

## INFLUÊNCIA DE DIFERENTES QUALIDADES DE ESGOTO DOMÉSTICO NA VAZÃO DE GOTEJADORES<sup>1</sup>

RAFAEL OLIVEIRA BATISTA<sup>2</sup>, ANTÔNIO ALVES SOARES<sup>3</sup>, DÉBORA ASTONI MOREIRA<sup>4</sup>, ALEX PINHEIRO FEITOSA<sup>2</sup>, JOEL MEDEIROS BEZERRA<sup>2</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho objetivou analisar a vazão de gotejadores de três conjuntos de irrigação abastecidos com diferentes qualidades de esgoto doméstico do condomínio residencial Bosque Acamari, em Viçosa-MG. O experimento foi realizado em área de pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG. Montaram-se três conjuntos de irrigação por gotejamento, abastecidos com esgoto doméstico preliminar (EDP), esgoto de tratamento secundário (EDS) e esgoto de tratamento terciário (EDT). Cada conjunto de irrigação foi composto por filtro de discos e gotejadores não autocompensantes com vazão nominal de 1,7 L h<sup>-1</sup>. A vazão dos gotejadores foi obtida a cada 100 horas, totalizando 500 horas de operação. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas nos esgotos domésticos. Conclui-se que a presença de coliformes totais e ferro nos esgotos, conferem risco severo de entupimento aos gotejadores. As características químicas manganês total, magnésio e cálcio representam baixo risco de entupimento dos gotejadores. Os esgotos EDP e EDT causaram maiores reduções na vazão dos gotejadores em relação à EDS, devido à maior concentração de sólidos suspensos que interagiu com as mucilagens bacterianas.

**Palavras-chave:** Obstrução. Emissores. Biofilme. Água residuária.

## INFLUENCE OF DIFFERENT QUALITIES OF DOMESTIC SEWAGE IN DRIPPERS DISCHARGE

**ABSTRACT** - This paper aimed to analyze the flow rate drippers of three sets supplied with different qualities of domestic sewage from condominium Bosque Acamari in Viçosa-MG. The experiment was accomplished in experimental area of the Federal University of Viçosa (UFV), Viçosa-MG. Three sets of drip irrigation were mounted and supplied with preliminary sewage (EDP), secondary sewage (EDS) and tertiary sewage (EDT). Each irrigation set consisted of filter discs and non self-compensating emitters with nominal flow of 1.7 L h<sup>-1</sup>. The flow rate of drippers was obtained in 100 hours, totaling 500 hours of operation. Were accomplished physico-chemical and microbiological analysis in domestic sewage. Conclude that the presence of total coliforms and iron in domestic sewage confer severe risk of clogging the emitters. The chemical characteristics manganese, magnesium and calcium represent low risk of clogging the emitters. The EDP and EDT sewage caused high reductions in the emitter discharge in relation to EDS, due to higher concentration of suspended solids that interacted with the bacterial slimes.

**Keywords:** Clogging. Emitters. Biofilm. Wastewater.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 27/08/2010; aceito em 03/01/2011.

Trabalho de pesquisa desenvolvido com apoio financeiro da FAPEMIG para a empresa INTEC Ambiental.

<sup>2</sup>Departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; rafaebatista@ufersa.edu.br; alexrn9@hotmail.com; joel\_medeiros@msn.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa - MG; aasoa-res@ufv.br

<sup>4</sup>Departamento de Química, UEMG, rua Conselheiro Augusto Cesar, n. 229, Copacabana, 36500-000, Ubá - MG; deboraastoni@ufv.br

## INTRODUÇÃO

Do ponto de vista ambiental, os conjuntos de irrigação por gotejamento são os mais sustentáveis para a disposição de águas residuárias no ambiente por causa da elevada eficiência de aplicação, do baixo risco de contaminação do produto agrícola e de operadores no campo, da minimização dos riscos de escoamento superficial, percolação e acumulação de sais próximo ao sistema radicular e da prevenção de aerossóis (ORON et al., 1999; CUNHA et al., 2008).

Como desvantagens, os conjuntos de irrigação por gotejamento que operam com águas residuárias apresentam suscetibilidade ao entupimento dos gotejadores (CAPRA; SCICOLONE, 2007). Nos conjuntos de irrigação por gotejamento a sensibilidade ao entupimento varia com as características do emissor e com a qualidade dos efluentes relacionada aos aspectos físicos, químicos e biológicos (CAPRA; SCICOLONE, 2004).

Para a aplicação de águas residuárias, os gotejadores devem apresentar tamanho de seção transversal superior a 1,0 mm (DEHGHANISANIJ et al., 2005) e velocidade de escoamento na linha lateral superior a 0,5 m s<sup>-1</sup> (RAVINA et al., 1997).

O tipo de tratamento dado às águas residuárias reflete diretamente na qualidade dos efluentes e, conseqüentemente, na sensibilidade ao entupimento dos gotejadores (PUIG-BARGUÉS et al., 2005; CAPRA; SCICOLONE, 2007). Batista et al. (2005) constataram que o entupimento foi mais pronunciado quando os gotejadores utilizaram água residuária sem tratamento. Segundo Puig-Bargués et al. (2005), esgoto doméstico terciário proporciona menos problemas de entupimento de gotejadores em relação ao esgoto doméstico secundário.

Na maioria dos estudos com águas residuárias, o entupimento tem efeito direto na redução de vazão dos gotejadores (DEHGHANISANIJ et al., 2005).

Rowan et al. (2004) estudaram a incidência de entupimento em quatro tipos de gotejadores, sendo dois autocompensantes com vazão nominal de 2,31 e 2,01 L h<sup>-1</sup> e dois não-autocompensantes com vazão nominal de 2,60 e 4,92 L h<sup>-1</sup>, operando com efluente de tanque séptico durante 448 h. Mesmo utilizando filtro de discos com aberturas de 100 mm, a aplicação do efluente resultou em redução de até 83% na vazão inicial dos gotejadores.

Dehghanisani et al. (2005) analisaram seis tipos de gotejadores, sendo quatro autocompensantes com vazão nominal de 1,6 a 2,4 L h<sup>-1</sup> e dois não-autocompensantes com vazão nominal de 1,1 e 1,7 L h<sup>-1</sup>, com água superficial eutrofizada filtrada em filtro de tela com aberturas de 175 mm. Depois de 200 h de funcionamento das unidades de aplicação, constatou-se redução de até 25% na vazão inicial dos gotejadores.

O presente trabalho teve por objetivo analisar a vazão de gotejadores de três conjuntos de irrigação, operando com diferentes qualidades de esgoto doméstico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada (UTAR) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, com os ensaios experimentais realizado no período de janeiro a março de 2009.

A UTAR é constituída por uma estação elevatória e uma unidade de tratamento de água residuária de origem doméstica, abastecida com esgoto proveniente do condomínio residencial Bosque Acamari. As diferentes qualidades de esgoto doméstico foram obtidas com os seguintes sistemas:

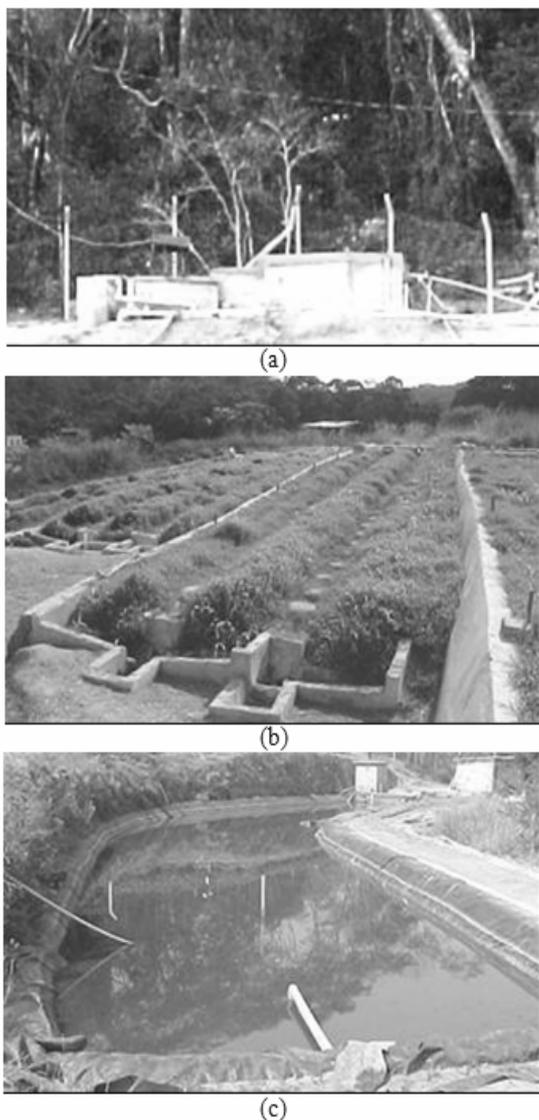
a) **tratamento preliminar** - dimensionado para uma vazão de esgoto doméstico de 2 L s<sup>-1</sup> sendo constituído de grade grosseira para retenção de material com granulometria entre 4 e 10 cm, desarenador para remoção de areia e caixa de gordura para a remoção de óleos e graxas.

b) **tratamento secundário** - dimensionado para uma vazão de esgoto doméstico de 2 L s<sup>-1</sup> sendo composto por sistema de tratamento por escoamento superficial. Este é dotado de quatro planos de sistematização, cada um com três faixas de irrigação de 1 m de largura e 25 m de comprimento, com declividade de 2%, cultivadas com capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.).

c) **tratamento terciário** - dimensionado para uma vazão de 30 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> com tempo de detenção hidráulico de 10 dias, sendo composto por uma lagoa de maturação sob fluxo pistão com dimensões de 6,0 m na largura por 50,0 m no comprimento por 1,0 m na profundidade, totalizando um volume de 300 m<sup>3</sup>. Na Figura 1 constam os sistemas de tratamento de esgoto domésticos utilizados no presente trabalho.

Ao lado da lagoa de maturação da área experimental foram montadas três conjuntos de irrigação localizada, sendo uma abastecida com esgoto doméstico sob tratamento preliminar (EDP), uma com esgoto doméstico sob tratamento secundário (EDS) e uma com esgoto doméstico sob tratamento terciário (EDT), conforme apresentado na Figura 2.

Cada conjunto de irrigação foi composta por um reservatório de 0,2 m<sup>3</sup>, para armazenamento dos esgotos domésticos, um conjunto de bombeamento com 1 cv, um filtro de discos de 120 mesh com capacidade de filtração de 8 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, uma válvula reguladora de pressão de 70 kPa, tubos de PVC com diâmetro nominal de 32 mm e seis linhas laterais com gotejador plano do modelo MG1. Este modelo de gotejador apresentava as seguintes características técnicas: não-autocompensante, vazão nominal de 1,7 L h<sup>-1</sup>, faixa de pressão de serviço de 40 a 100 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,50 m, comprimento do labirinto de 177 mm, largura interna do labirinto de 1,7 mm e um único filtro secundário por gotejador (Figura 2).



**Figura 1.** Tratamento preliminar (a), tratamento secundário (b) e tratamento terciário (c) do esgoto doméstico na Unidade Piloto de Tratamento de Água Residuária e Agricultura Irrigada (UTAR) do DEA/UFV, em Viçosa-MG.



**Figura 2.** Módulos experimentais destacando-se os reservatórios com esgoto doméstico preliminar (EDP), esgoto doméstico secundário (EDS) e esgoto doméstico terciário (EDT), conjuntos de bombeamento, filtros de discos e válvulas reguladoras de pressão.

Na linha de derivação de cada conjunto de irrigação foram inseridos três conectores, para a instalação de três linhas laterais com 12 m de comprimento. A jusante das válvulas reguladoras de pressão foram instaladas válvulas para monitoramento da pressão de serviço. Para tal, foram utilizados manômetros graduado de 0 a 400 kPa, com precisão de 50 kPa.

Os conjuntos de irrigação abastecidos com EDP, EDS e EDT foram montados sobre três bancadas experimentais, totalizando dimensões de 3,4 m de largura por 12,0 m de comprimento, com declividade transversal de 2%. Uma canaleta com 0,2 m de profundidade e declividade longitudinal de 1% foi construída ao longo da lateral mais baixa de cada bancada experimental, para coletar e retirar da bancada experimental o esgoto doméstico aplicado pelos gotejadores de cada conjunto de irrigação.

Os três conjuntos de irrigação operaram diariamente por oito horas, aplicando-se água esgoto doméstico, até completar o tempo de funcionamento de 500 horas. A cada 100 horas de operação realizou-se medição da vazão de todos os gotejadores de cada linha lateral determinada a partir do volume de efluente coletado em gotejador, durante três minutos. A vazão média de cada gotejador nos conjuntos de irrigação abastecidos com EDP, EDS e EDT foi de 1,52; 1,61; e 1,36 L h<sup>-1</sup>, respectivamente, durante as 500 horas de operação.

Durante o período de testes foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas nos esgotos domésticos, conforme as recomendações do American Public Health Association. Os valores de temperatura (termômetro) e potencial hidrogeniônico (medidor portátil) foram medidos “in loco”, enquanto as análises de coliformes totais (teste comercial, auto-análise Colilert-AC, baseado na tecnologia dos substratos definidos), sólidos dissolvidos (método gravimétrico), sólidos suspensos (método gravimétrico), Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> (processo Winkler), ferro total (espectrofotômetro de absorção atômica), manganês total (espectrofotômetro de absorção atômica), magnésio (espectrofotômetro de absorção atômica) e cálcio (espectrofotômetro de absorção atômica) foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água (DEA/UFV), Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos (DPS/UFV) e Laboratório de Espectrofotometria Atômica (DPS/UFV). Tais características físico-químicas e microbiológicas são utilizadas para avaliação do risco de entupimento de gotejadores que operam com esgotos domésticos, conforme recomendações de Bucks et al. (1979), Capra e Scicolone (1998) e Capra e Scicolone (2004).

O experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as qualidades de águas residuárias (esgoto doméstico com tratamento preliminar - EDP; esgoto doméstico com tratamento secundário - EDS; e esgoto doméstico com tratamento terciário - EDT) e nas subparcelas os tempos das avaliações (0, 100, 200, 300, 400 e 500 horas), no delineamento inteiramente casualizado

com três repetições.

Os dados de vazão foram submetidos a teste de Lilliefors a 1% de probabilidade e a análise de variância com 5% de probabilidade. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, aplicando-se o teste t num nível de até 10% de significância, no coeficiente de determinação. Para análise estatística dos dados de vazão, utilizou-se o programa computacional Sistema para Análises Estatísticas (SAEG versão 9.1).

A Tabela 1 contém os resultados das características físico-químicas e microbiológicas de amostras de esgoto doméstico preliminar (EDP), esgoto doméstico secundário (EDS) e esgoto doméstico terciário (EDT), coletadas no período de janeiro a março de 2009 em Viçosa-MG.

De acordo com a Tabela 2, notou-se que Bucks et al. (1979) e Capra e Scicolone (1998) estabeleceram critérios para avaliação do potencial de entupimento de gotejadores com base nas características físico-químicas e microbiológicas da água de abastecimento de conjuntos de irrigação localizada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1.** Caracterização física, química e microbiológica de amostras de esgoto doméstico preliminar (EDP), esgoto doméstico secundário (EDS) e esgoto doméstico terciário (EDT), coletadas no período de janeiro a março de 2009 em Viçosa-MG.

Amostras	Temp.	pH	CT	DBO <sub>5</sub> <sub>20</sub>	SD	SS	Fe	Mn	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
	°C		NMP 100mL <sup>-1</sup>	-----mg L <sup>-1</sup> -----			---mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ---			
EDB	26,0	7,2	1,3x10 <sup>8</sup>	165,4	536,0	192,0	2,3	0,0	0,54	1,93
EDS	26,0	8,3	2,3x10 <sup>7</sup>	40,9	241,0	27,0	2,7	0,0	0,05	0,38
EDT	26,0	8,8	1,6x10 <sup>5</sup>	30,9	137,0	101,0	1,7	0,0	0,23	0,97

Nota: Temp. - temperatura dos efluentes; pH - potencial hidrogeniônico; CT - coliformes totais; NMP - número mais provável; DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> - Demanda Bioquímica de Oxigênio à 20°C após 5 dias de incubação; SD - sólidos dissolvidos; SS - sólidos suspensos; Fe - ferro total; Mn - manganês total; Mg<sup>2+</sup> - magnésio; e Ca<sup>2+</sup> - cálcio.

**Tabela 2.** Critérios para avaliação do potencial de entupimento de gotejadores por fontes de água que abastecem conjuntos de irrigação localizada.

Tipo de problema	Risco de entupimento					
	Menor		Moderado		Severo	
	a	b	a	b	a	b
<b>Físico</b>						
Sólidos suspensos (mg L <sup>-1</sup> )	< 50		50 - 100		> 100	
<b>Químico</b>						
pH	< 7,0		7,0 - 7,5		> 7,5	
Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	< 500		500 - 2.000		> 2.000	
Manganês total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1		0,1 - 1,5		> 1,5	
Ferro total (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,2		0,2 - 1,5		> 1,5	
Sulfeto de hidrogênio (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,2		0,2 - 2,0		> 2,0	
Cálcio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )			< 12,5		12,5 - 22,5	
Magnésio (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )			< 2,0		2,0 - 7,3	
<b>Biológico</b>						
População bacteriana (UFC mL <sup>-1</sup> )	< 10.000		10.000 - 50.000		> 50.000	

Nota: (a) (BUCKS et al., 1979); (b) (CAPRA; SCICOLONE, 1998); UFC = unidades formadoras de colônias.

Estabelecendo comparação entre os valores das Tabelas 1 e 2, verificou-se que as características ferro total (Fe) e coliformes total (CT) representa risco severo de entupimento de gotejadores que operam com EDP, EDS e EDT. Segundo Nakayama et

al. (2006), concentrações de íon ferroso (Fe<sup>2+</sup>) superiores a 0,4 mg L<sup>-1</sup> acarretam a formação de lodo nas paredes internas do equipamento de irrigação. Theis e Singer (1974) constataram que o ferro nas formas ferrosa (Fe<sup>2+</sup>) e férrica (Fe<sup>3+</sup>) pode ser estabe-

lizado em ambientes aquáticos por matéria orgânica em excesso. Constataram que o  $\text{Fe}^{2+}$  forma complexos com a matéria orgânica resistente à oxidação mesmo na presença de oxigênio dissolvido. Muitas espécies de bactérias podem causar impactos negativos, como alteração na coloração da água, produção de odores e formação de precipitados e mucilagens. Nas águas residuárias, as bactérias se reproduzem rapidamente com a liberação de estruturas capsulares, excreções extracelulares e nutrientes secundários que podem ser utilizados por outros organismos (NAKAYAMA et al., 2006).

Entretanto, em relação à característica sólidos suspensos (SS) notou-se que o risco de entupimento de gotejadores foi baixo para EDS e severo para o EDP e EDT. Segundo Capra e Scicolone (2007), partículas maiores que 1/4 e 1/10 do diâmetro da passagem do escoamento de efluente no gotejador representam risco potencial de entupimento quando se utiliza esgoto doméstico tratado contendo até 50  $\text{mg L}^{-1}$  e de 100 a 150  $\text{mg L}^{-1}$  de sólidos suspensos, respectivamente.

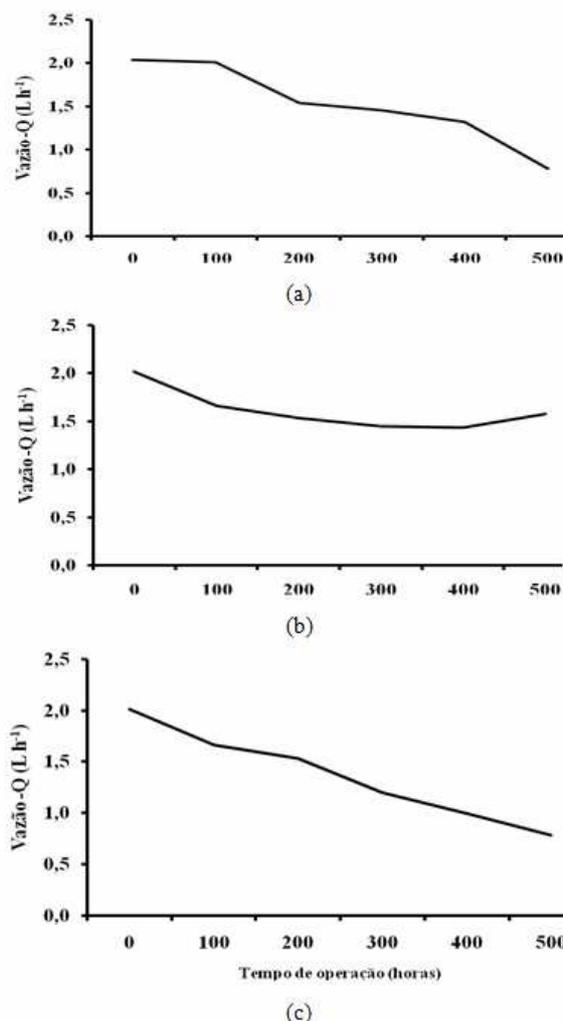
Para a característica pH o risco de entupimento de gotejadores foi severo para EDS e EDT e moderado para EDP. A característica sólidos dissolvidos (SD) representou risco de entupimento moderado para EDP e baixo para EDS e EDT. Para as características manganês total (Mn), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) o risco de entupimento de gotejadores foi baixo para EDP, EDS e EDT.

Constatou-se que a temperatura média dos efluentes no período de janeiro a março de 2009 em Viçosa-MG foi de 26,0 °C. Segundo Pizarro Cabello (1990), a temperatura, a matéria orgânica solúvel e o pH são fatores que influenciam tanto o crescimento das populações bacterianas, quanto o desenvolvimento de mucilagens. O referido autor afirma ainda que as temperaturas compreendidas entre 20,0 e 30,0 °C favorecem a formação de muco microbiano, que podem desenvolver-se também sob baixas temperaturas.

A demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{DBO}_5^{20}$ ) média dos efluentes EDP, EDS e EDT foi de 165,4; 40,9; e 30,9  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente. Capra e Scicolone (2004) notaram que concentrações de  $\text{DBO}_5^{20}$  superiores a 25  $\text{mg L}^{-1}$  acarretaram redução na vazão dos gotejadores, e conseqüentemente, não possibilitaram ótima uniformidade de aplicação de efluente nos conjuntos de aplicação.

Na Figura 3 consta a variação da vazão dos gotejadores, ao longo do período experimental, dos conjuntos de irrigação por gotejamento operando com esgoto doméstico preliminar (EDP), esgoto doméstico secundário (EDS) e esgoto doméstico terciário (EDT).

Observou-se, na Figura 3, que as três qualidades de esgoto doméstico (EDB, EDS e EDT) proporcionam redução na vazão dos gotejadores dos conjuntos de irrigação ensaiados. No entanto, os níveis de entupimento foram mais elevados nos gotejadores



**Figura 3.** Variação da vazão dos gotejadores (Q) em função dos tempos de operação para aplicação de EDP (a), EDS (b) e EDT (c).

dos conjuntos abastecidos com EDP e EDT. Tal fato se atribui a maior concentração de sólidos suspensos (SS) em EDP e EDT que potencializa o efeito de obstrução na presença de mucilagens bacterianas em gotejadores de baixa vazão. Capra e Scicolone (2007) constataram que esgoto doméstico tratado com concentração de sólidos suspensos inferior a 50  $\text{mg L}^{-1}$  proporcionou mais entupimento nos gotejadores de menor vazão nominal.

Estabelecendo comparações entre os tempos de operação de 0 e 500 horas, notou-se que houve redução na vazão dos gotejadores dos conjuntos de irrigação de 62, 22 e 61% para os efluentes EDP, EDF e EDT, respectivamente. No trabalho realizado por Batista et al. (2010a) com esgoto doméstico terciário constatou-se redução de 5% na vazão inicial dos gotejadores após 120 horas de operação do conjunto de irrigação em campo. Berkowitz (2001) avaliou o desempenho de cinco conjuntos de irrigação por gotejamento operando com esgoto doméstico secundário durante seis anos. Foram utilizados gotejadores autocompensantes com vazão nominal de 2,3

L h<sup>-1</sup>. O entupimento dos gotejadores foi observado somente em dois conjuntos de aplicação, com redução máxima da vazão inicial de 23%.

Por meio do teste de Lilliefors a 1% de probabilidade, constatou-se que os dados de vazão (Q)

seguem a distribuição normal, onde um resumo da análise de variância dos valores de vazão são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Análise de variância da vazão dos gotejadores e respectivos coeficientes de variação.

Fontes de variação	GL	Soma de quadrado	Quadrado médio	F
Tipo de esgoto doméstico	2	1,1438	0,5719	14,82**
Resíduo (a)	15	0,5786	0,03858	
Tempo de operação	5	11,4570	2,2914	243,43**
Tempo de operação x tipo de efluente	10	2,7447	0,2745	27,96**
Resíduo (b)	75	0,7362	0,0098	
Total	107	16,6604		
CV da parcela (%)			13,09	
CV da subparcela (%)			6,60	

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

Verificou-se que a interação tempo de operação x tipo esgoto doméstico foi significativa a 1% de probabilidade. O valor do coeficiente de variação da mesma variável na subparcela foi de 6,6%, indicando ótima precisão dos dados obtidos durante o período experimental. Tal coeficiente de variação foi superior ao valor de 2% obtido por Batista et al. (2010b) em estudo com gotejadores operando com água residual de suinocultura.

Em vista dos resultados das análises de variância, procedeu-se ao desdobramento da interação tempo de operação x tipo esgoto doméstico. As equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados de vazão em função dos tempos de operação,

em cada tipo de esgoto doméstico, são apresentadas na Tabela 4.

As equações de regressão tipo linear foi a que melhor se ajustou aos dados de vazão de gotejadores obtidos com EDP, EDS e EDT com coeficientes de determinação de 0,92; 0,55; e 0,99, respectivamente. Tais modelos de regressão são semelhantes ao obtidos por Batista et al. (2010b) referente ao estudo da vazão de gotejadores operando com água residual de suinocultura. Neste trabalho os coeficientes de determinação foram de 0,79; 0,85; e 0,56 para gotejadores com vazão nominal de 2,0; 1,7; e 3,6 L h<sup>-1</sup>, respectivamente, após 160 horas de operação dos conjuntos de irrigação.

**Tabela 4.** Equações de regressão ajustadas à variável vazão dos gotejadores (Q) em função do tempo de operação (T), para os tipos de esgotos domésticos e os respectivos coeficientes de determinação.

Tipo de esgotos doméstico	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
EDP	$Q = 2,1251 - 0,0024^{**}T$	0,92
EDS	$Q = 1,8256 - 0,00085^{*}T$	0,55
EDT	$Q = 1,9701 - 0,0024^{**}T$	0,99

\*\* = significativos a 1% de probabilidade pelo teste t; \* = significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

## CONCLUSÕES

As características coliformes totais e ferro total representam risco severo de entupimento para gotejadores abastecidos com distintas qualidades de esgoto doméstico;

As análises de manganês total, cálcio e magnésio comprovam que tais características representam baixo risco de entupimento dos gotejadores de conjuntos de irrigação abastecidos com distintas qualidades de esgoto doméstico;

Após 500 horas de operação dos conjuntos de

irrigação constata-se que os esgotos domésticos preliminar, secundário e terciário proporcionam reduções na vazão dos gotejadores dos conjuntos de irrigação de 62, 22 e 61%, respectivamente;

Nos conjuntos de irrigação abastecidos com esgotos domésticos preliminar e terciário os níveis de entupimento são superiores ao do conjunto de irrigação abastecido com esgoto secundário em função da maior concentração de sólidos suspensos.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, R. O.; SOUZA, J. A. R.; FERREIRA, D. C. Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 1, p. 18-22, 2010a.

BATISTA, R. O. et al. Vazão de gotejadores utilizados na fertirrigação com água residuária de suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 18, n. 5, p. 413-418, 2010b.

BATISTA, R. O. et al. Efeito do efluente de lagoa de maturação em gotejadores com e sem tratamento químico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9 (suplemento), p. 62-65, 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. (Paper, 701P0069).

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

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 16, p. 1529-1534, 2007.

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

CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 70, n. 4, p. 355-365, 1998.

CUNHA, F. F. et al. Manejo da micro-irrigação baseada em avaliação de sistema na cultura do meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 147-155, 2008.

DEHGHANISANIJ, H. et al. The effect of chlorine on emitter clogging induced by algae and protozoa and the performance of drip irrigation. **Transaction of the ASAE**, v. 48, n. 2, p. 519-527, 2005.

NAKAYAMA, F. S.; BOMAN, B. J.; PITTS, D. Maintenance. In: LAMM, F. R.; AYARS, J. E.; NAKAYAMA, F. S. (Ed.). **Microirrigation for crop production: design, operation, and management**. Amsterdam: Elsevier, 2006, cap. 11, p. 389-430.

ORON, G. et al. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. **Agricultural Water Management**, v. 38, n. 3, p. 223-234, 1999.

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

PUIG-BARGUÉS, J. et al. Hydraulic performance of drip irrigation subunits using WWTP effluents. **Agricultural Water Management**, v. 77, n. 1-3, p. 249-262, 2005.

RAVINA, I. et al. Control of clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent. **Agricultural Water Management**, v. 33, n. 2-3, p. 127-137, 1997.

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., 2004, Sacramento. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2004. p. 84-91. (Paper, 701P0104).

THEIS, L. T.; SINGER, P. C. Complexation of iron (II) by organic matter and its effect on iron (II) oxygenation. **Environmental Science & Technology**, v. 8, n. 6, p. 569-573, 1974.