

COMPORTAMENTO DA VAZÃO DE GOTEJADORES OPERANDO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

R. O. BATISTA¹; R. A. de OLIVEIRA²; A. A. SOARES³; G. P. B. REINALDO⁴

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento da vazão de distintos gotejadores operando com água residuária de suinocultura. O experimento foi montado no esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela os tipos de gotejador (G1, G2 e G3) e, na subparcela, os tempos de funcionamento, com três repetições. Realizou-se, a cada 20 h, a medição da vazão dos gotejadores e a determinação das características física, química e biológica do efluente. Os resultados indicaram que a água residuária de suinocultura proporcionou redução média na vazão dos gotejadores G1, G2 e G3 de 16, 20 e 7%, respectivamente. O gotejador G3 mostrou-se adequado para aplicação de água residuária de suinocultura devido à menor suscetibilidade ao entupimento.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente, desempenho, obstrução.

DISCHARGE BEHAVIOR OF DRIPPERS OPERATING WITH SWINE WASTEWATER

SUMMARY: This study was carried out to analyze the behavior of the discharge of distinct drippers operating with swine wastewater. The experiment was set up on split-plot scheme with kind drippers (G1, G2 and G3) in the plot and operation time, with three replicates. The flow rate of drippers and the characteristics physical, chemical and biological of the effluent was obtained to each 20 h. According to the results, the swine wastewater caused media reduction in the flow rate of drippers G1, G2 e G3 of 16, 20 and 7%, respectively. The dripper G3 showed to be adequate to application of swine wastewater due to the smaller susceptibility to clogging.

KEYWORDS: Effluent, performance, clogging.

¹ Prof. Adjunto, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

² Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG

³ Prof. Titular, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas do confinamento de animais é a quantidade considerável de dejetos produzidos por unidade de área. Esses resíduos, se manejados inadequadamente, podem causar impactos negativos ao meio ambiente. Podemos citar como exemplo desses impactos a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por compostos orgânicos, nutrientes e microrganismos entéricos; alterações das características físicas, químicas e biológicas dos solos; poluição atmosférica pela emissão de gases prejudiciais e a presença de insetos (OLIVEIRA et al., 1993).

A utilização de águas residuárias de suinocultura na agricultura é uma alternativa para o controle da poluição ambiental. Entretanto, para que isso se torne uma prática viável, é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo das águas residuárias.

O método de irrigação mais recomendado é a irrigação por gotejamento em função da elevada eficiência de aplicação do efluente e do baixo risco de contaminação do produto agrícola e de operadores no campo. Porém nele a formação de biofilme, resultante da interação entre mucilagens bacterianas e sólidos totais, proporciona a obstrução de gotejadores que operam com águas residuárias (TROOIEN et al., 2000; ROWAN et al., 2004; BATISTA et al., 2005). Em geral a formação de biofilme começa a comprometer a vazão e a uniformidade de aplicação de efluente após 100 horas de uso contínuo do sistema de fertirrigação com águas residuárias (BATISTA et al., 2005; BATISTA et al., 2006).

BATISTA et al. (2005) notaram redução de 67% na vazão inicial de gotejadores utilizados na aplicação de água residuária, após 144 h de operação do sistema de aplicação. BERKOWITZ (2001) avaliou o desempenho de cinco sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficiais operando com esgoto doméstico tratado durante seis anos. Foram utilizados gotejadores autocompensantes com vazão nominal de $2,3 \text{ L h}^{-1}$. O entupimento dos gotejadores foi observado somente em dois sistemas de aplicação, com redução máxima da vazão inicial de 23%.

O presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento da vazão de distintos gotejadores mediante a aplicação de água residuária de suinocultura submetida aos processos de sedimentação e filtração.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade-Piloto de Tratamento e Aplicação Localizada de Água Residuária de Suinocultura do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA/UFV), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais.

Nessa área experimental a água residuária de suinocultura foi submetida as seguintes etapas de tratamento: 1) tanque de sedimentação de 211,7 m³ com tempo de residência hidráulica de 339 horas; 2) caixa de gordura de 8,6 m³ e 3) peneiramento para filtração do efluente.

No sistema de peneiramento utilizou-se uma tela metálica com abertura de 47µm montada em um dispositivo com inclinação fixa de 25°. Depois de passar pela caixa de gordura, o efluente foi armazenado em um reservatório de 7,1 m³. Um conjunto motobomba de 1 cv bombeou o efluente até a parte superior da peneira por meio de segmentos de tubos de PVC de 32 mm, dotados de perfurações circulares. O efluente filtrado foi armazenado em um reservatório de 7,1 m³ para abastecer as subunidades de fertirrigação.

Montou-se na área experimental uma bancada constituída por uma unidade de controle e três subunidades de fertirrigação. A unidade de controle era composta por um conjunto motobomba de 3 cv, que recalava o efluente filtrado para as subunidades de fertirrigação. Foram testados três tipos de gotejadores (G1, G2 e G3), com as seguintes características técnicas G1, G2 e G3 apresentavam vazão nominal de 2,00, 1,7 e 3,6 (L h⁻¹) respectivamente; espaçamento entre gotejadores 0,75, 0,50 e 0,75m respectivamente e quanto ao dispositivo de autocompensão só o G3 apresenta. Na linha de derivação das subunidades, em PVC de 32 mm, foram inseridos nove conectores. Para cada modelo de gotejador instalaram-se três linhas laterais com 18 m de comprimento. Em todas as linhas laterais foram identificados 22 gotejadores para medição da vazão.

A pressão de serviço no início das linhas laterais foi mantida em 105 ± 5 kPa por meio de uma válvula reguladora de pressão. As subunidades de aplicação funcionaram 4 h por dia até completar o tempo total de operação de 160 h.

No período de testes foram realizadas, em intervalos de 20 h, medições das vazões dos gotejadores e análises física, química e biológica do efluente filtrado. A vazão de cada gotejador foi determinada coletando-se o volume de efluente aplicado pelo gotejador, durante três minutos. As coletas do efluente foram realizadas em três horários distintos (às 7, 9 e 11 h). Dessas coletas simples, obtiveram-se amostras compostas, as quais foram enviadas para análise das características

No Quadro 1, estão apresentadas as características do efluente utilizado no abastecimento das subunidades de fertirrigação. De acordo com a classificação proposta por BUCKS et al. (1979), o efluente mesmo submetido à sedimentação e filtração apresentou risco de entupimento de gotejadores moderado para SD e Mn e severo para pH, SS, Fe e PB, respectivamente.

Quadro 1 - Valor médio e desvio padrão das características sólidos suspensos (SS), sólidos dissolvidos (SD), pH, Fe, Mn e população bacteriana (PB) no efluente coletado a montante das subunidades de aplicação.

SS (mg L ⁻¹)	SD (mg L ⁻¹)	pH	Fe (mg L ⁻¹)	Mn (mg L ⁻¹)	PB (UFC* mL ⁻¹)
333 ± 61	1370 ± 284	7,54 ± 0,14	5,50 ± 2,92	0,84 ± 0,76	2,3 x 10 ⁶ ± 3,3 x 10 ⁶

*Unidades formadoras de colônias.

O experimento foi montado em esquema de parcelas subsubdivididas, tendo nas parcelas os tipos de gotejadores e nas subparcelas os tempos das avaliações, no delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam no Quadro 2 os resultados da análise de variância da vazão em função do tipo de gotejador e do tempo de funcionamento. Verifica-se, nesse quadro, que as fontes de variação da parcela (G) e da subparcela (T e G X T) foram significativas a 1% de probabilidade. Os valores dos coeficientes de variação da parcela e subparcela foram de 7 e 2%, respectivamente, comprovando a ótima precisão na coleta de dados que possibilita a obtenção de resultados confiáveis.

Quadro 2 - Análise de variância da vazão em função do tipo de gotejador (G) e tempo de funcionamento (T), no esquema de parcelas subdivididas com delineamento inteiramente casualizado e três repetições

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Tipo de gotejador (G)	2	40,696	20,348	625,280**
Resíduo (a)	6	0,195	0,032	
Tempo de funcionamento (T)	8	1,160	0,145	60,620**
G X T	16	0,173	0,011	4,530**
Resíduo (b)	48	0,115	0,002	

Total	80
CV(%) da parcela	7,6
CV(%) da subparcela	2,0

** F significativo a 1% de probabilidade. CV - coeficiente de variação.

Em vista dos resultados da análise de variância, procedeu-se o desdobramento da combinação G X T.

No Quadro 3, apresenta-se o comportamento da vazão dos gotejadores G1, G2 e G3 (C) ao longo respectivas equações de regressão com os seus respectivos valores de coeficientes de determinação. Foi observado, que a vazão média dos gotejadores decresce com o tempo de funcionamento. Nas subunidades dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3, o modelo linear foi o que melhor representou a relação entre vazão e tempo de funcionamento.

Quadro 3 - Equações de regressão e os coeficientes determinação (R^2)

Modelo de gotejador	Equação de regressão	(R^2)
G1	$y = 2,23 - 0,0022 **x$	0,79
G2	$y = 1,96 - 0,0028**x$	0,85
G3	$y = 3,48 - 0,0014**x$	0,56

**Significativo à 1% de probabilidade pelo teste t.

Estabelecendo comparação entre os tempos de funcionamento de 0 e 160 h constata-se redução de 16, 20 e 7% na vazão média dos gotejadores G1, G2 e G3, respectivamente. A menor sensibilidade ao entupimento do gotejador G3 é atribuída a maior vazão, área de filtração e presença de dispositivo autocompesante desse emissor em relação ao demais, corroborando, assim, com TROOIEN et al. (2000) e DEHGHANISANIJ et al. (2005).

Deve-se ressaltar que a combinação de agentes físicos, químicos e biológicos foi a principal causa do entupimento dos gotejadores G1, G2 e G3 utilizados na aplicação de águas residuária da suinocultura tratada em tanque de sedimentação e peneira.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, conclui-se a água residuária de suinocultura mesmo submetida aos processos de sedimentação e filtração pode acarretar sérios problemas de entupimento de gotejadores, quando não se utiliza de técnicas de manejo adequadas; as subunidades de fertirrigação dotadas dos gotejadores G1, G2 e G3 apresentaram reduções nas vazões em detrimento da formação de biofilme complexo nas estruturas de escoamento do equipamento; e o gotejador G3 mostrou menor sensibilidade ao entupimento quando da

aplicação de água residuária de suinocultura devido a sua maior vazão, área de filtração e dispositivo de autocompensação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, R. O.; SOARES, A. A.; MATOS, A. T.; MANTOVANI, E. C. Suscetibilidade ao entupimento de gotejadores mediante a aplicação de esgoto sanitário tratado. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 81-87, 2006.

BATISTA, R.O.; Lo MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; CUNHA, F.F. Alteração na vazão de gotejadores tipo fita utilizados na aplicação de água residuária da despolpa de frutos do cafeeiro. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 69-73, 2005.

BERKOWITZ, S. J. Hydraulic performance of subsurface wastewater drip systems. In: ON-SITE WASTEWATER TREATMENT, 9., Fort Worth, 2001, **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2001. p.583-592.

BUCKS, D. A.; NAKAYAMA, F. S.; GILBERT, R. G. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 149-162, 1979.

DEHGHANISANIJ, H.; YAMAMOTO, T.; OULD AHMAD, B.; V.; FUJIYAMA, H.; MIYAMOTO, K. The effect of chlorine on emitter clogging induced by algae and protozoa and the performance of drip irrigation. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 48, n. 2, p. 519-527, 2005.

OLIVEIRA, P. A. V.; MARTINS, R. R.; PEDROSO, D.; LIMA, G. J. M. M.; LINDNER, E. A.; BELLI FILHO, P.; CASTILHO JÚNIOR, A. B.; SILVEIRA, V. R.; BALDISERA, I.; MATTOS, A. C.; GOSSMANN, H.; CRISTMANN, A.; BONETT, E.; HESS, A. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1993, 188 p. (Documentos, 27).

ROWAN, M.; MANCL, K.; TUOVINEN, O. H. Clogging incidence of drip irrigation emitters distributing effluents of differing levels of treatment. In: ON-SITE WASTEWATER TREATMENT, 10., Sacramento, 2004. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2004. p. 84-91.

TROOIEN, T. P.; LAMM, F. R.; STONE, L. R.; ALAM, M.; ROGERS, D. H.; CLARK, G. A.; SCHLEGEL, A. J. Subsurface drip irrigation using livestock wastewater: dripline flow rates. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 16, n. 5, p. 505-508, 2000.