

## **UNIFORMIDADE DO SISTEMA DE MICROIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA NO SEMIÁRIDO**

SILVANETE SEVERINO DA SILVA<sup>1\*</sup>; CLAUDIA FACINI DOS REIS<sup>2</sup>;  
JOSÉ DANTAS NETO<sup>3</sup>; RENAN FERREIRA DA NÔBREGA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MSc. em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, silvanete.h@hotmail.com;

<sup>2</sup>Dra. em Engenharia Agrícola, Pesquisadora, INSA, Campina Grande-PB, reisfc@gmail.com

<sup>3</sup>Professor do departamento de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, Email: zedantas1955@gmail.com;

<sup>4</sup>Mestrando em Manejo de água e solo, UFERSA, Mossoró-RN. Email: renannobrega@yahoo.com.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de um sistema de microirrigação por gotejo utilizando água residuária. A instalação do experimento foi conduzida na sede administrativa do Instituto Nacional do Semiárido, localizada no município de Campina Grande - PB. Para a realização da avaliação em campo do sistema de irrigação localizado por gotejo utilizado no experimento foram necessários uma proveta graduada de 500 mL, um cronômetro digital e recipientes plásticos, coletando os dados de vazão. Para aplicação da lâmina de água foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, composto de tubos gotejadores autocompensantes do tipo NaanPC 25 de 16 mm de diâmetro, com emissores espaçados entre si de 0,4 m, apresentando, segundo o fabricante, uma vazão nominal de 2,0 L h<sup>-1</sup>, para uma pressão correspondente de 19,9 PSI. A frequência de irrigação aplicada consistiu em: aplicação diária de 2,8 L dia<sup>-1</sup>; aplicação duas vezes por semana de 7 L dia<sup>-1</sup>; aplicação diária de 1,4 L dia<sup>-1</sup>; e aplicação de uma vez por semana de 7 L dia<sup>-1</sup>, aplicação uma vez por semana de 14 L dia<sup>-1</sup> (exceto sábados e domingos). Com a extração dos valores de vazão, foi calculado o coeficiente de uniformidade de Christiansen para os 32 gotejadores em 96 repetições em quatro diferentes épocas. A utilização de águas residuárias não proporcionou diminuição na uniformidade de distribuição do sistema de irrigação ao longo dos 365 dias de uso do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação localizada, vazão, coeficiente de uniformidade.

## **UNIFORMITY OF THE MICROIRRIGATION SYSTEM BY DRIPPING USING WASTEWATER IN THE SEMIARID**

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the performance of a drip microirrigation system using wastewater. The experiment was conducted in an experimental area at Instituto Nacional do Semiárido, located in Campina Grande, PB, Brazil. To perform the *in situ* evaluation of drip irrigation system used in the experiment was used a measuring cylinder with 500 ml, a digital timer and plastic containers, collecting flow data. For the purposes of depth irrigation was used a drip irrigation system, composed of auto compensating dripline type NaanPC 25 of 16 mm of diameter, with emitters spaced 0.4 m, with a nominal flow rate of 2, 0 h L<sup>-1</sup> for a corresponding pressure of 19.9 PSI according to the manufacturer. The irrigation frequency application consisted of: Daily application of 2.8 L; twice weekly application of 7 L day<sup>-1</sup>; daily application of 1.4 L day<sup>-1</sup>; and once weekly application of 7 L<sup>-1</sup> and once weekly application of 14 L day<sup>-1</sup> (except Saturday and Sunday). With the extraction of flow values, was calculated the Christiansen uniformity coefficient for the 32 drippers in 96 repetitions in four different seasons. The use of wastewater did not provide a reduction in the uniformity of distribution of the irrigation system during the 365 days of use of the system.

**KEYWORDS:** drip irrigation, flow rate, uniformity coefficient.

## INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira apresenta as características de irregularidade e má distribuição das chuvas, além dos altos níveis de radiação solar incidente nas áreas de baixas latitudes, resultando em elevadas taxas evapotranspirométricas.

Desta forma, a irrigação que tem por finalidade a disponibilidade hídrica (total ou parcial) para a planta, garante a produtividade e o incremento na qualidade dos produtos agrícolas (Bernardo, 2006; Crusciol, 2012; Martins et al., 2012). Por outro lado, é necessária uma considerável quantidade de água, diminuir a disponibilidade e o custo elevado da energia sem comprometer o rendimento final.

A microirrigação se destaca pelo baixo custo em energia, menor quantidade de água, automação e na simplicidade de operação, além da alta eficiência e uniformidade de distribuição da água (SILVA, et al., 2012). A uniformidade do sistema de irrigação está atrelada, principalmente, a topografia e a textura do solo (Mantovani et al., 2008), pressão de serviço do emissor, a qualidade e velocidade da água, alinhamento da linha lateral e ao grau de entupimento dos emissores (Nascimento, 2015).

Najafi et al. (2010), apontaram que a vantagem na escolha do sistema de microirrigação por gotejamento no uso de águas residuárias esta somada a redução no contato direto com a água e o agricultor e, o produto agrícola comercializado. Por outro lado, o uso de esgotos domésticos possuem potencial no aumento de entupimento de emissores (Batista et al., 2010); Puig-Bargues, 2010; Batista, et al., 2011; Silva, 2013).

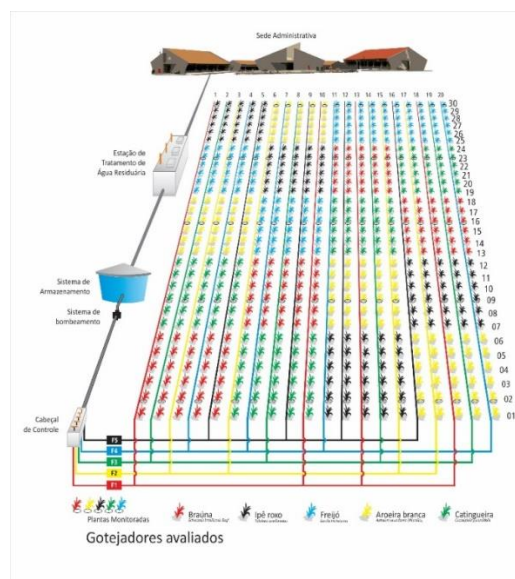
Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema de microirrigação por gotejo utilizando água residuária.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas instalações da sede administrativa do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, localizada no município de Campina Grande-PB, correspondente à região fisiográfica Cariris Velhos do Estado da Paraíba, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 07° 27' S, longitude 35° 95' W e altitude média 550 m.

Para aplicação da lâmina de água se utilizou a microirrigação do tipo gota a gota, composto por tubos gotejadores, PC DripNet – Netafim–autocompensantes, emissores espaçados a cada 2 m, vazão nominal de 2,0 L h<sup>-1</sup> (conforme fabricante), diâmetro interno de 3,9 mm e pressão correspondente a 14 m.c.a, cujo croqui experimental é mostrado na Figura 1.

**Figura 1:** Croqui da área experimental, estação de tratamento da água residuária e o sistema de irrigação. Campina Grande-PB.



**Fonte:** INSA, 2018

A coleta das vazões foi realizado conforme metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), sendo realizada com 16 emissores, em 4 épocas diferentes (com intervalos de 3 meses). As avaliações foram realizadas nas linhas de números 1, 7, 13 e 20, para 8 gotejadores de números 1, 4, 9, 13, 17, 21, 26 e 30. Através da razão entre o volume e o tempo, foi obtido a vazão, sendo o volume determinado pela coleta com o auxílio de um recipiente de volume conhecido que ficavam a baixo dos emissores selecionados pelo período de 15 minutos (cronômetro digital), utilizando provetas graduadas de 500 mL. A coleta foi realizada com 3 repetições por emissor. Os dados de vazão foram interpretados pelo Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (1942), apresentado na equação 1:

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right) \quad (1)$$

em que: CUC é o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, em %;  $q_i$  é a vazão do  $i$ -ésimo ponto de emissão, em  $L h^{-1}$ ;  $\bar{q}$  é a vazão média de todos os pontos de emissão, em  $L h^{-1}$ ;  $n$  é o número de pontos de emissão.

Os dados qualitativos da água residuária oriunda do processo produtivo da estação de tratamento, foram analisados no Laboratório de Referência em Dessalinização – UFCG/CCT/DEQ (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados provenientes do efluente doméstico proveniente da estação de tratamento

PARÂMETROS	Unidade	Resultado	VMP
Condutividade Elétrica	$\mu mho/cm$ a 25° C	8.260,0	---
Ph		7,9	6,0 a 9,5
Turbidez		<b>59,5</b>	5,0
Dureza em Cálcio ( $Ca^{++}$ )	mg/L	162,0	---
Dureza em Magnésio ( $Mg^{++}$ )	mg/L	274,2	---
Dureza Total ( $CaCO_3$ )	mg/L	<b>1.547,5</b>	500,0
Sódio ( $Na^+$ )	mg/L	<b>1.304,2</b>	200,0
Potássio ( $K^+$ )	mg/L	24,9	---
Alumínio ( $Al^{3+}$ )	mg/L	0,08	0,2
Ferro Total	mg/L	<b>0,45</b>	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos ( $CaCO_3$ )	mg/L	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos ( $CaCO_3$ )	mg/L	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos ( $CaCO_3$ )	mg/L	290,0	---
Alcalinidade Total	mg/L	290,0	---
Sulfato ( $SO_4$ )	mg/L	189,4	250,0
Fósforo Total	mg/L	0,0	---
Cloreto ( $Cl^-$ )	mg/L	<b>2.887,9</b>	250,0
Nitrato ( $NO_3^-$ )	mg/L	0,13	10,0
Nitrito ( $NO_2^-$ )	mg/L	0,02	1,0
Amônio ( $NH_3$ )	mg/L	<b>4,46</b>	1,5
Sílica ( $SiO_2$ )	mg/L	5,7	---

(\*) VMP – Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

Com os resultados analíticos acima relacionados, esta água não se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico e químicos.

Os cálculos de CUC foram processados com auxílio de planilhas eletrônicas do Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os valores do CUC determinados para as unidades de irrigação abastecidas com água residuária em sistema agrícola. Verificou-se que os valores médios do CUC na unidade de irrigação com aplicação d'água residuária oriundo de esgotos doméstico foram de 96% 92% 90% e 89% nas diferentes épocas de seu funcionamento (em 1 ano de instalação do sistema). A diminuição da uniformidade com o tempo deve-se provavelmente no entupimento e desgaste do emissor

pelos sais da água, o qual, gerou decréscimo de até 7,29% sendo considerado, bom de 80-90% (Bernardo et al., 2006).

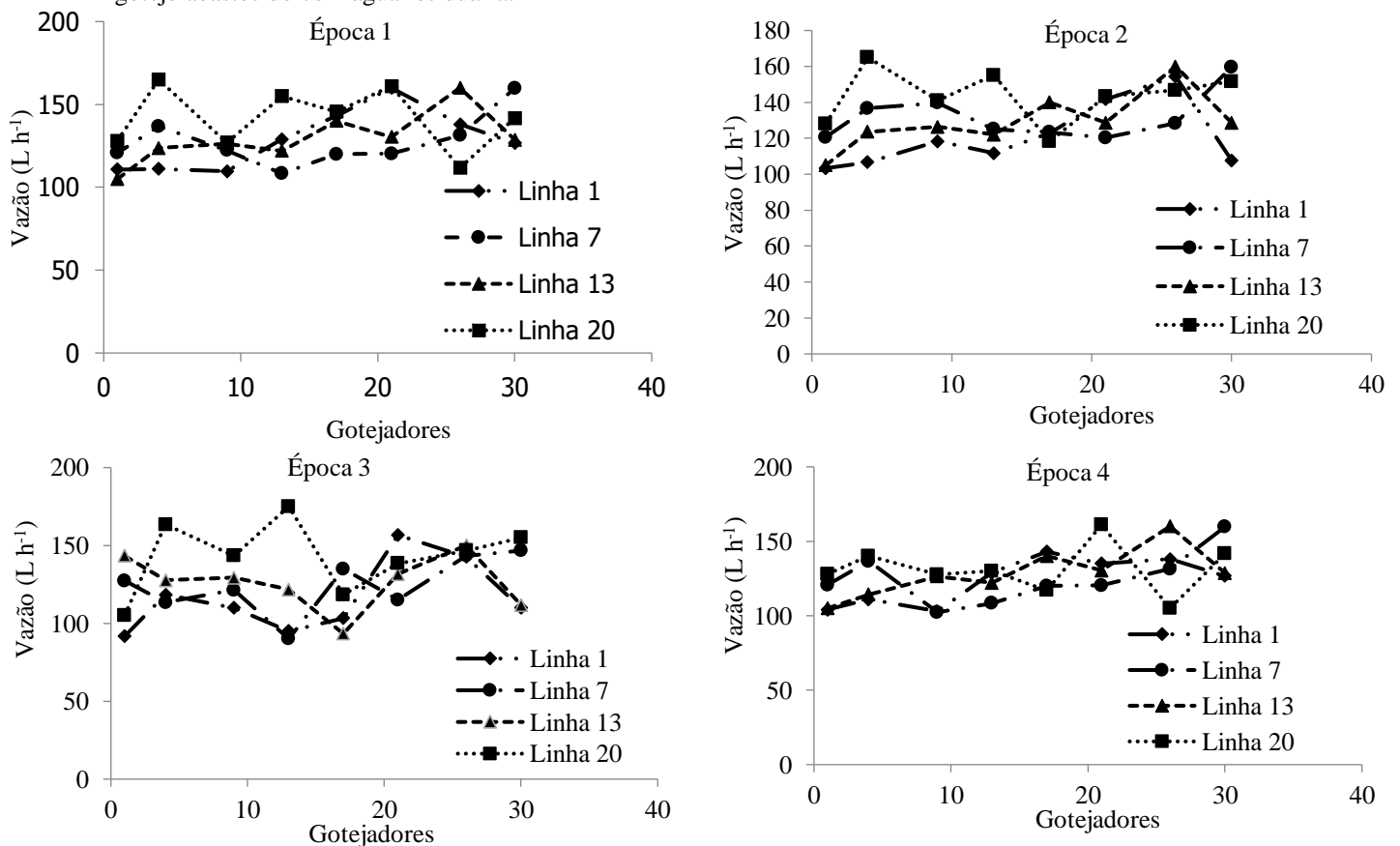
**Tabela 2.** Valores obtidos em campo pelo coeficiente de uniformidade em diferentes épocas

CUC	Valores obtidos em campo (%)
Época 1	96
Época 2	92
Época 3	90
Época 4	89

Observa-se na Figura 2, a média das vazões ao longo das diferentes épocas avaliadas, no sistema de gotejamento abastecido com água residuária tratada. De forma geral, as maiores médias de vazões foram obtidas na Linha 20 e as menores na Linha 1, seguida da Linha 7. Conforme a topografia e o modelo digital de elevação do terreno o resultado é justificado em decorrência de que a área total linear, na qual passa a Linha 1 de irrigação, caracteriza-se como a área de maior cota em aclive no terreno. Conforme Mantovani (2009) e Bernardo et al. (2006), o contrário ocorre com a linha 20 de irrigação, sendo aquela de cota menor em elevação, o que acrescenta fluxo a favor da gravidade ( $9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Oscilações nas vazões das demais linhas entre (maior e menor vazão ao longo do tempo), são justificáveis diante do fato de que a cada avaliação trimestral ocorrem procedimentos de desobstrução, com abertura de final de linha a aumento total de pressão na saída de bomba, ocasionando desentupimento de possíveis obstruções (Figura 2). Sendo que, em sistemas montados em declive as linhas iniciais despressurizam com mais tempo do que as demais, por estarem no aclive. E as linhas finais geralmente são aquelas que apresentam armazenamento de volume interno mesmo com pressurização desligada e ao mesmo tempo, são as primeiras linhas a desobstruírem após a ligação do sistema. Deste modo, as linhas posicionadas entre 7 e 13 são aquelas que apresentam maior oscilação de vazão, ocasionada por obstrução e ou vazamentos (Bernardo et al., 2006).

**Figura 2.** Valores das vazões obtidos ao longo das diferentes épocas avaliadas, do sistema de microirrigação por gotejo abastecido com água residuária.



As avaliações evidenciaram que os resultados são aceitáveis de acordo com a literatura. Dantas et al. (2014), enfatiza a importância da avaliação do sistema de irrigação, devendo ser rotineiras, para que se efetuem medidas de ajuste no manejo da irrigação, e as plantas não sofram estresse hídrico. Dessa forma, pode-se afirmar que a uma tendência de entupimento dos gotejadores ao longo do tempo, em que diminuirá a vazão dos gotejadores. No entanto, as obstruções dos equipamentos não estão associadas ao uso da água residuária.

## CONCLUSÃO

As águas residuárias tratadas não proporcionou reduções significativas na uniformidade de distribuição ao longo dos 365 dias de uso do sistema;

Os valores encontrados no CUC, obtidos através na avaliação de campo do sistema de microirrigação por gotejamento apresentam-se dentro dos níveis aceitáveis segundo a literatura pertinente.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional do Semiárido, UFCG e a CAPES, pelo aporte técnico, intelectual e financeiro. A toda equipe de pesquisadores e estudantes que auxiliaram nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Batista, R. O.; Costa, F. G. B.; Lopes, H. S. S.; Coelho, D. da C. L.; Paiva, M. R. de F. C. Efeito das características do esgoto doméstico na uniformidade de aplicação de sistemas de irrigação por gotejamento. *Rev. Caatinga, Mossoró*, v. 24, n. 4, p. 137-144, 2011.
- 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*, v. 57, n. 1, p. 18-22, 2010.
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV. 2006, 625p.
- Crusciol, C.A.C.; Toledo, M. Z.; Arf, O.; Cavariani, C. Fornecimento de água por meio de irrigação por aspersão para produção de sementes de arroz de terras altas. *Bioscience Journal*, v.28, n.1, p.34-42, 2012. Disponível em: < file:///C:/Users/TEMP/Downloads/12163-54615-1-PB.pdf>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.
- Christiansen, J. E. Irrigation by sprinkling. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station, 1942. 124p. (Bulletin, 670).
- Dantas, D. da C.; França e Silva, Ê. F. de; Mélo, R. F. de; Dantas, M. S. M.; Silva, F. da.; Silva, M. M. da. Desempenho do sistema de irrigação por gotejamento utilizando efluente doméstico. *Irriga, Botucatu, Edição Especial 01*, p. 179-189, 2014.
- Keller, J.; Karmeli, D. Trickle irrigation desing. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133 p.
- Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos – Viçosa: Ed. UFV ed. 3, 2009. 355p.
- Martins, P. E. S.; Zanini, J. R.; Silva, E. R.; Marco A. F.; Lemos Filho, M. A. F. Perfil radial e uniformidade de precipitação do aspersor NaanDanJain 427, em função da regulagem do defletor. *Rev. Brasileira de Eng. Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.16, n.1,p.3-9, 2012.
- Najafi, P.; Tabatabaei, S. H.; Asgari, K. Evaluation of filtration and SDI application effects on treated wastewater quality index. *African Journal of Agr. Research*, v.5, p.1250-1255, 2010.
- Nascimento, R. C. Dinâmica da obstrução de emissores tipo gotejador oriundos do vale do São Francisco. 59 f.: il. 29 cm. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2015.
- Puig-Bargués, J.; Arbat, G.; Elbana, M.; Duran-Ros, M.; Barragán, J.; Ramíre de Cartagena, F.; LAMM, F. R. Effect of flushing frequency on emitter clogging in microirrigation with effluents. *Agr. Water Management, Amsterdam*, v. 97, n. 6, p. 883-891, 2010
- Silva, P. da.; Silva, M. M. da.; Correa, M. M.; Souza, F. C. D.; SILVA, Ê. F. de F. e. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. *Revista brasileira de Eng. Agrícola Ambiental*. vol.16 nº.5. Campina Grande-PB. Maio de 2012.