

POTENCIAL DE ENTUPIMENTO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO (AUTOCOMPENSANTES) SOB PRESSÕES DE SERVIÇO

Gabriela Nobre Cunha¹, Daniely Karen Matias Alves², Fernando Nobre Cunha³, Marconi Batista Teixeira⁴, Fernando Rodrigues Cabral Filho⁵

RESUMO: A obstrução pode ser favorecida por características tais como: características hidráulicas, pressão de operação, tamanho dos tubos, espaçamento entre emissores e variabilidade de vazão dos emissores. Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar o potencial de entupimento de um sistema de irrigação por gotejamento superficial operando em diferentes pressões de serviço. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde - GO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4×6 , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro pressões (0,8, 1,1, 1,4 e 1,7 kgf cm⁻²) e seis tempos de funcionamento (600, 650, 700, 750, 800, 850 horas). O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento superficial dotado de emissores autocompensantes modelo iDrop PC-PCDS com vazão de 2,2 L h⁻¹ e pressão de operação de 5 a 45 mca, inseridos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm, com espaçamento de 0,5 m. Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos do coeficiente de uniformidade de Hart e eficiência padrão da HSPA. O máximo coeficiente de uniformidade de Hart (84,47%) e eficiência padrão da HSPA (94,86%) é verificado na pressão de 1,22 kgf.

PALAVRAS-CHAVE: obstrução, emissor, uniformidade

POTENTIAL OF CLOGGING OF A DRIP IRRIGATION SYSTEM (AUTO COMPENSATING) UNDER PRESSURE OF SERVICE

ABSTRACT: The obstruction can be favored by characteristics such as: hydraulic characteristics, operating pressure, size of tubes, spacing between emitters and flow variability

¹Mestranda em Desenvolvimento e Planejamento Territorial, PUC Goiás, Av, Universitária 1.440, Setor Universitário, CEP: 74605-010, Goiânia, Goiás. Fone: (62) 3946-1000. e-mail: gabriela-nc@hotmail.com.

²Doutoranda em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO.

³Pós-doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO.

⁴Prof. Doutor, Depto de Hidráulica e Irrigação, IFGoiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO.

⁵Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO.

of emitters. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the potential for clogging a drip irrigation system operating at different service pressures. The experiment was carried out in a greenhouse in the experimental area of IFGoiano - Campus Rio Verde - GO. The experimental design used was in randomized blocks, analyzed in a 4×6 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of four pressures (0.8, 1.1, 1.4 and 1.7 kgf cm⁻²) and six operating times (600, 650, 700, 750, 800, 850 hours). The irrigation system used was the surface drip equipped with self-compensating emitters model iDrop PC-PCDS with flow rate of 2.2 L h⁻¹ and operating pressure of 5 to 45 mca, inserted in a low density polyethylene hose of 16 mm, with 0.5 m spacing. After the flow data was tabulated, the Hart uniformity coefficient and HSPA standard efficiency were calculated. The maximum coefficient of Hart uniformity (84.47%) and standard efficiency of HSPA (94.86%) is verified at a pressure of 1.22 kgf.

KEYWORDS: obstruction, emitter, uniformity

INTRODUÇÃO

Nos sistemas de irrigação localizada, os emissores apresentam alta suscetibilidade ao entupimento, prejudicando o funcionamento geral do sistema de irrigação, afetando suas características de operação e exigindo manutenções mais frequentes (BATISTA et al., 2013). Assim, se faz necessário a avaliação periódica do sistema de irrigação, para que não haja agravamento dessas variações ao longo da distribuição de água e prevenção do entupimento dos emissores (TEIXEIRA et al., 2008).

A quantificação da vazão e a uniformidade em sistemas de irrigação e/ou do próprio emissor são um parâmetro de extrema confiança para determinação das alterações de forma a determinar o funcionamento, principalmente em função do entupimento dos emissores (MÉLO, 2007; RIBEIRO et al., 2010; CUNHA et al., 2016).

A obstrução pode ser favorecida por características tais como: características hidráulicas, pressão de operação, tamanho dos tubos, espaçamento entre emissores e variabilidade de vazão dos emissores (CARVALHO et al., 2006). Segundo Yavuz et al. (2010), o problema do entupimento pode ocorrer mesmo quando todos os fatores relativos ao emissor são adequados, além disso, reforça que a uniformidade de distribuição de água é aceito como um dos principais critérios para a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação.

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar o potencial de entupimento de um sistema de irrigação por gotejamento superficial operando em diferentes pressões de serviço.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação instalada na área experimental do IFGoiano – Campus Rio Verde. A casa de vegetação é constituída de cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen (2013), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual varia de 20 a 35°C e as precipitações variam de 1500 a 1800 mm anuais.

O solo utilizado para o enchimento dos vasos foi o Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), argiloso, fase Cerrado (SANTOS et al., 2013). O solo foi depositado em unidades experimentais compostas por vasos plásticos de 26 L, sobre os quais os emissores foram colocados para a realização da irrigação.

Tabela 1. Análise físico-química do solo utilizado para enchimento dos vasos, Rio Verde – GO, 2018.

| Ca | Mg | Ca+Mg | Al | H+Al | K | K | S | P | CaCl ₂ |
|--|-------|-------|--------------------|-------|------|------------------------------------|--------|------------|-------------------|
| ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | pH |
| 0,94 | 0,86 | 1,8 | 0,03 | 2,39 | 0,32 | 126 | 5,0 | 1,09 | 5,2 |
| Na | Fe | Mn | Cu | Zn | B | CTC | SB | V% | m% |
| ----- Micronutrientes (mg dm ⁻³) ----- | | | | | | cmol _c dm ⁻³ | | Sat. Bases | Sat. Al |
| 1,0 | 21,4 | 22,52 | 4,25 | 1,13 | 0,09 | 4,51 | 2,12 | 47 | 1,4 |
| Textura (g kg ⁻¹) | | | M.O. | Ca/Mg | Ca/K | Mg/K | Ca/CTC | Mg/CTC | K/CTC |
| Argila | Silte | Areia | g dm ⁻³ | | | ----- Relação entre bases ----- | | | |
| 450 | 80 | 470 | 36,3 | 1,1 | 2,9 | 2,7 | 20,84 | 19,07 | 7,10 |

P (Mel), K, Na, Cu, Fe, Mn e Zn (Melich 1); Ca, Mg e Al (KCl 1N); S (Ca(H₂PO₄)₂ em HOAc); M.O. (Método colorimétrico); B (BaCl₂).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 × 6, com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro pressões (0,8, 1,1, 1,4 e 1,7 kgf cm⁻²) e seis tempos de funcionamento (600, 650, 700, 750, 800, 850 horas).

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento superficial dotado de emissores autocompensantes modelo iDrop PC-PCDS com vazão de 2,2 L h⁻¹ e pressão de operação de 5 a 45 mca, inseridos em mangueira de polietileno de baixa densidade de 16 mm, com espaçamento de 0,5 m, e comprimento da linha lateral de 10 m, onde foram medidos 16 gotejadores na linha lateral.

À entrada das linhas gotejadoras foi instalada uma tomada de pressão, permitindo que a cada medição de vazão a pressão fosse checada e, se necessário, ajustada àquela pré-estabelecida. Para isso, foi utilizado um manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 - 4 Kgf cm⁻². Durante todo o período do ensaio foram realizadas as leituras de temperatura da água no reservatório de captação, com aplicação dos tratamentos com temperatura da água na faixa

de 25°C (25°C ± 1°C). A análise físico-química da água utilizada para irrigação está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas da água utilizada para irrigação.

| Parâmetro analisado | Média |
|--|--------|
| pH (NA) | 7,90 |
| Condutividade (µS cm ⁻¹) | 250,3 |
| Sólidos Dissolvidos Totais (mg L ⁻¹) | 137,66 |
| Turbidez (NTU) | 0,95 |
| Alcalinidade (mg L ⁻¹) | 102,0 |

O procedimento para realização da leitura de vazão consistiu da pressurização do sistema, estabilização da pressão em 150 kPa (+/- 5 kPa) no início da linha, posicionamento dos coletores sob os respectivos gotejadores com três segundos de defasagem e retirada dos coletores com a mesma sequência e defasagem de tempo após 3 min de coleta. Foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada emissor. O monitoramento da vazão dos gotejadores, permitiu a obtenção da vazão média dos gotejadores. Depois de tabulados os dados de vazão, foram efetuados os cálculos do coeficiente de uniformidade de Hart e eficiência padrão da HSPA, conforme as equações 1 a 2.

$$CUH = 100 \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi} \left(\frac{S}{\bar{X}} \right)} \right\} \quad (1)$$

$$UDH = 100 \left(1 - 1,27 \frac{S}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

em que:

CUH - coeficiente de uniformidade de Hart, em %;

UDH - eficiência padrão da HSPA, em %;

\bar{X} - vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹;

S - desvio-padrão dos dados de vazão, em L h⁻¹;

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e, em casos de significância, foi realizada a análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis pressões e tempos de funcionamento, utilizando o programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CUH em função do tempo de funcionamento se adequou a um modelo de regressão linear com R² de 94,43%. De acordo com a equação de regressão, houve um decréscimo de até 1,4% a cada 50 horas de funcionamento do sistema, sendo que o maior valor de CUH foi

encontrado às 600 horas de funcionamento, sendo este 6,98% superior ao CUH observado às 850 horas de funcionamento (Figura 1A).

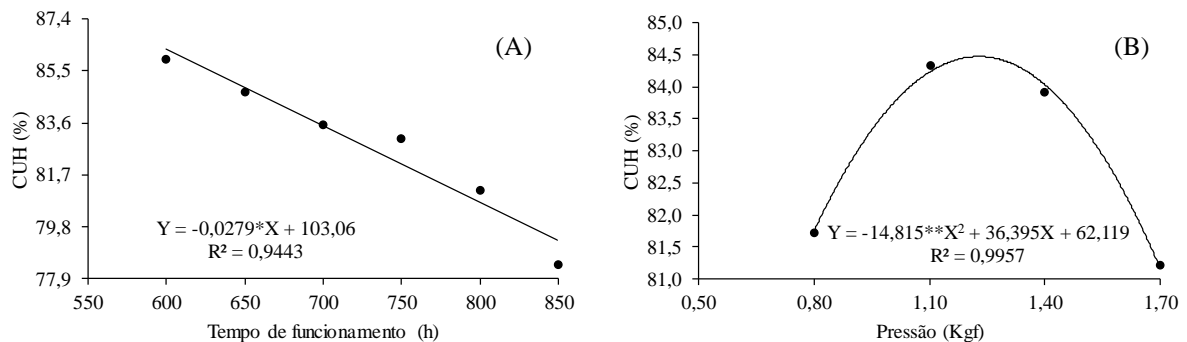


Figura 1. Coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

Em relação a pressão de operação, o Coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,57%. As elevações na pressão de operação do sistema de irrigação por gotejamento aumentaram os valores de CUH até a pressão de 1,23 kgf, onde o CUH atingiu o seu valor máximo (aproximadamente 84,47%). O máximo CUH verificado no sistema sob pressão de 1,23 kgf foi 3,27; 0,15; 0,66 e 3,86% maior do que o CUH observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf, respectivamente (Figura 1B). O CUH para as pressões se manteve na classificação regular, enquanto para o tempo de funcionamento, às 600 horas foi classificado como boa uniformidade, para 650, 700, 750 e 800 horas de funcionamento foi classificado como regular e para 850 horas de funcionamento como uniformidade ruim, segundo a classificação proposta pela ABNT (1998).

A Eficiência padrão da HSP em função do tempo de funcionamento do sistema (Figura 2A) se adequou a um modelo de regressão linear com R^2 de 89,93%. O maior valor de UDH foi encontrado às 600 horas de funcionamento do sistema, sendo este 5,73% superior ao UDH observado às 850 horas de funcionamento. De acordo com a equação de regressão, a cada 50 horas de funcionamento do sistema de irrigação houve um decréscimo de até 1,5% nos valores de UDH.

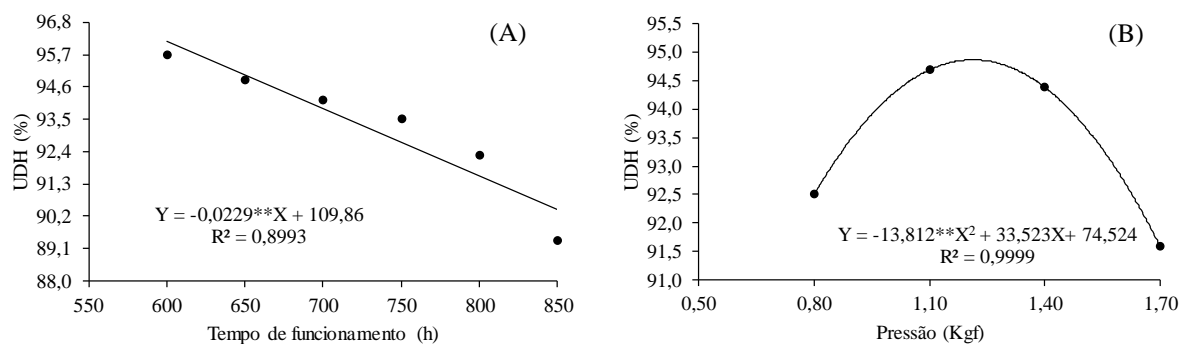


Figura 2. Eficiência padrão da HSPA (UDH) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

Já em função da pressão de operação (Figura 2B), o UDH se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,99%. Os crescentes valores de pressão aplicadas ao sistema elevaram o UDH até atingir o seu valor máximo (aproximadamente 94,86%) sob pressão de 1,21 kgf. O UDH máximo verificado na pressão de 1,21 kgf, foi 2,49; 0,18; 0,51 e 3,44% maior do que o observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf, respectivamente.

Cunha et al. (2013) observaram que os valores de UDH e CUH diminuem ao longo do período de operação enquanto os valores de CVq crescem, conforme ocorre o aumento do tempo de funcionamento.

CONCLUSÕES

O coeficiente de uniformidade de Hart e eficiência padrão da HSPA diminui com o aumento no tempo de funcionamento.

O coeficiente de uniformidade de Hart teve a classificação de boa uniformidade, exceto para a avaliação com 850 de horas de funcionamento, onde a uniformidade foi classificada como regular, indicando que os gotejadores podem está em fase inicial de entupimento.

O máximo coeficiente de uniformidade de Hart (84,47%) e eficiência padrão da HSPA (94,86%) é verificado na pressão de 1,22 kgf.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 14244: equipamentos de irrigação mecanizada: pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos: determinação da uniformidade de distribuição de água.** Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. Rio de Janeiro, RJ, 1998. 11 p.

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.

CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R. V.; PEREIRA, J. M. G. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Revista Irriga**, v. 11, n. 1, p. 36-46, 2006.

CUNHA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, N. F.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; GOMES FILHO, R. R. Variabilidade temporal da uniformidade de distribuição em sistema de gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v. 7, n. 4, p. 248-257, 2013

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; MOURA, L. M. F.; CABRAL FILHO, F. R.; GOMES, F. H. F. Grau de entupimento de um sistema de gotejamento subsuperficial na cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p. 695-704, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

KÖPPEN, W. **Köppen climate classification**. Geography about. 2013. Disponível em: <http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>. Acessado em: 2 Agosto de 2018.

MÉLO, R. F. **Dinâmica e controle do entupimento de gotejadores em função de precipitados químicos e plâncton**. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007, 189p.

RIBEIRO, P. A. de A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA, M. B. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidade de água. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 279-287, 2010.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 3.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

TEIXEIRA, M. B.; MELO, R. F. de; COELHO, R. D.; RETTORE NETO, O.; RIBEIRO, P. A. de A. Tratamento para desentupimento de gotejadores convencionais. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA**, v. 13, n. 2, p. 235-248, 2008.

YAVUZ, M. Y.; DEMIREL, K.; ERKEN, O.; BAHAR, E.; DEVECILER, M. Emitter clogging and effects on drip irrigation systems performances. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 7, p. 532-538, 2010.