

Efeito do uso de água residuária no desempenho de sistema de irrigação por gotejamento

Effect of using wastewater in drip irrigation system

Mayra Gislayne Melo de LIMA [1](#); Denise de Jesus Lemos FERREIRA [2](#); Abel Henrique Santos GOMES [3](#); Gleyka Nobrega VASCONCELOS [4](#); Vera Lúcia Antunes de LIMA [5](#)

Recibido:23/08/16 • Aprobado: 14/09/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Materiais e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Considerações finais](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de um sistema de irrigação por gotejamento utilizando água residuária tratada em Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente - UASB, após 600 horas de operação sob diferentes pressões de serviço. Realizado em área pertencente ao Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem (LEID) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande - PB. Foram obtidos valores de Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUD) menores que 45%, classificados como ruim, Coeficiente de Variação de Vazão (CVF) com valores superiores a 20% indicando o entupimento parcial dos gotejadores e Coeficiente de Uniformidade Estatístico (Us) superiores a 70%, classificados como inaceitável. Assim, nota-se que o sistema de irrigação em estudo apresenta problemas em seu desempenho hidráulico devido à qualidade da água de reuso utilizada.

Palavras-chave: Gotejamento; Hidráulica; Qualidade de irrigação.

ABSTRACT:

The present study aimed to evaluate the uniformity of application of a drip irrigation system using wastewater treated in Upward flow anaerobic reactor-UASB, after 600 hours of operation under different service pressures. Carried out in the area belonging to the Engineering Laboratory of irrigation and drainage (LEID) of Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), in Campina Grande - PB. Were obtained Statistical Uniformity coefficient values (CUD) less than 45%, classified as bad, coefficient of variation of flow (FVC) with values greater than 20% indicating partial clogging of the drippers and Statistical Uniformity coefficient (Us) over 70%, classified as unacceptable. So, note that the irrigation system under study presents problems in hydraulic performance due to reuse used water quality.

Keywords: Dripping; Hydraulics; Quality of irrigation

1. Introdução

A irrigação é uma técnica agrícola utilizada para suprir as necessidades hídricas das plantas, por meio do fornecimento de água na quantidade necessária e no momento exato, garantindo assim, a produtividade. Pletsch (2009) acrescenta que a irrigação colabora com a crescente produção de alimentos e com o aumento de empregos. Porém, com o acelerado crescimento populacional das últimas décadas, bem como a produção de alimentos para atender a esse demanda, vem gerando impactos negativos cada vez maiores quanto à degradação e uso indiscriminado da água.

Portanto, relacionando a demanda de água necessária para a prática da irrigação, cerca de 70% de todos os recursos hídricos do planeta, e a necessidade deste recurso para produção de alimentos, pesquisadores vêm estudando a viabilidade técnica e econômica do reuso de água para produção agrícola. Segundo Freitas et al. (2012), essa possibilidade permite o aumento da oferta de água para o consumo humano, evitando o lançamento de esgotos nas fontes naturais de abastecimento e podendo substituir parcialmente os fertilizantes comerciais.

A utilização de água residuária tratada na agricultura minimiza os gastos com fertilizantes químicos e em alguns casos pode suprir o seu uso, gerando uma economia no custo de produção. Duarte (2006), afirma que a decisão quanto ao reuso da água na agricultura, especialmente na irrigação de culturas, deve ser tomada com base em múltiplos aspectos, incluindo os de natureza ambiental, sanitário, cultural, técnico e econômico, de forma que os benefícios decorrentes do reuso superem os custos e riscos envolvidos neste processo.

Dentre os sistemas de irrigação disponíveis no mercado, quando se trata do uso de água residuária tratada, o sistema de irrigação mais indicado é o gotejamento, devido a sua elevada eficiência de aplicação e ao baixo risco de contaminação dos produtos agrícolas e trabalhadores no campo. No entanto, os sistemas de irrigação por gotejamento possuem emissores que apresentam alta suscetibilidade ao entupimento (LIU e HUANG, 2009).

O entupimento dos gotejadores acarreta perdas de vazão e desuniformidade de distribuição de água ou efluente na irrigação por gotejamento que, comprometem a produção agrícola (SOUZA et al., 2006). Essas obstruções ocorrem por causa da ação de colônias de bactérias e algas que formam uma mucilagem, também conhecida como biofilme, tendo implicações no entupimento parcial e/ou total dos emissores, reduzindo a vazão (BATISTA et al., 2006b; BATISTA et al., 2010a).

Mantovani et al. (2009) afirma que a uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação é um dos principais parâmetros para o diagnóstico da situação de funcionamento do sistema, sendo, inclusive, um dos componentes para determinação do nível de eficiência no qual o sistema trabalha e pelo qual a lâmina aplicada deverá ser corrigida para fornecer água de modo a permitir o pleno desenvolvimento da cultura. A vazão média e o coeficiente de uniformidade de distribuição de emissores podem ser considerados bons parâmetros para avaliar o processo de entupimento, conforme utilizados por diversos pesquisadores (GILBERT et al., 1979; RAVINA et al., 1992; CAPRA, A.; SCICOLONE, 2004; COELHO et al., 2014). Dessa forma, pode-se afirmar que avaliações periódicas de desempenho devem ser realizadas nos sistemas de irrigação por gotejamento, visando o monitoramento da aplicação de água a o longo do seu tempo de funcionamento e melhor manejo.

Portanto, essa pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho hidráulico de um sistema de irrigação por gotejamento após 600 horas de funcionamento, utilizando água residuária tratada.

2. Materiais e métodos

A pesquisa foi instalada e conduzida em bancada experimental em uma área experimental protegida, pertencente ao Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem (LEID) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA-UFCG), localizado no município de Campina Grande - PB.

O sistema de irrigação por gotejamento utilizou o gotejador autocompensante modelo PCJ-CNL com saída cilíndrica [6] (Figura 1. a), fabricado pela Netafim, cuja vazão nominal é de 2,0 L h⁻¹, integrado em tubo de polietileno, espaçados entre si 0,20 m. O sistema de irrigação por gotejamento foi instalado em uma bancada de testes, cujas dimensões são: 0,6 m de largura, 4,40 m de comprimento e altura de 1,20 m (Figura 1.b), com 4 linhas laterais espaçadas entre si de 0,15 m. O referido sistema ainda contou com um conjunto eletrobomba da Kajima modelo QB 60 de ½ CV (monofásica) 220 V, um filtro de disco de 120 Mesh, dois manômetros de glicerina, curvas, registro de globo, válvula de retenção, uma caixa d'água de fibra de vidro com capacidade para 500 litros, tubo de PVC, tubo de polietileno e gotejadores.



(a)



(b)

Figura 1. (a) Gotejador modelo PCJ-CNL com saída cilíndrica, do fabricante Netafim; (b) vista lateral da bancada de testes

A avaliação do sistema de irrigação por gotejamento em condições de bancada (Figura 2) foi realizada após 600 horas de funcionamento operando com água residuária tratada proveniente de um reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente), com a finalidade de observar o seu desempenho hidráulico (vazão média – q , coeficiente de uniformidade de distribuição – CUD, coeficiente de variação de vazão – CVt e coeficiente de uniformidade estatístico – Us) operando com três pressões de serviço distintas, a saber: 100, 150 e 200 kPa.

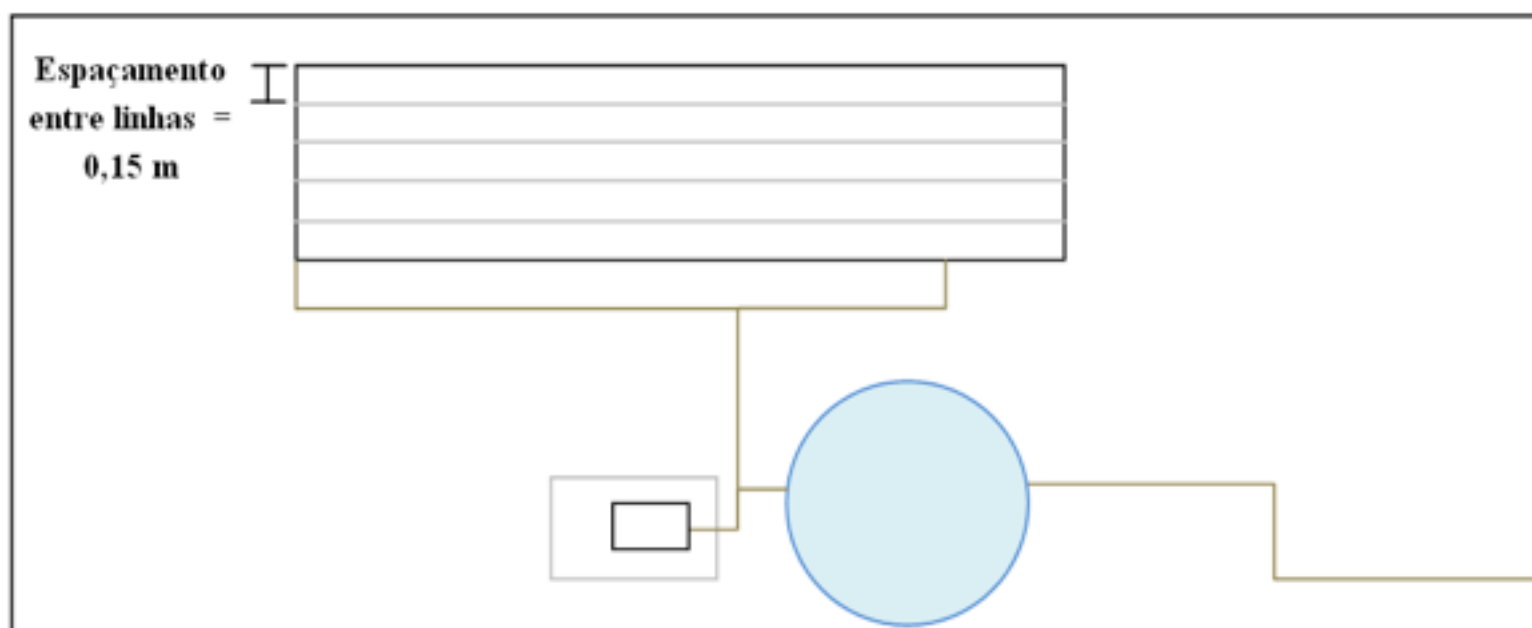


Figura 2. Layout do sistema de irrigação

No ensaio se procedeu a medição da vazão volumétrica dos emissores de acordo com a

metodologia proposta por Denículi et al. (1980) para cada pressão de serviço avaliada, da seguinte forma: escolher 4 linhas laterais dentro de um setor, primeira linha lateral, a 1/3, a 2/3 e a última linha lateral; quanto aos emissores, selecionam-se os que estão localizados na ordem: primeiro a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 e o último, totalizando 32 emissores. Vale salientar, que como a bancada de testes só possuía quatro linhas laterais todas as linhas foram avaliadas.

A vazão foi obtida a partir da coleta dos volumes de água de reuso dos gotejadores escolhidos com o auxílio de recipientes coletores de 300 ml em um período de 5 minutos, foram realizadas cinco repetições para obter maior precisão dos dados, ao final de cada ensaio procedeu-se a medição dos volumes com o subsídio de uma proveta graduada de 100 ml. Seguiu-se esse mesmo procedimento para cada pressão de serviço estudada.

A determinação da vazão dos emissores se deu a partir da equação 1.

$$q = \frac{V}{1000 \cdot t} \cdot 60 \quad \text{Eq.(1)}$$

Em que:

q – vazão do gotejador, L h⁻¹;

V – volume de água coletada, mL;

t – tempo de coleta da água, min.

Para a avaliação do desempenho hidráulico do sistema de irrigação por gotejamento, foram utilizados os coeficiente de uniformidade de distribuição – CUD (Keller e Karmeli, 1974), coeficiente de uniformidade estatístico – U_s (Favetta e Botrel, 2001) e Coeficiente de Variação de Fabricação – CV_t, conforme as equações 2, 3 e 4, respectivamente.

$$CUD = 100 \cdot \frac{q_{25\%}}{\bar{q}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que:

CUD – Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%);

q_{25%}- vazão média dos 25% menores valores de vazão observada (L h⁻¹);

\bar{q} – média de todas as vazões (L h⁻¹).

$$U_s = 100 \cdot (1 - CV_t) \quad \text{Eq. (3)}$$

Em que:

U_s - Coeficiente de Uniformidade Estatístico (%);

CV_t – coeficiente de variação de vazão, (%);

\bar{q} – vazão média dos emissores testados;

$$CV_t = \frac{\delta}{\bar{q}}$$

Eq. (4)

Em que:

CVt – Coeficiente de Variação de vazão (%);

δ – desvio padrão;

\bar{q} – vazão média dos emissores testados.

Os coeficientes de desempenho hidráulico do sistema de irrigação foram classificados seguindo os limites e critérios estabelecidos pela literatura específica, o qual pode observar nas Tabelas 1 e 2:

Tabela 1. Interpretação dos valores de CUD e Us

CLASSIFICAÇÃO	CUD (%)	US (%)
Excelente	> 84	90 – 100
Bom	68 - 84	80 – 90
Razoável	52 - 68	70 - 80
Ruim	36 - 52	60 – 70
Inaceitável	< 36	< 60

Fonte: MANTOVANI (2001)

Tabela 2. Classificação para CVF pela ABNT (1986)

CLASSIFICAÇÃO	CVt (%)
Bom	<10
Médio	10-20
Marginal	20-30
Inaceitável	>30

Fonte: ABNT (1986)

Os dados coletados foram tabulados e processados por meio de planilhas eletrônicas do Excel. Para a análise de variância, utilizou-se o teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade. Para os cálculos das análises estatísticas foram realizadas a partir do software Sisvar® (FERREIRA, 2003).

3. Resultados e discussão

Na Tabela 3, está descrita a síntese da análise de variância, observa-se que em relação à média das vazões ocorreu diferença significativa a 5% de probabilidade para a interação entre posição do gotejador (Pgot) com a pressão de serviço (PS) e para a repetição. Em relação aos demais fatores (posição do gotejador e pressão de serviço) isoladamente, não houve diferença significativa.

Tabela 3. Análise de variância da vazão média para os fatores de pressão de serviço e posição de gotejador

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios
		Vazão média
Posição do Gotejador (Pgot)	7	6,172323ns
Pressão de Serviço (PS)	2	1,861950ns
Pgot x PS	14	0,149136*
Repetição	4	0,111824*
Resíduo	452	74,502126
CV (%)	28,91	

Na Tabela 4, verificam-se os valores médios das vazões na interação entre a posição dos gotejadores e a pressão de serviço, mostrando que para todas as posições dos gotejadores ocorreu variações nos valores de vazão devido ao aumento da pressão de serviço, havendo assim, diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott, isso se deve a interferência da qualidade da água no desempenho dos gotejadores, considerando que esses são autocompensantes e não deveria haver variações consideráveis nas vazões. De acordo com Dias et. al. (2005) a membrana elástica controladora de pressão, para esses tipos de emissores, é muito sensível às intempéries. Na Tabela 4, ainda observa-se que para a pressão de 200 kPa ocorreu uma diferença entre a maioria das posições, apenas com exceção da posição 21(1,252 L h⁻¹). Essa diferença pode ser correlacionada a possível ocorrência de alguma variação de pressão durante os testes no evento de irrigação. Para Talens (2009), variações de pressões influenciam na vazão dos emissores em razão da sua sensibilidade; sendo assim, outra causa que pode estar associada às variações das vazões dos emissores durante o ensaio, é a variação de pressão.

Tabela 4. Valores médios da vazão com relação à interação entre a posição do gotejador para as diferentes pressões

	PCJ-CNL com saída cilíndrica		
	Pressão de Serviço (kPa)		
P got	100	150	200

1	1,384 aA	1,481 aB	1,550 bC
4	1,254 aA	1,321 aB	1,388 aC
7	1,439 aA	1,516 aB	1,582 bC
10	1,463 aA	1,497 aB	1,632 bC
13	1,215 aA	1,325 aB	1,371 aC
16	1,424 aA	1,532 aB	1,624 bC
19	1,256 aA	1,369 aB	1,428 aC
21	1,173 aA	1,220 aB	1,252 aC

* médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de significância; médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de significância.

Na Figura 3 pode-se observar a representação gráfica das vazões médias para cada posição dos gotejadores ao longo da linha lateral do sistema de irrigação, de acordo com a pressão de serviço adotada, e a vazão média fornecida pelo fabricante. Nota-se que apesar do modelo do gotejador ter o mecanismo de compensação, após o tempo de funcionamento de 600 horas operando com água residuária tratada, os gotejadores apresentaram reduções consideráveis em suas vazões médias. Essa redução de vazão pode ter ocorrido devido a problemas de entupimento nos gotejadores causados pela utilização de água de qualidade inferior, que gera a criação de biofilme no interior do conduto e dentro do gotejador impedindo, dessa forma, a passagem da água de reuso. Batista et al. (2011) ao analisar a influência de diferentes qualidades de esgoto doméstico na vazão de gotejadores, contataram após 500 horas de operação redução na vazão dos conjuntos de irrigação, resultado semelhante ao da presente pesquisa.

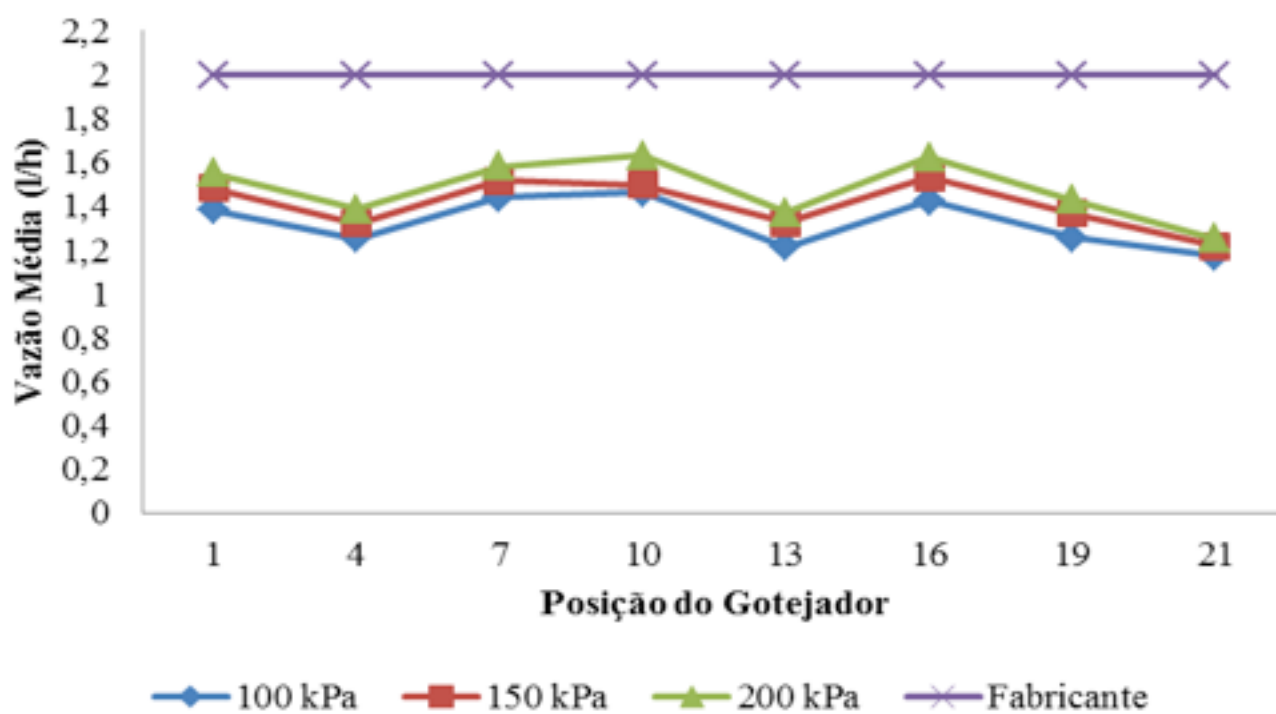


Figura 3. Vazões médias de acordo com a posição do gotejador na linha lateral em função da pressão de serviço.

A Tabela 5 apresenta os valores referentes aos coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade estatístico (Us) do sistema de irrigação por gotejamento operando com água residuária tratada após 600 horas de funcionamento, para cada pressão de serviço estudada. Verifica-se que o CUD para todas as pressões de serviço adotadas, apresentaram valores abaixo 45%, sendo assim, classificado de acordo com Mantovani (2001) como ruins, essa queda está associada provavelmente a formação de biofilme dentro do gotejador. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2012) ao analisar o desempenho hidráulico de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico, também constatou redução no CUD e atribui a queda do desempenho a presença de matéria orgânica no efluente tratado que foi utilizado e, Batista; Souza e Ferreira (2010) que ao estudarem a ocorrência de entupimento em gotejadores, concluíram que o esgoto tratado provocou a formação de biofilme (bactérias e algas) dentro dos gotejadores propiciando a redução na uniformidade de aplicação, na ordem de 4,49% e 10,58% para os valores de CUC e CUD, respectivamente, quando se estabeleceu comparação entre os tempos de funcionamento 0 e 120 horas. Diante deste resultado, ressalta-se a importância do manejo de desentupimento para sistemas de irrigação operando com água residuária, como também, o seu monitoramento através de avaliações periódicas ao longo do tempo de funcionamento, evitando assim, o decréscimo do CUD e realizando-se o manejo adequado para cada situação, visando manter bons índices de produtividade na área irrigada.

Ainda de acordo com a Tabela 5, observa-se que os valores obtidos para o Us encontram-se acima de 70% e conforme Mantovani (2001), o sistema é classificado como razoável. Puig-Bargués et al. (2010) verificaram, ao estudar o efeito do entupimento pelo uso de água residuária tratada sobre o sistema de irrigação superficial e subsuperficial com dois tipos de emissores, autocompensantes e não compensantes, que a principal causa do entupimento foi a formação de biofilme.

Tabela 5. Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e Coeficiente de Uniformidade Estatístico (Us), para as pressões de serviço estudadas

Pressão de Serviço (kPa)	100	150	200	Média
CUD (%)	43,47	44,02	44,67	44,05

US (%)	70,62	70,85	70,60	70,69
--------	-------	-------	-------	-------

Na Tabela 6, apresentam-se os valores do coeficiente de variação após as 600 horas de uso em função da pressão de serviço analisada. Observa-se que para todas as pressões o Coeficiente de Variação de vazão (CVt) apresentou valores elevados, tendo como média 29,31%, sendo classificados como marginal de acordo com a ABNT (1986). Assim observa-se que quando o sistema opera com água de qualidade inferior esse parâmetro não se mantém dentro do estabelecido, sendo necessário estabelecer controle de prevenção ao entupimento. Silva et al. (2012) ao aplicar o tratamento filtro digestor associado à lagoa de estabilização (FD + LE) obteve resultados semelhantes a presente pesquisa, apresentando CVt superiores a 20% em toda a faixa de pressão estudada.

Tabela 6. Valores de Coeficiente de Variação após uso, de acordo com a pressão de serviço adotada.

Pressão (kPa)	100	150	200	Média
CVt (%)	29,38	29,15	29,4	29,31

Os resultados obtidos na pesquisa corroboram com os de Pletsch et al. (2009) que observaram ao avaliar a uniformidade de aplicação de água e o coeficiente de variação de vazão de tubos gotejadores, após o uso de esgoto doméstico tratado, redução da uniformidade de aplicação de água devido ao entupimento, e aumento do coeficiente de variação de vazão.

4. Considerações finais

Percebe-se que a qualidade da água residuária utilizada no experimento influenciou significativamente no desempenho hidráulico dos gotejadores PCJ-CNL com saída cilíndrica, do fabricante Netafim, após 600 horas de funcionamento.

A característica autocompensante dos gotejadores foi afetada pelo uso da água de reuso, ocasionando variações nas vazões, tendo em vista a sensibilidade da membrana elástica controladora de pressão dos emissores. O gotejador analisado pode ser classificado como ruim, a partir dos valores referentes ao CUD, os quais se encontram abaixo de 45%.

Os valores referentes ao Us encontram-se abaixo de 75%, sendo assim o gotejador classificado como razoável.

O coeficiente de variação após uso foi classificado como marginal para todas as pressões de serviço.

Referências bibliográficas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1986) Requisitos mínimos para elaboração de projetos de irrigação localizada: PNBR 12:02-08-022. São Paulo: ABNT, 18p.
- Batista, R. O. et al. (2006a) Suscetibilidade ao entupimento de gotejadores mediante a aplicação de esgoto sanitário tratado. Engenharia na Agricultura, Viçosa: Minas Gerais, v. 14, n. 2, p. 81-87.
- Batista, R. O. (2006b) Influência da aplicação de esgoto sanitário tratado no desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento montado em campo. Acta Scientiarum. Technology, Maringá: Paraná, v. 28, n. 2, p. 213-217.
- Batista, R. O.; Souza, J. A. R.; Ferreira, D. C. (2010) Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação. Revista Ceres, Viçosa: Minas

Gerais, v.57, p.18-22.

Batista, R. O.; Soares, A.A.; Moreira, D. A.; Feitosa, A.P.; Bezerra, J. M. (2011) Influência de diferentes qualidades de esgoto doméstico na vazão de gotejadores. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 128-134, jul.-set.

Bralts, V.F.; Nakayama, F.S.; Bucks, D.A. (1986) (Ed.) Field performance and evaluation. Trickle irrigation for crop production. (Development in Agricultural Engineering, 9), Amsterdam: Elsevier. p. 216-240.

Capra, A.; Scicolone, B. (2004) Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. Agricultural Water Management, Amsterdam, v. 68, n. 2, p. 135- 149.

Dias, N. da S.; Medeiros, J. F. de; Teixeira, M. B. (2005) Avaliação de diferentes modelos, vazões e espaçamentos de gotejadores na irrigação do meloeiro. Irriga, Botucatu, v.10, p.263-271.

Duarte, A. S. (2006) Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (*Capsicum annun* L.). Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba: São Paulo, 187 p.

Favetta, G. M.; Botrel, T. A. (2001) Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. Scientific Agricultural, v.58, p. 427-430.

Freitas, C. A. S. et al. (2012) Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) irrigada com água de esgoto doméstico tratado. Conexões - Ciência e Tecnologia. Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 27-43.

Gilbert, R.G.; Nakayama, F.S.; Bucks, D.A.; French, O.F.; Adamson, K.C. (1981) Trickle irrigation: emitter clogging and flow problems. Agricultural Water Management. Amsterdam, v. 3, p. 159.

Keller, J. E Karmeli, D. (1974) Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.17, n.4, p.678-84.

Kumer, A. C. B.; Silva, I. P. De F. E; Lobo, T. F.; Grassi Filho, H. (2012) Qualidade da água residuária para irrigação do trigo. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 297 - 308.

Liu, H.; Huang, G. (2009) Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. Agricultural Water Management, Amsterdam, v.96, n.5, p. 745- 756.

Pletsch, T. A.; Cruz, R. L.; Mazzer, H. R.; Oliveira, E. F. de. (2009) Desempenho de gotejadores com uso de esgoto doméstico tratado. Irriga, Botucatu, v.14, n.2, p.243-253.

Ravina, I.; Paz, E.; Sofer, Z.; Marcu, A.; Schischa, A.; Sagi, G. (1992) Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. Irrigation Science, New York, v. 13, p. 129-139.

Ribeiro, P. A. A.; Coelho, R. D.; Teixeira M. B. (2010) Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de Cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de Água. Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v.30, n.2, p.279-287.

Silva, L. P. da; Silva, M. M. da; Correa, M. M.; Souza, F. C. D.; Silva, E. F. de F. (2012) Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande – PB, v. 16, n.15, p.480-486.

Souza, L. O. C. et al. (2006) Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB. v. 10, n. 3, p. 541-548.

Talens, J. A. M. (2009) Riego localizado y fertirrigación. Madrid: Mundi-Prensa. 4.ed. 575p.

2. Possui graduação em Engenharia Agrícola pela UFCG, mestrado em Engenharia Agrícola pela UFLA, doutorado em Engenharia Agrícola pela UFCG e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Sociedade de Ensino Superior e Assistência Técnica, E-mail: djlf_deni@yahoo.com.br

3. Possui graduação e mestrado em Engenharia Agrícola pela UFCG, atualmente aluno no Doutorado em Engenharia Agrícola pela UFCG, E-mail: abel_henrique@yahoo.com.br

4. Graduanda em Engenharia Agrícola pela UFCG, E-mail: gleykanobrega@live.com

5. Possui graduação e mestrado em Engenharia Agrícola pela UFPB, doutorado em Engenharia Agrícola pela UFV. Atualmente é Professor Associado IV da UFCG, E-mail: antuneslima@gmail.com

6. O uso do modelo e marca na referida pesquisa não significa seu endosso, restringindo-se apenas como elemento de estudo

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 06) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados