

COMPARAÇÃO DE CUSTOS *versus* UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO PORTÁTIL, COM ASPERSORES OPERANDO A BAIXA PRESSÃO.

Sérgio Antônio Veronez de SOUSA¹; João Luis ZOCOLER²; José Antônio FRIZZONE³

RESUMO: Neste trabalho determinaram-se os custos e os coeficientes de uniformidade de Christiansen, para um sistema de irrigação semiportátil, para dois modelos de aspersores, três pressões de operação e seis combinações de espaçamento. Os resultados mostraram que, para o aspersor NAAN e CUC de até 90%, os menores custos foram obtidos para a pressão de operação de 147,1 kPa, acima de 90% a pressão de 196,2 kPa proporciona um menor custo total do sistema. Para o aspersor FABRIMAR, considerando-se um mesmo valor de CUC, para a maioria das situações, os menores custos foram obtidos com a pressão de operação de 147,1 kPa, e os maiores para a pressão de 98,1 kPa.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação, baixa pressão, dimensionamento econômico.

ABSTRACT: The costs and the Christiansen Uniformity Coefficients were determined for a semiportable irrigation system, two sprinklers models, three operation pressures and six spacing combinations. With the CUC up to 90%, the lowest costs were obtained with the NAAN sprinkler with pressure of 147,1 kPa. With the CUC above 90%, the pressure of 196,2 kPa provided the smallest system total cost. Considering the same value of the CUC to the FABRIMAR sprinklers, the smallest costs were obtained with operation pressure of 147,1 kPa, and the greatest costs were obtained with pressure of 98,1 kPa.

KEYWORDS: Irrigation, low pressure, economic design.

INTRODUÇÃO: O alto custo da energia necessária ao funcionamento dos sistemas de irrigação por aspersão, tem feito com que se busquem alternativas para a obtenção de sistemas mais econômicos. A redução da pressão de operação dos aspersores é uma alternativa bastante utilizada, principalmente nos sistemas do tipo pivô-central. Esta diminuição da pressão, reduz os gastos com energia, mas tende a reduzir a uniformidade dos sistemas. Uma economia de energia entre 20 e 40 % pode ser obtida pela redução da pressão de serviço. Embora os sistemas economizem energia, seu uso pode criar problemas, tais como aumento do potencial de escoamento superficial e erosão do solo, baixa uniformidade na aplicação da água. A intensidade do problema varia de um local para outro, dependendo de fatores como tipo de solo, topografia, cultura e práticas culturais (Gilley & Mielke, 1980). Allen & Brockway (1984) também salientam que uma das alternativas para diminuir o custo com energia na irrigação está na utilização de aspersores

¹Eng. Agr. M. Sc. Aluno Pós-graduação Irrigação e Drenagem. DER / ESALQ / USP. Av. Pádua Dias 11, C. Postal 09 13418-900 Piracicaba - SP. Bolsista CNPq.

² Eng. Agr. M. Sc. Aluno Pós-graduação Irrigação e Drenagem. DER / ESALQ / USP. Bolsista CAPES.

³ Professor Associado. DER/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP.

operando a baixa pressão. Assim, o presente trabalho teve por objetivos estimar o custo e a uniformidade de um sistema de irrigação por aspersão semiportátil, com diferentes combinações de aspersores e pressões de operação.

MATERIAL E MÉTODOS: O dimensionamento dos sistemas e o cálculo dos custos, para cada combinação, foi feito utilizando-se uma planilha eletrônica baseada na metodologia proposta por Zocoler (1994). Na metodologia são feitas análises de regressão, relacionando os preços dos componentes com o diâmetro do sistema, assim, pode-se calcular para o diâmetro do sistema, qual o preço de cada componente, o qual somado aos preços dos componentes cujo custo independe do diâmetro, fornece o custo fixo do sistema. Este custo é convertido em base anual, e somando-se ao mesmo os custos variáveis (bombeamento, mão de obra, manutenção e reparos) obtêm-se, para cada configuração, o custo total anual do sistema. Os preços dos componentes dos sistemas foram obtidos no período de dezembro de 1996 a janeiro de 1997. Para possibilitar o estudo do efeito da pressão de operação no custo e uniformidade do sistema, algumas características do mesmo foram mantidas fixas, sendo: a) lâmina líquida de irrigação: 38,0 mm; b) evapotranspiração diária: 5,8 mm/dia; c) área irrigada: 9,504 ha; d) jornada diária: 8 horas; e) número de dias de funcionamento por ano: 180; f) variação de pressão na linha lateral: 20%; g) variação de pressão na linha principal: 10%; h) comprimento da linha de sucção: 10,0 m; i) comprimento da linha de recalque: 40,0 m; j) desnível geométrico total: 14,0 m; l) rendimento do conjunto motobomba: 71,0 %; m) taxa anual de juros: 6%; n) material utilizado: sucção e peças: Aço Zincado, demais:PVC; o) vida útil dos equipamento: 15 anos. Mantendo-se as características acima fixas, o sistema foi dimensionado para as seguintes combinações: a) dois modelos de aspersores: NAAN 5022/91 bocais de 3,5 x 2,5 mm e FABRIMAR A1823 bocais de 3,2 x 2,4 mm; b) seis combinações de espaçamento: E1 = 6x6, E2 = 6x12, E3 = 12x12, E4 = 12x18, E5 = 18x18 e E6 = 18x24; c) três pressões de operação: 98,1; 147,1 e 192,2 kPa. As características hidráulicas dos aspersores foram obtidas do trabalho realizado por Victoria (1992). Para cada combinação aspersor, espaçamento e pressão, calculou-se o custo total do sistema, e com os dados do perfil de precipitação, simulou-se os valores do Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) utilizando-se o software CATCH 3D. Assim, foi possível comparar, para cada combinação, o valor do custo total do sistema e o respectivo CUC, permitindo obter para cada CUC desejado, qual o valor do custo do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 são apresentadas as curvas que descrevem o comportamento do custo anual total do sistema com o CUC, para cada aspersor e pressão de operação. Na Figura, cada ponto, em cada curva, da direita para a esquerda, representa os espaçamentos E1 até E6, seqüencialmente, exceto para a curva que representa o aspersor NAAN e pressão de 98,1 kPa, na qual ocorreu uma inversão nos pontos que representam os espaçamentos E4 e E5, baseado nisto, pode-se observar na Figura que ocorreu uma redução nos valores simulados de CUC, quando se aumentou o espaçamento entre aspersores, e/ou entre as linhas laterais, exceto para o aspersor NAAN e pressão de 98,1 kPa, para o qual o CUC obtido para o espaçamento de 18x18 foi maior do que o obtido para o espaçamento de 12x18. A Figura não mostra o ponto correspondente ao aspersor FABRIMAR para a pressão de 98,1 kPa e espaçamento de 18x24, pelo mesmo ter apresentado valor de CUC muito baixo, igual a 26%. Analisando-se a Figura, pode-se observar que para uma mesma pressão e espaçamento, o aspersor NAAN apresentou custo total menor do que o

FABRIMAR. Analisando-se o aspersor NAAN, pode-se verificar que para um CUC de até 90%, os menores custos foram obtidos para a pressão de operação de 147,1 kPa, acima de 90% a pressão de 196,2 kPa proporciona um menor custo total do sistema. Verifica-se ainda que para CUC inferiores a 80% a pressão de 196,2 kPa, proporciona maiores custos do sistema usando este aspersor. Para o aspersor FABRIMAR, considerando-se um mesmo valor de CUC, para a maioria das situações, os menores custos foram obtidos com a pressão de operação de 147,1 kPa, e os maiores para a pressão de 98,1 kPa. A configuração que proporcionou o menor custo total anual do sistema, com valor recomendável de uniformidade de 82,4%, foi a utilização do aspersor NAAN, com espaçamento de 12x18 e pressão de 147,1 kPa, correspondendo a US\$ 333.50 /ha/ano.

CONCLUSÕES: Para o aspersor NAAN, os menores custos foram obtidos para a pressão de operação de 147,1 kPa, para CUC inferiores a 90%, acima deste valor, a pressão de 196,2 kPa proporciona um menor custo anual total do sistema. Para o aspersor FABRIMAR os menores custos foram obtidos, na maioria dos casos, para a pressão de operação de 147,1 kPa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R.G.; BROCKWAY, C.E. Concepts for energy-efficient irrigation system design. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.110, n.2, p. 99-106, 1984.

GILLEY, B.J.R. & MIELKE, N. Conserving energy with low-pressure center-pivot. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, New York v.106, (IR1), p. 49-59, 1980.

VICTORIA, F.R.B. **Avaliação de aspersores para operação em baixa pressão.** Piracicaba: ESALQ, 1992. 130 p. Dissertação Mestrado em Irrigação e Drenagem.

ZOCOLER, J.L. **Custos da irrigação por aspersão convencional em função da pressão de operação, diâmetros dos bocais e espaçamentos dos aspersores.** Piracicaba: ESALQ, 1994. 120 p.

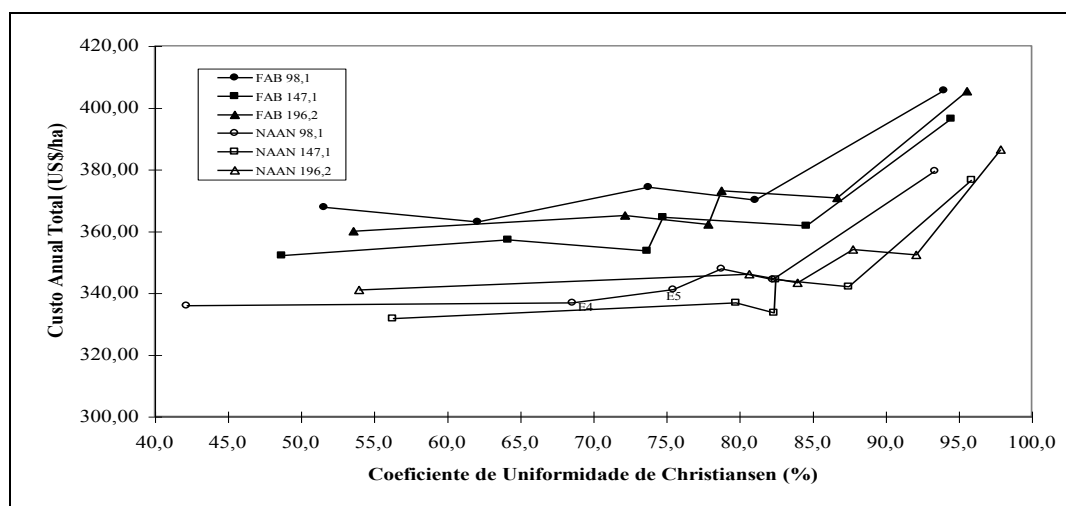


FIGURA 1 - Relação entre o custo anual total e o CUC.