

## INFLUÊNCIA DE EFLUENTE DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE GOTEJADORES AUTOCOMPENSANTES

JOÃO A. FISCHER FILHO<sup>1</sup>, MIQUÉIAS G. SANTOS<sup>2</sup>, ALEXANDRE B. DALRI<sup>3</sup>;  
JOSÉ R. ZANINI<sup>4</sup>; LUÍS F. PALARETTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, Fone: (19)98292-8964, [joaofischer16@gmail.com](mailto:joaofischer16@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia/Ciência do Solo, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Prof. Assistente Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Gotejamento é o método de irrigação mais indicado para aplicação de efluente de estação de tratamento (EET) de esgoto. Entretanto, a presença de agentes químicos, físicos e biológicos pode provocar alteração na vazão dos emissores autocompensantes, reduzindo a sua uniformidade de aplicação. Assim, objetivou-se avaliar a uniformidade de aplicação de quatro modelos de gotejadores autocompensantes (G1, G2, G3 e G4) de um sistema de irrigação usando EET, instalado na FCAV/UNESP. O EET procedia da estação de tratamento de esgoto de Jaboticabal-SP, sendo filtrado por um filtro de disco (120 mesh). Foram realizadas sete avaliações dos gotejadores (após 0, 100, 200, 300, 400, 500 e 600 horas de funcionamento), operando a 100 kPa. A uniformidade de aplicação foi expressa pelos coeficientes de uniformidade: Christiansen (CUC), Estatístico (US) e Distribuição (CUD). Observou-se que com o aumento do tempo de funcionamento do sistema, ocorreu redução nos coeficientes avaliados; entretanto, os valores de CUD diferiram para cada modelo de gotejador, apresentando, no final do experimento, reduções na uniformidade de distribuição entre 1,6% e 6,4%. Conclui-se que o tempo de uso do EET afeta negativamente, com intensidades diferentes, os coeficientes de uniformidade dos quatro modelos de gotejadores avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** água residuária, emissores, economia de água

## INFLUENCE OF TREATED SEWAGE EFFLUENT IN THE APPLICATION UNIFORMITY OF SELF-COMPENSATING DRIPPERS

**ABSTRACT:** Drip is the most appropriate irrigation method in the application of treatment sewage effluent (TSE), however the presence of chemical, physical and biological agents can cause changes in the flow of emitters reducing the uniformity of application. This study aimed to evaluate the uniformity of application of four models self-compensating drippers (G1, G2, G3 and G4) of an irrigation system using TSE installed in FCAV/UNESP. The TSE came from the sewage treatment plant Jaboticabal-SP, and filtered through a disc filter (120 mesh). Seven evaluations were carried out (after 0, 100, 200, 300, 400, 500 and 600 hours of operation) with emitters operating at 100 kPa. The uniformity of application was expressed by the uniformity coefficient: Christiansen (CUC), Statistics (US) and Distribution (CUD). It was observed that the functioning of the system caused reduction in the coefficients; however, the CUD values differed for each emitter type, showing in the end of the experiment reductions in distribution uniformity between 1.6% and 6.4%. The conclusion is that the TSE usage time negatively affects with different intensities the coefficients of uniformity of four models evaluated

drippers.

**KEYWORDS:** wastewater, emitters, water saving

## INTRODUÇÃO

Na maioria dos estudos com águas residuárias, o entupimento tem efeito direto na redução de vazão dos gotejadores. Tajrishy, Hills e Tchobanoglous (1994) constataram a formação de biofilme resultante de mucilagens bacterianas e sólidos suspensos em gotejadores aplicando efluente de esgoto doméstico secundário. Trabalhando com água residuária de suinocultura, Batista et al. (2013) verificaram que as características sólidos suspensos, ferro total e população bacteriana representaram risco severo de entupimento de gotejadores e que as porcentagens de entupimento dos gotejadores podem ser menores em função do menor tempo de funcionamento do equipamento para aplicação da água residuária de suinocultura.

Estudos mostram que os emissores possuem diferentes potenciais ao entupimento de acordo com a qualidade da água e as características técnicas de construção (arquitetura do labirinto). Devido aos potenciais benefícios do uso de efluentes na irrigação por gotejamento, técnicas para proteger e reduzir entupimento de emissores tem sido estudadas por diversos pesquisadores, entretanto, ainda, se faz necessário estudos para determinação de equipamentos que apresentem melhor performance para aplicação de efluente de tratamento de esgoto em função do tempo de uso sob ação de agentes climáticos.

Assim, objetivou-se avaliar a uniformidade de aplicação de quatro modelos de gotejadores autocompensantes de um sistema de irrigação usando EET.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na FCAV/UNESP. Foi instalado um experimento de campo com quatro modelos de gotejadores autocompensantes, utilizando EET como água de irrigação.

O experimento foi composto por 4 linhas laterais (LL), espaçadas em 0,5 m. Cada LL representando um modelo de gotejadores distribuídos aleatoriamente. Os gotejadores utilizados no experimento foram: NaanPC, Amnon, Vardit e Top Drip.

A primeira avaliação foi realizada com água limpa e ocorreu após a montagem do experimento, com tempo igual à zero. Foram realizados mais seis testes de vazão nos mesmos gotejadores, previamente identificados, a cada 100 horas. Foram avaliados 16 emissores por linha lateral (LL). Durante o teste a pressão no início da LL foi mantida a 100 kPa com o auxílio de regulador de pressão e um manômetro de mercúrio. O sistema foi acionado 6 horas por dia de segunda a sexta-feira, totalizando, no final do experimento, um tempo de uso dos gotejadores de 600 horas e 140 dias de uso dos emissores.

Para avaliação da uniformidade de aplicação do EET pelos gotejadores, foram utilizados; 1 - coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); 2 - Uniformidade estatística (US); e 3 - coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

A uniformidade estatística das vazões dos emissores foram calculadas pelo coeficiente de uniformidade estatística, US, como sugerido por BRALTS et al., 1987, Equação 2.

$$US = 100 \left( 1 - \frac{Sq}{q_m} \right) \quad (2)$$

em que,

US – coeficiente de uniformidade estatística, %;

Sq – desvio padrão das vazões obtidas, L h<sup>-1</sup>;

q<sub>m</sub> – vazão média dos emissores valores, L h<sup>-1</sup>.

De acordo com ASAE EP458 (1997), a uniformidade estatística de um sistema de microirrigação é considerada “excelente” quando os valores obtidos são maiores que 95%. Para valores entre 95% e 85% a uniformidade estatística é considerada boa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento dos valores de CUC, US e CUD dos quatro gotejadores autocompensantes em função do tempo de uso com EET são apresentados na Figura 1. Verifica-se que todos os modelos apresentaram redução nos coeficientes de uniformidade avaliados, quando comparado o início e o término do experimento. O modelo G1 destacou-se entre os demais, pois, apresentou maiores valores de uniformidade no final do experimento.

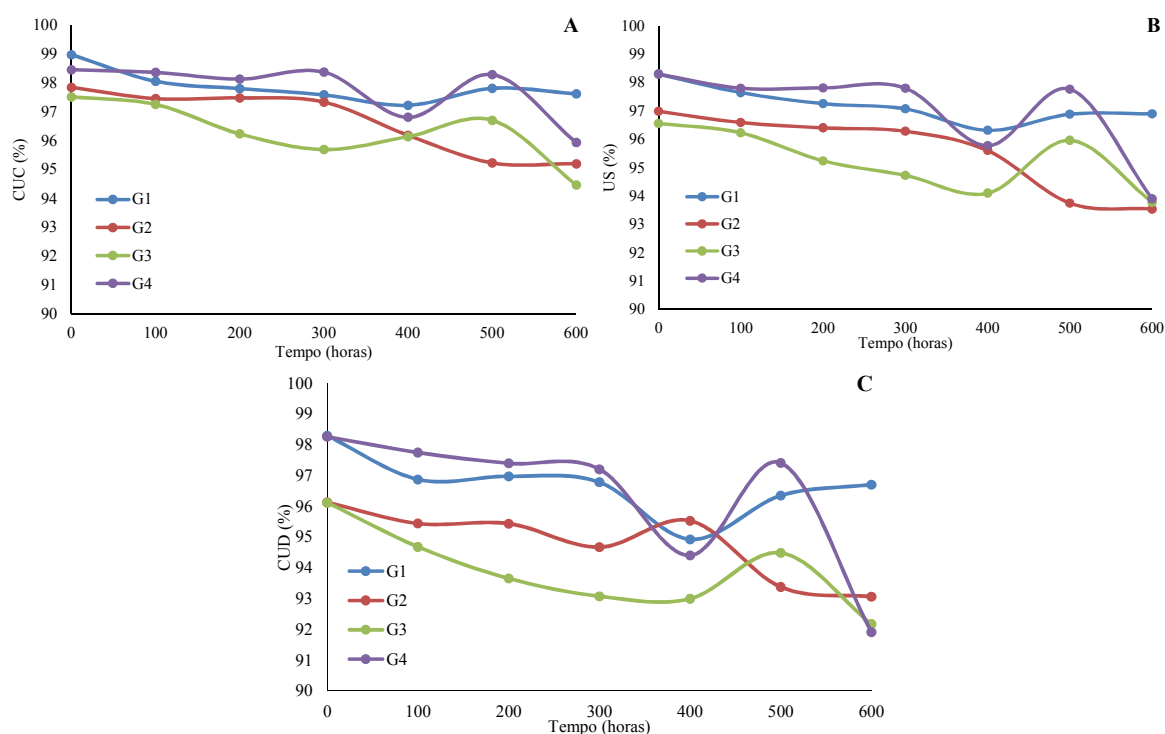


FIGURA 1. Valores de coeficientes de uniformidade de aplicação de Christiansen (A), Estatístico (B) e Distribuição (C) em função do tempo de uso de EET.

O modelo G3 apresentou menores valores de CUC entre os gotejadores estudados, com redução de 3% da uniformidade. Para a US, o modelo G4 foi o gotejador que apresentou maior redução na uniformidade de aplicação após 600 horas de uso de EET, sendo 4,40% quando comparado ao início do experimento, entretanto, o modelo G2 foi o qual encerrou com menor valor para este coeficiente. O modelo G4 apresentou maior redução no CUD com 6,35% e menor valor com 91,91% quando comparado aos demais modelos de gotejadores.

Os valores e a classificação dos coeficientes de uniformidade no final do experimento são apresentados na Tabela 4. O modelo G1 foi superior aos outros modelos, apresentando no final de 600 horas de uso com EET valores de superiores a 95% sendo classificado como excelente para todos os coeficientes avaliados.

Os modelos E2, E3 e E4 foram classificados em excelente uniformidade para o CUC, porém, para o US e CUD foram classificados em boa uniformidade, entretanto, destaca-se que estes gotejadores apresentaram coeficientes de uniformidade, no final de 600 horas de uso com EET, superiores a 90%. Sendo assim, ressalta-se que o uso com EET pouco afetou a

uniformidade de distribuição dos gotejadores autocompensantes estudados.

TABELA 4. Classificação dos valores de coeficientes de uniformidade Christiansen, Estatístico e Distribuição com 600 horas de funcionamento com EET.

Got.	Classificação – Coeficientes de Uniformidade					
	CUC (%)	Mantovani (2002)	US (%)	ASAE (1997)	CUD (%)	Merriam e Keller (1978)
E1	97,62	Excelente	96,90	Excelente	96,71	Excelente
E2	95,20	Excelente	93,54	Boa	93,06	Excelente
E3	94,46	Excelente	93,77	Boa	92,17	Excelente
E4	95,93	Excelente	93,89	Boa	91,91	Excelente

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o tempo de uso de efluente de estação de tratamento de esgoto afetou, em intensidades diferentes, a uniformidade dos gotejadores não autocompensantes, porém os coeficientes de uniformidade dos gotejadores autocompensantes foram classificados como bom e excelente após 600 horas de funcionamento do sistema de irrigação.

## REFERÊNCIAS

ASAE EP458 (American Society of Agricultural Engineers). Field Evaluation of Microirrigation Systems: EP458. In: ASAE Standards 1997. 44.ed. St Joseph, 1997, p.908-914.

BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, A. F. M.; AZEVEDO, C. A. V.; MEDEIROS, S. S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.7, p. 698 – 705, 2013.

BERKOWITZ, S. J. Hydraulic performance of subsurface wastewater drip systems. In: OnSite Wastewater Treatment, 9, 2001, Fort Worth. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2001. p. 583-592.

BRALTS, V. F., EDWARDS D. M., WU, I. PAI. Drip irrigation design and evaluation based on the statistical uniformity concept. In: **Advances in Irrigation**. Ed. Hillel, D. New York: Academic Press. 1987. p. 67-117.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation desing**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978.

TAJRISHY, M.; HILLS, D. J.; TCHOBANOGLIOUS, G. Pretreatment of secondary effluent for drip irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 120, n. 4, p. 716-731, 1994.