

DESEMPENHO DE EMISSOR AUTOCOMPENSANTE UTILIZANDO ÁGUA SALINA

Patrícia Ferreira da Silva¹, Rigoberto Moreira de Matos¹, Roberta de Cássia Barros Gomes¹,
José Dantas Neto¹ e Delfran Batista dos Santos²

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus I. Avenida Aprígio Veloso 882, CEP: 58.429-140, Bairro Universitário, Campina Grande, PB. E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br, rigobertomoreira@gmail.com, robeert4@hotmail.com, zedantas1955@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Rua do Rouxinol, 115, CEP: 41.720-052, Bairro Imbuí, Salvador, BA. E-mail: delfran.batista@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se determinar os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), distribuição (CUD), estatístico (CUE), grau de entupimento (GE) e eficiência de aplicação (EA) para os emissores novos e com 350 horas de funcionamento em função da água de diferentes concentrações salinas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Os tratamentos foram arranjado em esquema fatorial sendo cinco níveis de salinidade da água de irrigação (CEai) (0,6; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ a 25°C) e quatro pressões de serviço (60, 100, 140 e 160 kPa) com três repetições. Os coeficientes CUC, CUD, CUE, GE e EA em emissores novos, foram classificados como excelentes. A pressão de serviço influenciou de forma significativa os coeficientes estudados. A interação entre níveis de salinidade e pressão de serviço influenciou os coeficientes analisados com 350 horas de funcionamento. O desempenho dos emissores foi considerado satisfatório utilizando água salina, sendo a pressão de 60 kPa a que resultou na melhor relação custo benefício.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, uniformidade de irrigação, salinidade.

PERFORMANCE EMITTERS SELF COMPENSATE USING SALINE WATER

ABSTRACT: This study aimed to determine the coefficients of uniformity of Christiansen (CUC), distribution (CUD), statistical (CUE), degree of clogging (GE) and application efficiency (EA) for emitters new and 350 hours of operation in function of water of different salt concentrations. The experiment was conducted in a greenhouse of the Academic Unit of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande. The treatments were arranged in a factorial design with five levels of irrigation water salinity (CEai) (0.6; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 dS m⁻¹ at 25 °C) and four operating pressures (60, 100, 140 and 160 kPa) with three replications. The CUC coefficients, CUD, CUE, GE and EA in new emitters were rated as excellent. The service pressure influenced significantly the studied factors. The interaction between salinity levels and operating pressure reviews the influence coefficients 350 hours of operation. The performance of issuers was satisfactory using saline water, the pressure being 60 kPa that resulted in better cost benefit ratio.

KEY WORDS: drip irrigation, irrigation uniformity, salinity.

INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento se destaca por sua facilidade de operação, eficiência e uniformidade de distribuição de água, refletindo em melhor aproveitamento dos recursos hídricos e aumento na produção das culturas (Silva et al., 2012). Quando bem manejada, a

irrigação por gotejamento permite maior eficiência de aplicação de água e nutrientes, através da fertirrigação (Barros et al., 2009).

As vantagens em relação aos demais sistemas estão relacionadas com economia de água e energia, possibilidade de automação e fertirrigação das áreas cultivadas, redução de incidência de pragas e doenças, possibilita o cultivo em áreas declivosas e a utilização de águas salinas (Ribeiro et al., 2010). De acordo com Najafi et al. (2010), no caso de aplicação de águas de qualidade inferior os sistemas de irrigação por gotejamento também apresentam a vantagem de minimizar o contato direto da água com o agricultor e com o produto agrícola comercializado.

O entupimento de emissores está diretamente relacionado à qualidade da água de irrigação que inclui fatores como: quantidade de partícula suspensa, composição química e população microbiana (Coelho, 2007). É importante salientar que, por melhor que seja a qualidade da água de irrigação, as obstruções sempre aparecem, necessitando fazer-se seu tratamento para que o sistema possa distribuí-la com a maior uniformidade possível, durante um espaço de tempo prolongado.

Silva et al. (2012) sugerem que um sistema de irrigação bem dimensionado permite que se obtenha uniformidade de aplicação de água acima de 90%, considerando-se um bom índice para a irrigação. Todavia, vários fatores podem afetar a uniformidade de distribuição da água nos sistemas de irrigação localizada, como variação da pressão de serviço do emissor, velocidade da água na tubulação, alinhamento da linha lateral e entupimento dos emissores.

Segundo Bernardo et al. (2009) estudar o desempenho do sistema em diferentes pressões é de suma importância para a irrigação localizada sendo possível identificar qual pressão de serviço será capaz de fornecer o melhor desempenho dos emissores e, conseqüentemente, recomendar o manejo adequado com a melhor relação custo benefício.

Com base no exposto, objetivou-se determinar os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), distribuição (CUD), estatístico (CUE), grau de entupimento (GE) e eficiência de aplicação (EA) para os emissores novos e com 350 horas de funcionamento em função da água de diferentes concentrações salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB. A área experimental se localiza nas coordenadas geográficas: 7° 12' 88" de latitude sul, 35° 54' 40" de longitude oeste e altitude média de 532 m; para o ensaio foi utilizada estrutura de

alvenaria com 8 m de comprimento por 1 m de largura e 0,11 m de altura, composta de três módulos experimentais e cinco reservatórios.

O sistema de pressurização utilizado no experimento constou de uma moto bomba centrífuga de 0,5 cv. A operação de funcionamento da bomba, quanto ao horário de início 6:00 horas e término de cada ciclo de aplicação 11:00 horas, foi realizada manualmente obedecendo aos horários de início, duração de aplicação e ensaio de vazão.

Para evitar a entrada de partículas em suspensão no sistema com tamanho superior ao diâmetro de saída dos emissores, foi utilizado um filtro de tela de 1", com capacidade para 5 m³ h⁻¹; as cinco linhas laterais tinham comprimento de 8 m e 1 manômetro do tipo Bourdon, conectado à entrada das linhas de emissores. Os emissores utilizados no experimento é do tipo autocompensante, com espaçamento entre emissores de 0,30 m e a pressão de serviço na faixa de 60 a 420 kPa.

Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois fatores: cinco níveis de salinidade da água de irrigação – CEai (S1 = 0,6; S2 = 1,5; S3 = 2,5; S4 = 3,5 e S5 = 4,5 dS m⁻¹ a 25 °C) e quatro pressões de serviço (60, 100, 140, e 160 kPa). As águas de diferentes concentrações salinas foram preparadas mediante metodologia proposta por Richards (1954) com adição de cloreto de sódio.

As vazões dos emissores foram amostradas de acordo com a metodologia proposta por Deniculi et al. (1980), para emissor novo e com 350 horas de funcionamento, em intervalos de 5 minutos; com a utilização de coletores plásticos, e o volume foi medido com o auxílio de uma proveta graduada, de 1000 mL.

De posse dos dados de vazão dos emissores procedeu-se aos cálculos dos seguintes parâmetros: Coeficiente de Uniformidade Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE), Grau de Entupimento (GE) e eficiência de aplicação (EA).

Um dos coeficientes mais conhecidos e largamente utilizados para o cálculo da uniformidade, é o de Christiansen (1942), que adotou o desvio médio como medida de dispersão, sendo seu cálculo obtido pela equação 1.

$$CUC = 1 - \left(1 - \frac{\sum_i^n |Q_i - \bar{Q}|}{n * \bar{Q}} \right) \quad (1)$$

Em que:

Q_i = vazão coletada em cada emissor (L h⁻¹);

\bar{Q} = média das vazões coletadas em todos os emissores (L h⁻¹);

n = número de emissores analisados.

O conceito de coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi originalmente apresentado por Keller & Karmeli (1975) sendo sua definição baseada na razão entre os 25% das vazões mínimas e as vazões médias dos emissores, conforme expresso pela equação 2.

$$CUD = \left(\frac{Q_{25\%}}{méd} \right) * 100 \quad (2)$$

Em que:

$Q_{25\%}$ = média de 25% do total de gotejadores com as menores vazões, (L h⁻¹);

$Q_{méd}$ = média das vazões coletadas nos gotejadores na subárea, (L h⁻¹).

A equação 3 é caracterizada por ser mais rigorosa para o dimensionamento e avaliação em campo, pois possui as variações na uniformidade devido a fatores construtivos e fatores hidráulicos (Keller & Karmeli 1974).

$$CUE = 100 * \left(1 - \frac{Sd}{Q_{méd}} \right) \quad (3)$$

Em que:

Sd = desvio-padrão dos valores de precipitação, em (L h⁻¹);

$Q_{méd}$ = média das vazões coletadas nos gotejadores na subárea, (L h⁻¹).

O entupimento pode ser parcial, reduzindo a uniformidade de aplicação, ou total, interrompendo por completo o funcionamento do sistema causando sérios problemas às culturas devido à deficiência hídrica determinado através da equação 4, (Cararo, 2004).

$$GE = 100 * \left(1 - \frac{q_{usado}}{q_{novo}} \right) \quad (4)$$

Em que:

q_{usado} = Vazão média dos emissores usados (L h⁻¹);

q_{novo} = Vazão média dos emissores novos (L h⁻¹).

A eficiência de aplicação (EA) sob irrigação plena foi determinada de acordo com o que sugerem Merriam & Keller (1978), a partir da Equação 5.

$$EA = K_s * CUD \quad (5)$$

Em que:

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

K_s é o coeficiente de transmissividade. Para este trabalho utilizou-se o valor de 90%, (em que o K_s desejável está em torno de 85 a 90%, segundo Vermeiren & Jobling (1997).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F', a nível de 0,05 de probabilidade e, nos casos de significância realizou-se análise de regressão

polinomial linear e quadrática utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL - Lavras, MG (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) para os emissores novos e com 350 horas de funcionamento em função da aplicação de água com diferentes concentrações salinas e diferentes pressões de serviço, é apresentado na Tabela 1.

Constata-se que os parâmetros CUC, CUD e CUE para os emissores novos, não foram influenciados pela salinidade da água; entretanto, para 350 horas de funcionamento a salinidade da água influenciou de forma significativa esses coeficientes, a nível de ($p < 0,01$).

A pressão de serviço influenciou os coeficientes estudados para emissores novos e com 350 horas, a nível de ($p < 0,01$) de probabilidade, respectivamente, Tabela 1.

A interação entre salinidade da água de irrigação e pressão de serviço (S x P) foi significativa a nível de ($p < 0,01$) para as avaliações com 350 horas de funcionamento; entretanto, para a avaliação realizada nos emissores quando novos, não se observou efeito significativo da interação entre os fatores, Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), uniformidade de distribuição (CUD) e uniformidade estatística (CUE) em emissores novos e com 350 horas de funcionamento nos diferentes níveis de salinidade da água e pressões estudadas.

Fonte de Variação	G.L	Estatística F					
		CUC		CUD		CUE	
		Novos	350h	Novos	350h	Novos	350h
Salinidade (S)	4	0,36 ^{ns}	50,78 ^{**}	0,19 ^{ns}	39,40 ^{**}	0,29 ^{ns}	5,53 ^{**}
Pressão (P)	3	655,51 ^{**}	26,85 ^{**}	59,91 ^{**}	54,98 ^{**}	274,78 ^{**}	5,79 ^{**}
Interação (S x P)	12	0,28 ^{ns}	12,28 ^{**}	0,17 ^{ns}	27,12 ^{**}	0,23 ^{ns}	3,37 ^{**}
C.V (%)	-	0,10	0,33	0,74	0,49	0,10	0,26

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$ pelo teste F.

Brauer et al. (2011) estudando a uniformidade de aplicação de água em emissores sob aplicação de teor de ferro, que o CUC e CUD, foram influenciados a nível de 5% de probabilidade após 2100 horas de funcionamento. Martins et al. (2010) constataram, analisando a aplicação de cloro orgânico no tratamento de tubo gotejador utilizado na irrigação com água ferruginosa que após 700h de funcionamento do sistema de irrigação com água ferruginosa, ocorreram reduções de 23,0; 30,2 e 8,3%, para o CUC, CUD e CUE,

assemelhando-se com os resultados obtidos no presente estudo em que com o passar do tempo, os coeficientes de uniformidade reduziram.

O maior coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi observado na pressão de 100 kPa, sendo o valor encontrado de 98,5% (Figura 1A). Para o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) o maior valor foi em 100 kPa, com 98,0% (Figura 1B).

Com aumento da pressão de serviço, o coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) aumentou sendo o máximo valor observado na pressão de 160 kPa correspondendo a 99,6% (Figura 1C); contudo, a melhor pressão de serviço para o CUC, CUD e CUE foi a de 60 kPa, uma vez que as diferenças foram poucas quando comparadas com as demais pressões; assim, a menor pressão utilizada foi a que evidenciou a melhor relação custo/benefício, com bons índices e menor consumo de energia.

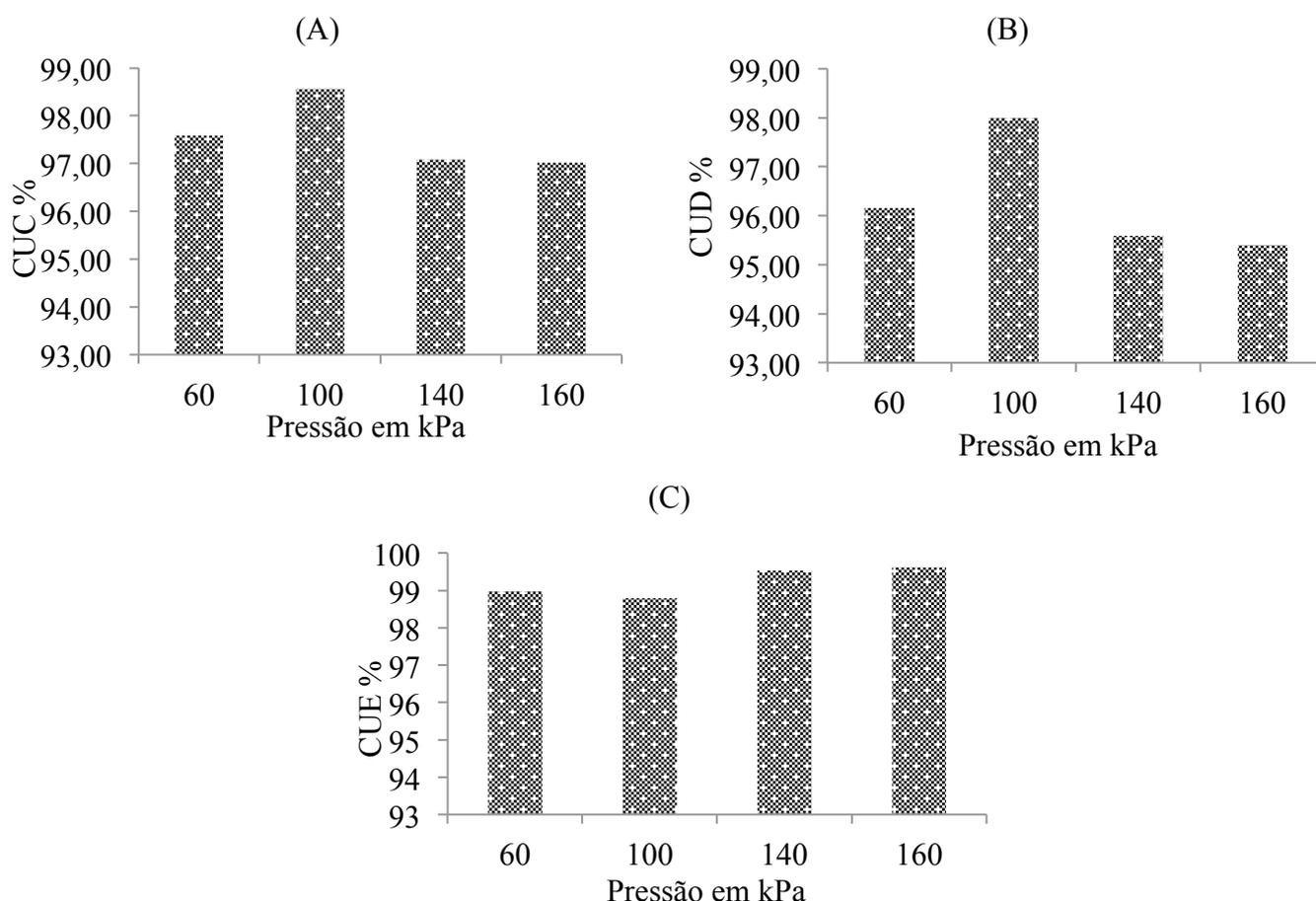


Figura 1 - Coeficientes de uniformidade de Christiansen CUC (A), de uniformidade de distribuição CUD (B) e de uniformidade estatístico CUE (C), em emissores novos, nos diferentes níveis de salinidade da água e pressões estudadas.

Segundo Mantovani et al. (2012), o CUE é o mais utilizado para avaliar o desempenho de sistemas de irrigação localizada em condições de campo, por se tratar de uma medida mais

restrita mas principalmente porque levam em consideração as plantas que podem receber menor quantidade de água.

Segundo o critério adotado por (Mantovani, 2002; ASAE, 1996) para CUC os resultados encontrados para os emissores novos foram, em todos os tratamentos, considerados excelentes. Thebaldi et al. (2013), também observaram, estudando diferentes tipos de água e seu efeito na uniformidade de gotejadores na cultura de tomate, resultados semelhantes.

O efeito da interação salinidade da água x pressão de serviço com 350 horas de funcionamento, encontra-se na Figura 2. Observou-se efeito significativo para o CUC quando se utilizaram as pressões de 60; 100; 140 e 160 kPa (Figura 2A), com reduções de 1,26; 1,33; 3,18 e 1,37% respectivamente, para o menor nível de salinidade da água ($CE_{ai} = 0,6 \text{ dS m}^{-1}$), comparado com o maior nível de salinidade da água de irrigação ($CE_{ai} = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$).

Para o CUD, a interação foi significativa para as pressões de 60; 100 e 140 kPa (Figura 2B) com 350 horas de funcionamento, e reduções de 2; 2,7 e 3,51%, respectivamente, quando se comparou o menor nível de salinidade da água ($CE_{ai} = 0,6 \text{ dS m}^{-1}$), com o maior nível de salinidade da água de irrigação ($CE_{ai} = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$). No entanto, mesmo com as reduções, os coeficientes ainda estão classificados como excelentes evidenciando que a salinidade da água de irrigação não interferiu no desempenho do sistema para as condições estudadas.

O coeficiente de uniformidade estatístico com 350 horas de funcionamento (Figura 2C) para a interação entre os fatores, foi significativo para as pressões de 100 e 140 kPa, com redução por incremento de salinidade de 0,84 e 0,92%, respectivamente, neste sentido, constatou-se que o CUE foi classificado como excelente, assemelhando-se aos coeficientes determinados para água limpa, mesmo após 350 horas de funcionamento.

Martins et al. (2010) afirmaram, estudando a aplicação de cloro orgânico no tratamento de tubo gotejador utilizado na irrigação com água ferruginosa, que o coeficiente de uniformidade estatístico foi classificado excelente. Busato et al. (2012) concluíram, em seu estudo, que o sistema foi classificado como excelente no início das avaliações (CUC = 95,23%), mas apresentou redução no valor de CUC de 8,2%, passando a ser classificado como bom.

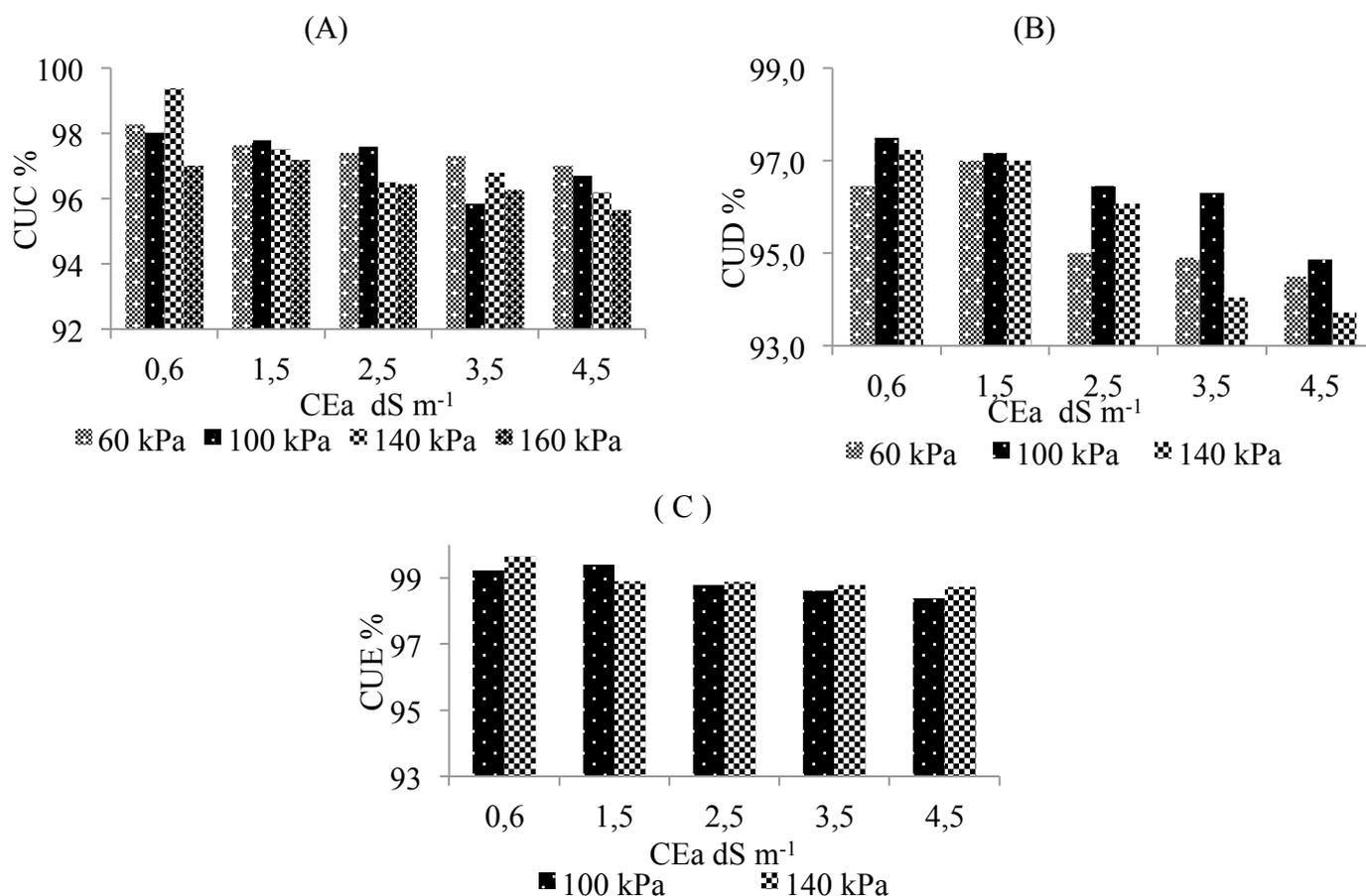


Figura 2 - Coeficientes de uniformidade de Christiansen CUC (A), de uniformidade de distribuição CUD (B) e de uniformidade estatística CUE (C) em emissores com 350 horas de funcionamento nas diferentes níveis de salinidade da água e pressões estudadas.

Apesar do efeito significativo da interação, observou-se que o CUC, CUD e o CUE para 350 horas de funcionamento também foram classificados excelentes, ou seja, acima de 90%. Martins et al. (2010) também classificaram como excelentes, em seu estudo, CUC e CUD em quase todas as avaliações realizadas.

Ainda conforme os resultados expostos na Figura 2 verifica-se que o CUC foi superior ao CUD, em todas as avaliações e para todos os tratamentos estudados. O CUD é mais sensível às variações da uniformidade de aplicação de água pelo efeito do entupimento que o CUC, como se previa, em seu cálculo se utilizam os valores médios dos 25% menores valores das vazões (Busato et al., 2012). De acordo com Bernardo et al. (2009), um dos principais parâmetros para avaliação de um sistema de irrigação é a determinação da uniformidade de aplicação de água sobre a área irrigada.

O resumo da análise de variância para o grau de entupimento (GE) e eficiência de aplicação (EA) para os emissores novos e 350 horas de funcionamento em função da aplicação de água salina e diferentes pressões de serviço, está descrito na Tabela 3. Observa-

se que o GE e EA para os emissores novos não foram influenciados pela salinidade da água utilizada (Tabela 2); porém para 350 horas de funcionamento a salinidade da água aplicada influenciou, de forma significativa, ao nível de ($p < 0,01$).

A pressão de serviço influenciou os parâmetros estudados para as avaliações a nível de ($p < 0,01$). Foram verificados efeito linear e ponto de máximo desempenho nos GE e EA, para os gotejadores novos e com 350 horas de funcionamento em função da pressão de serviço fornecida ao sistema. A interação entre salinidade da água de irrigação e pressão de serviço aplicada (S x P) foi significativa a nível de ($p < 0,01$) para os parâmetros GE e EA nas avaliações com 350 horas de funcionamento, Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para grau de entupimento (GE) e eficiência de aplicação (EA) em emissores novos e com 350 horas de funcionamento nos diferentes níveis de salinidade da água e pressões estudadas.

Fonte de Variação	G.L	Estatística F			
		GE		EA	
		Novos	350h	Novos	350h
Salinidade (S)	4	0,05 ^{ns}	73,74 ^{**}	0,001 ^{ns}	39,57 ^{**}
Pressão (P)	3	258,21 ^{**}	256,51 ^{**}	7,34 ^{**}	55,27 ^{**}
Interação (S x P)	12	0,25 ^{ns}	25,89 ^{**}	0,002 ^{ns}	27,28 ^{**}
C.V (%)	-	15,60	9,38	13,43	0,49

^{ns}, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$ pelo teste F.

Observa-se redução do grau de entupimento quando se aumenta a pressão de serviço aplicada aos emissores novos (Figura 3A). Fato este relacionado ao aumento da velocidade da água que arrasta as partículas para fora dos emissores deixando os orifícios livres para a passagem da água. Tais resultados corroboram com os encontrados por Cunha et al. (2013), ao constatarem redução no GE quando se elevou a pressão, em ambas as condições.

A máxima eficiência de aplicação em função da pressão de serviço nos emissores novos foi obtida com a pressão de 100 kPa, correspondendo a 88,6% de eficiência (Figura 3B); contudo, a diferença entre os valores nas distintas pressões é pequena sendo recomendada a pressão de 60 kPa, visto ser a que evidência, a melhor relação de eficiência na aplicação com economia de energia.

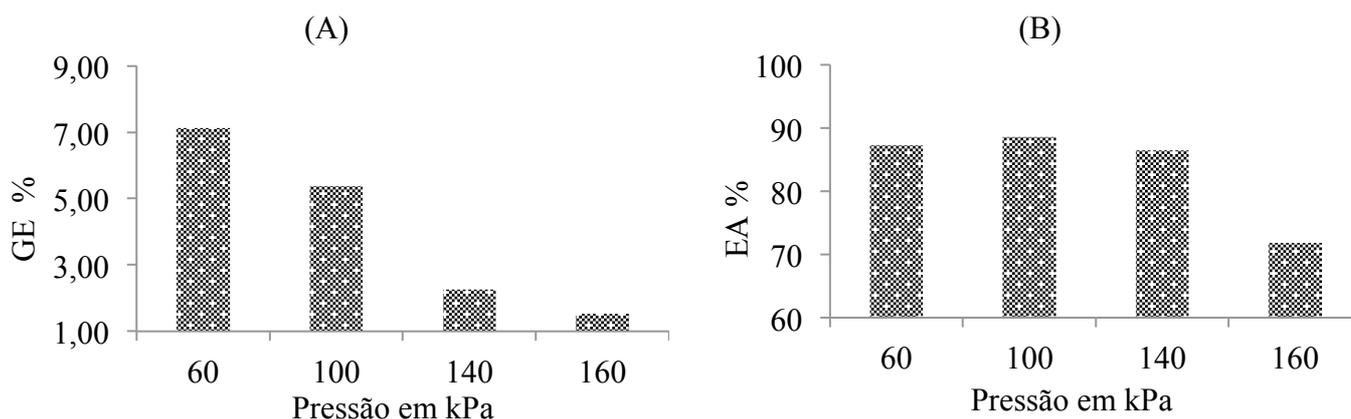


Figura 3 - Grau de entupimento GE (A) e eficiência de aplicação EA (B) em função da pressão de serviço aplicada em emissores novos.

Um efeito negativo do aumento do entupimento relatado por alguns autores consiste na redução da vazão dos emissores; já no que se refere ao manejo do sistema de aplicação, uma consequência direta da baixa uniformidade de aplicação de água é o aumento do volume aplicado uma vez que o aplicador, ao constatar a redução da vazão média dos gotejadores pelo efeito do entupimento, tem a tendência de aumentar o tempo de aplicação (Cunha et al., 2006).

Vidal et al. (2012) afirmam que a EA apresentou diferença significativa entre as pressões de serviço no nível de 5% de probabilidade, ou seja, com mais de 95% de probabilidade de haver diferença de pelo menos um tratamento em seu estudo, sobre a caracterização hidráulica de um sistema de irrigação por gotejo; entretanto, este parâmetro não reflete, sozinho, a adequação da irrigação visto que, em condições de irrigação muito deficientes, ele pode atingir altos valores, levando o irrigante a uma interpretação errônea quanto ao desempenho do sistema de irrigação (Rodrigues et al., 2013), tornando-se necessárias avaliações de uniformidade de aplicação e de perdas possíveis de ocorrer durante a operação do sistema.

Para que a eficiência possa atingir altos valores, é imprescindível que, durante a operação, as perdas sejam as menores possíveis e maior a uniformidade de aplicação e distribuição.

A interação para o grau de entupimento dos emissores com 350 horas de funcionamento se encontra na Figura 4A, na qual se observa efeito significativa para as pressões de 60; 140 e 160 kPa, quando se aumentou a pressão de serviço nos diferentes níveis de salinidade da água reduziu-se o GE, concordando com os resultados encontrados por Ribeiro et al. (2010).

Ribeiro et al. (2012) observaram, avaliando gotejadores submetidos às condições críticas de qualidade da água após 288 horas de funcionamento, que os emissores

autocompensantes apresentaram desempenho variável quanto à suscetibilidade ao entupimento, desde modelos com excelente desempenho a modelos de baixo desempenho; essas variações operacionais dos emissores estão correlacionadas com a arquitetura de cada emissor.

A eficiência de aplicação para os emissores com 350 horas de funcionamento se encontra na Figura 4B. Observa-se efeito da interação para EA para as pressões de 60; 100 e 140 kPa, sendo que a redução, quando se comparou o menor nível de salinidade estudado ($0,6 \text{ d S m}^{-1}$) com o maior nível ($4,5 \text{ d S m}^{-1}$) foi de 1,75; 2,38 e 3,16, respectivamente. Verifica-se que, mesmo com as reduções observadas, a eficiência de aplicação é considerada adequada para um sistema de irrigação por gotejamento e como são poucas as diferenças de valores nas pressões, é possível diagnosticar, que mesmo na menor pressão 60 kPa, o sistema ainda está dentro dos padrões considerados aceitáveis.

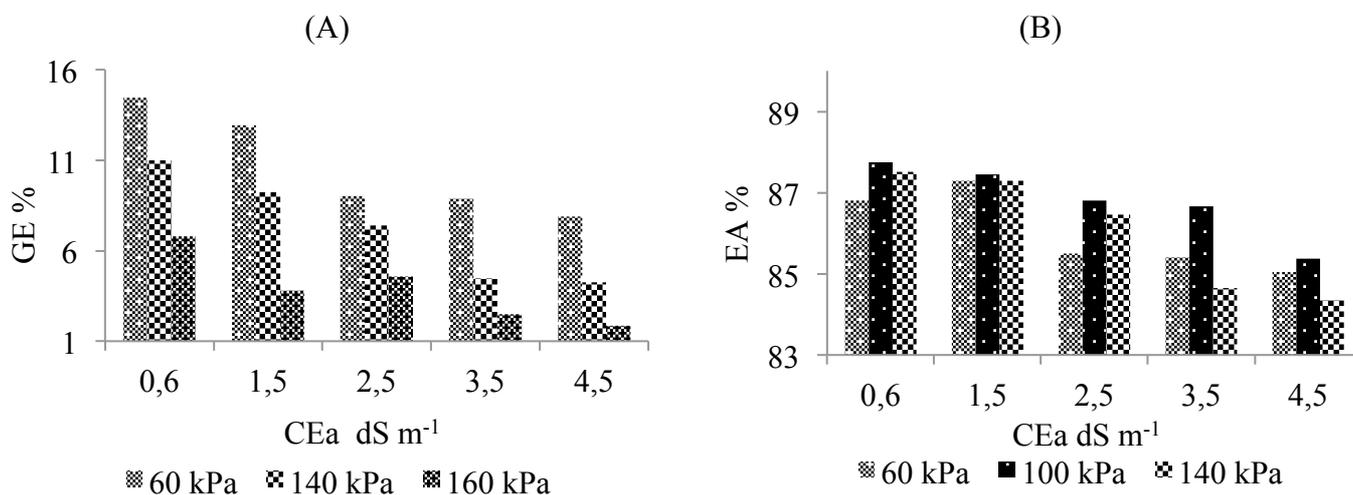


Figura 4 - Grau de entupimento GE (A) em função da interação (S X P) e eficiência de aplicação EA (B) em emissores com 350 horas de funcionamento nos diferentes níveis de salinidade da água e pressões estudadas.

Dantas Neto et al. (2013) encontraram, em estudo conduzido em condições de campo, eficiência de aplicação nas culturas de tomate e pimentão abaixo do mínimo aceitável (80%), fato este passível de ser atribuído às variações de pressão e vazão observadas nas linhas laterais.

CONCLUSÕES

Os valores encontrados dos coeficientes CUC, CUD, CUE, GE e EA em emissores novos, foram considerados excelentes, mas não foram influenciados significativamente pelos níveis de sais da água de irrigação nem, tampouco, pela interação entre salinidade da água e pressão, embora tenham sido influenciados pela pressão de serviço aplicada.

A interação entre níveis de salinidade e pressão de serviço aplicada influenciou significativamente, os coeficientes analisados com 350 horas de funcionamento do sistema de irrigação.

O desempenho dos emissores foi considerado satisfatório utilizando água salina, sendo a pressão de 60 kPa a que resultou na melhor relação custo benefício.

REFERÊNCIAS

ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph, 1996. p.792-797.

BARROS, A. C.; COELHO, R. D.; MEDEIROS, P. R. F.; MÉLO, R. F.; BARBOZA JÚNIOR, C. R. A.; DIAS, S. T. C. Entupimento de gotejadores em função da aplicação de superfosfato simples e ácido nítrico. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 62-71, 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2009. 630p.

BRAUER, R. L.; CRUZ, R. L.; VILLAS BOAS, R. L.; PLESTCH, T. A. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em gotejadores em função do teor de ferro. **Revista Irriga**, v. 16, p. 21-30, 2011.

BUSATO, C. C. M.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; REIS, E. F.; BUSATO, C. Dicloroisocianurato na prevenção do entupimento devido ao uso de águas ferruginosas em sistemas de irrigação por gotejamento. **Revista Semina**, v. 33, p. 49-56, 2012.

CARARO, D. C., BOTREL, T. A. Uso De Cloração E Ar Comprimido No Controle Do Entupimento De Gotejadores Ocasionado Pela Aplicação De Água Residuária. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 27, p. 336-345. 2007.

CHRISTIANSEN, E. J. **Irrigation by sprinkler**. Berkeley: University of California, 1942. 142p. (Bulletin, 670).

COELHO, R. D. **Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007. 192 p. Tese, Livre-Docência.

CUNHA, F. F., MATOS, A. T.; BATISTA, R. O.; MONACO, P. A. L. Uniformidade de distribuição em sistemas de irrigação por gotejamento utilizando água residuária da despolpa dos frutos do cafeeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 143-147, 2006.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; OLIVEIRA, R. C.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; GOMES FILHO, R. R. Caracterização hidráulica de gotejadores em condição superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, p. 317 - 329, 2013.

DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, L. F. D.; SILVA, P. F.; SANTOS, C. S. Desempenho De Sistema De Irrigação Por Gotejamento Em Áreas De Pequenos Produtores Do Semiárido Paraibano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 679-688, 2013.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÉBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, v. 27, p 155-162, 1980.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 17, p. 678-84, 1974.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trikler irrigation desing**. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 182 p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 3. ed. e ampl. 2012. 358p.

MANTOVANI, E. C. **Avalia: manual do usuário**. Viçosa: DEA/UFV–PNP&D/café Embrapa. 2002. 100p.

MARTINS, C. M., SOARES, A. A., RAMOS, M. M., REIS, E. F. Aplicação de cloro orgânico no tratamento de tubo gotejador utilizado na irrigação com água ferruginosa. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 1-5, 2010.

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

NAJAFI, P.; TABATABAEI, S. H.; ASGARI, K. Evaluation of filtrationand SDI application effects on treated wastewater quality index. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, p. 1250- 1255, 2010.

RIBEIRO, P. A. 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, p. 279-287, 2010.

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

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60.

RODRIGUES, R. R; COLA, M. P.; NAZÁRIO, A. A.; AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F. Eficiência e uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Ambiência**, v.9, p. 323 - 334 , 2013.

SILVA, L. P.; SILVA, M. M.; CORREA, M. M.; SOUZA, F. C. D.; SILVA, E. F. F. E. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 480-486, 2012.

THEBALDI, M. S.; SANDRI, D. ; ROCHA, M.S. ; FELISBERTO, A. B. ; AVELINO NETO, S. . Diferentes tipos de água e seu efeito na uniformidade de gotejadores na cultura de tomate. **Revista Irriga**, v. 18, p. 212-222, 2013.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. **Irrigação Localizada**. Tradução de GHEY, H. R.; DAMASCENO, F. A. V.; SILVA JÚNIOR, L. G. A.; MEDEIROS, J. F. Campina Grande. UFPB. 1997. 184 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36).

VIDAL, V. M.; BESSA, J. F. V.; PEDROSA, J. S.; VALÉRIO, F. L.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Caracterização hidráulica de um sistema de irrigação por gotejo. In: Inovagri International Meeting & IV Workshop Internacional De Inovações Tecnológicas Na Irrigação, I , 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: I Inovagri International Meeting& IV Winotec, 2012 . CD-Rom.