elemento filtrante, o que não ocorre com o elemento filtrante tela, onde o efeito predominante é o de superfície.

Observaram-se valores baixos de CV%, indicando grande precisão experimental.

Estes resultados demonstraram maior uniformidade do elemento de discos, porém a ausência de redução definida na vazão média dos emissores não permite concluir a respeito da maior eficiência de um determinado meio filtrante. Estas variações na Uniformidade estatística foram geradas por obstruções temporárias dos emissores, que fizeram variar a Uniformidade estatística ( $U_s$ ) sem uma contínua redução na vazão média dos gotejadores.

Apenas o filtro de tela com os gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> mostraram tendência definida de redução na vazão média, o que pode caracterizar, juntamente com a redução na Uniformidade estatística, evolução na obstrução dos emissores.

**Tabela 3.** Médias de uniformidade de diferentes elementos filtrantes para gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> e 8 L.h<sup>-1</sup>.

Elementos filtrantes	Gotejadores	
	4 L.h <sup>-1</sup>	8 L.h <sup>-1</sup>
Disco	92,68 a	92,74 a
Manta	88,35 b	89,58 bc
Tela	87,35 b	91,55 ab
Testemunha	63,81 c	87,49 c
Média	69,33	71,98
C.V.%	4,13	4,46

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem a 5% pelo Teste de Duncan.

## 6 CONCLUSÕES

As principais conclusões extraídas do presente trabalho foram:

a) Os gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> submetidos ao elemento de discos apresentaram maior uniformidade estatística;

b) Com excessão da linha de gotejadores de 4 L.h<sup>-1</sup> da parcela contendo o filtro de tela, não foi verificada, para os demais tratamentos redução definida na vazão média, juntamente com redução na uniformidade estatística, que caracterizasse maior eficiência de um dos meios filtrantes;

c) Verificou-se, para as duas vazões de gotejadores, que a testemunha sem elemento filtrante apresentou sempre menor uniformidade estatística que os demais tratamentos;

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pela concessão da bolsa de estudo (processo: 97/05171-3) e dos recursos financeiros (processo: 97/06570-9) para a realização deste trabalho.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIN, A.; ALON, G. Mechanisms and process parameters of filter screens. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 112, n. 4, p. 293-304, 1986.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Standards 1992**: field evaluation of microirrigation systems. St. Joseph, 1992 p. (EP458).
- BRALTS, F.V.; KESNER, D.C. Drip Irrigation Field Uniformity Estimation. **Transactions of the American Society Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 26, n. 5, p. 1369-1374, 1983.
- GILBERT, F.G.; NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. Trickle irrigation: prevention of clogging. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 22, n. 3, p. 514-519, 1979.

- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento**. 3. ed. Universidade Federal da Paraíba, 1999. 412 p.
- HILLS, D.J.; EL-EBABY, F.G. Evaluation of microirrigation self-cleaning emitters. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 6, n. 4, p. 2453-2459, 1990.
- LIMA, M.M. **Desempenho de diferentes tipos de mantas sintéticas não tecidas na filtração da água para irrigação localizada**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) –Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A.; FRENCH, O.F. Reclaiming partially clogged trickle emitters. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 20, n. 2, p. 278-280, 1977.
- PIZZARRO, F.C. **Riegos localizados de alta frequência**. Madrid: Mundi-Prensa, 1986. 459 p.
- RAVINA, E.P. et al. Control of emitter clogging in drip irrigation with wastewater. **Irrigation Science**, Berlin, v. 13, p. 129-139, 1992.
- SILVA, L.B. **Avaliação de um filtro de manta sintética não tecida para irrigação localizada**. 1991. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) –Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- ZAZUETA, F.S.; SMARJSTRLA, A.G. Water management utilities: diagnosis and treatment of iron and slime clogging problems. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1991 326 p.