

INTERFERÊNCIA DE FATORES OPERACIONAIS SOBRE A UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

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

RESUMO: O uso intensivo, diminuição na uniformidade de aplicação de água e aumento no coeficiente de variação ao longo do tempo, são ocasionados por diversos fatores relacionados ao processo de obstrução. Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar a uniformidade de aplicação 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 da uniformidade de aplicação de água: coeficiente de uniformidade de Christiansen e coeficiente de uniformidade de distribuição. Os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), e distribuição (CUD), apresentaram uniformidade classificada como excelente ao longo de todo o experimento (até as 850 de horas de funcionamento).

PALAVRAS-CHAVE: vazão, pressão, entupimento

INTERFERENCE OF OPERATIONAL FACTORS ON THE UNIFORMITY OF WATER DISTRIBUTION IN A DRIP IRRIGATION SYSTEM

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.

ABSTRACT: Intensive use, decrease in water application uniformity and increase in the variation coefficient over time, are caused by several factors related to the obstruction process. Given the above, the objective of this study was to evaluate the uniformity of application of 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 were tabulated, the water application uniformity calculations were performed: Christiansen uniformity coefficient and distribution uniformity coefficient. The Christiansen uniformity coefficients (CUC) and distribution (CUD) showed uniformity classified as excellent throughout the experiment (up to 850 hours of operation).

KEYWORDS: flow, pressure, clogging

INTRODUÇÃO

A quantidade de água aplicada e sua uniformidade de aplicação pelos emissores são informações importantes para o dimensionamento e o manejo racional de um sistema de irrigação localizada (ALMEIDA & BOTREL, 2010). A elevada uniformidade de aplicação de água nos sistemas de irrigação por gotejamento torna-se fundamentais para uma irrigação eficiente (RIBEIRO et al., 2012).

É necessário avaliar frequentemente o desempenho de um sistema de irrigação para determinar sua aplicabilidade em certas condições, deste modo um sistema de irrigação pode ser avaliado levando-se em conta aspectos técnicos (eficiência e uniformidade) e aspectos econômicos (SILVA & KAY, 1997; SILVA, 2014).

O uso intensivo, diminuição na uniformidade de aplicação de água e aumento no coeficiente de variação ao longo do tempo, são ocasionados por diversos fatores relacionados ao processo de obstrução (RIBEIRO, 2010).

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar a uniformidade de aplicação 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 distroférrico (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 da uniformidade de aplicação de água, conforme as equações 1 a 2.

$$CUC = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right] \quad (1)$$

$$CUD = 100 \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

X_i - vazão de cada gotejador, em L h⁻¹;

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

n - número de gotejadores observados;

$X_{25\%}$ - média de 25% do total de gotejadores, com as menores vazões, 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

Os valores de CUC em função do tempo de funcionamento do sistema (Figura 1A) se adequaram a um modelo de regressão linear com R^2 de 92,81%. O maior valor de CUC foi encontrado às 600 horas de funcionamento do sistema, sendo este 1% superior ao CUC observado às 850 horas de funcionamento. De acordo com a equação de regressão, houve um decréscimo de até 0,2% a cada 50 horas de funcionamento do sistema de irrigação por gotejamento.

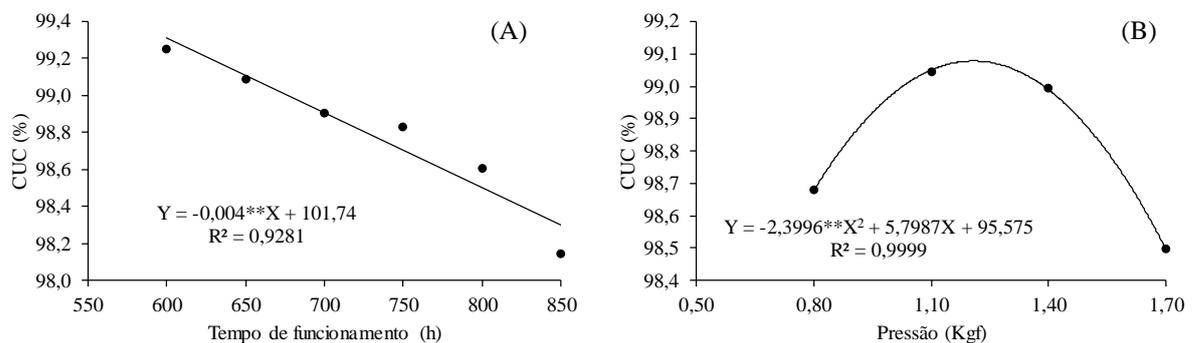


Figura 1. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

O CUC em função da pressão de operação (Figura 1B) se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,99%. As variações crescentes de pressão elevaram o Coeficiente de uniformidade de Christiansen até a pressão de 1,21 kgf, sendo que, com a aplicação dessa pressão foi atingido o valor máximo do CUC (aproximadamente 99,08%). O CUC máximo verificado na pressão de 1,21 kgf, foi 0,4; 0,03; 0,08 e 0,6% maior do que o CUC observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf, respectivamente. O CUC para todos os tempos de funcionamento e todas as pressões foi classificado como excelente, em acordo com a tabela de classificação proposta por Mantovani (2002).

O CUD em função do tempo de funcionamento se adequou a um modelo de regressão linear com R^2 de 92,6%. Às 600 horas de funcionamento do sistema foi encontrado o maior valor de CUD, sendo este 3,5% superior ao CUD observado às 850 horas de funcionamento. De acordo com a equação de regressão, houve um decréscimo de até 0,7% no CUD a cada 50 horas de funcionamento do sistema de irrigação por gotejamento (Figura 2A). O decréscimo do CUD em função do tempo de funcionamento é explicado pela obstrução parcial dos gotejadores, causada pelas partículas do solo presente nos vasos.

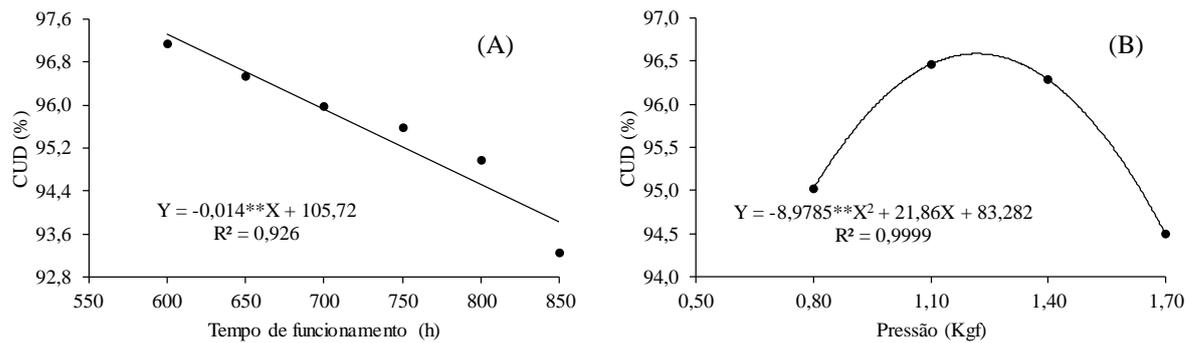


Figura 2. Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) em função do tempo de funcionamento (A) e da pressão (B) do sistema de irrigação.

Em relação a pressão de operação, o CUD se adequou a um modelo quadrático com R^2 de 99,99%. As elevações na pressão do sistema aumentaram os valores do Coeficiente de uniformidade de distribuição até a pressão de 1,22 kgf, atingindo o máximo de aproximadamente 96,59%. O CUD máximo verificado na pressão de 1,22 kgf, foi 1,62; 0,13; 0,31 e 2,17% maior do que o CUD observado nas pressões de 0,8; 1,10; 1,4 e 1,7 kgf, respectivamente (Figura 2B). O CUD em função do tempo de funcionamento e das pressões avaliadas foi considerado como excelente de acordo com a classificação sugerida por Merriam & Keller (1978).

CONCLUSÕES

Os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), e distribuição (CUD), apresentaram uniformidade classificada como excelente ao longo de todo o experimento (até as 850 de horas de funcionamento).

Para os coeficientes de uniformidade a pressão de operação que demonstrou os melhores resultados foi entre 1,2 e 1,3 kgf, ao longo das horas de funcionamento os coeficientes apresentaram um decréscimo na uniformidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. D. G. C.; BOTREL, T. A. Determinação do diâmetro de microtubos em irrigação localizada. *Agrárias*, v. 5, p. 413-417, 2010.
- 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.

MANTOVANI, E. C. **Avalia: manual do usuário**. Viçosa: DEA/UFV–PNP&D/café Embrapa, 2002.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p

RIBEIRO, M. D. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento para agricultura familiar**. Dissertação de Mestrado. Cascavel: UNIOESTE, 2010. 54p.

RIBEIRO, P. A. de A.; TEIXEIRA, M. B.; COELHO, R. D.; FRANCO, E. M.; SILVA, N. F. da; CARVALHO, L. C. C. de; ALVES, M. E. B. Gotejadores submetidos a condições críticas de qualidade da água. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - Irriga**, Ed. Especial, p. 368 - 379, 2012.

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.

SILVA, A. P.; KAY, B. D. Estimating the least limiting water range of soil from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p. 877-883, 1997.

SILVA, P. F. **Uniformidade de vazão em mangueira gotejadora autocompensante utilizando água salina**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 87p., 2014.