

RELAÇÃO VAZÃO x PRESSÃO EM MICROASPERSORES DAN 2001 SOB CONDIÇÃO ADVERSA DE OPERAÇÃO

Marco Antônio Fonseca Conceição

Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Jales, Jales, SP. CP 241. CEP 15700-000.

E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br

Rubens Duarte Coelho

Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. CP 09, CEP 13418-900.

E-mail: rdcoelho@esalq.usp.br

1 RESUMO

Alguns microaspersores possuem membranas que regulam a sua pressão de operação, mantendo a vazão praticamente estável dentro de uma faixa de pressão na rede hidráulica. Operadores de irrigação no campo, muitas vezes com baixo nível de instrução e sem orientação profissional qualificada, visando reduzir problemas de entupimento ou para diminuir o tempo de irrigação, costumam retirar as membranas autocompensantes para aumentar a vazão dos emissores, o que pode comprometer o desempenho hidráulico do sistema. Para avaliar o efeito da retirada da membrana sobre as vazões dos microaspersores, no presente trabalho determinou-se as relações entre pressão e vazão para sete bocais do microaspersor DAN 2001, operando na ausência da membrana autocompensante. As curvas pressão-vazão sem as membranas autocompensantes apresentaram comportamento potencial com expoentes variando entre 0,58 e 0,64. As vazões dos microaspersores sem as membranas aumentaram de forma inversamente proporcional aos diâmetros dos emissores, quando comparadas às vazões nominais com as membranas.

UNITERMOS: Hidráulica, irrigação, microaspersão.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; COELHO, R.D. FLOW X PRESSURE RELATIONSHIP FOR DAN 2001 MICROSPRINKLERS UNDER ADVERSE CONDITION

2 ABSTRACT

Many types of microsprinklers have a self-compensating membrane to regulate their pressure, keeping a stable flow. Many producers usually take the membranes off to reduce clogging problems or irrigation time. This procedure could endanger the system hydraulic performance. To evaluate the effect of taking off the self-compensating membrane from microsprinklers it was determined, in the present work, the pressure-flow relationship for seven Dan 2001 microsprinkler nozzles operating without the membrane. The pressure-flow curves presented a potential behavior with the exponents

Recebido em 23/04/2003 e aprovado para publicação em 28/05/2003

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2003v08n1p63-68>

varying from 0.58 to 0.64. Microsprinkler flows without the membranes increased inversely proportional to the emitter diameters, comparing to the nominal flows using the membranes.

KEYWORDS: Hydraulic, irrigation, microsprinkler.

3 INTRODUÇÃO

Sistemas de microaspersão têm sido empregados, em condições de campo, principalmente para a irrigação de fruteiras. A determinação das curvas características dos emissores, onde a vazão é função da pressão de serviço, é importante para que o projeto de irrigação possa ser adequadamente dimensionado. Essas curvas apresentam, normalmente, um comportamento potencial do tipo $q=Kh^x$, onde $[q]$ é a vazão do emissor, $[K]$ é o coeficiente de descarga, $[x]$ é o expoente de descarga e $[h]$ é a pressão de operação do emissor (PIZARRO CABELLO, 1996).

O valor de $[K]$ está diretamente relacionado à unidade empregada para medida da pressão de serviço, sendo que a mais empregada é o kPa. O valor do expoente $[x]$ é de maior interesse pois indica o regime de fluxo do emissor. Valores de $[x]$ próximos de 1,0 indicam fluxos laminares; valores próximos de 0,5 representam fluxos turbulentos; e valores de $[x]$ próximos de 0,0 indicam um regime autocompensante (PIZARRO CABELLO, 1996). Os microaspersores trabalham, normalmente, em regime de fluxo turbulento, sendo que alguns emissores dispõem de membranas autocompensantes, fazendo com que o expoente $[x]$ seja próximo de 0,0 e a vazão torne-se praticamente constante para um determinado domínio de valores de pressão.

Vários trabalhos foram desenvolvidos com microaspersores para obter-se os valores de $[x]$. Botrel et al. (1985) obtiveram para os microaspersores Irtec e Dantas, respectivamente, valores iguais a 0,55 e 0,54. Nascimento et al. (1992) avaliaram diversos microaspersores, encontrando valores entre 0,12 e 0,55.

Sampaio et al. (1996) obtiveram valores de $[x]$ entre 0,452 e 0,471 para diferentes bocais do microaspersor Naan 7110. Dantas Neto et al.

(1997), trabalhando com o mesmo modelo de microaspersor e bocal de menor vazão, obtiveram valor igual a 0,5235.

Matos et al. (1996), avaliando o microaspersor Dan 2001 trabalhando com bocal violeta e membrana autocompensante, encontraram valor de $[x]$ igual a 0,1745. Os autores observaram que para a curva em condições de autocompensão, a equação potencial não foi a que apresentou melhor coeficiente de determinação e sim a parabólica, no intervalo de 100 kPa a 300 kPa e a logarítmica normal no intervalo de 150 kPa a 300 kPa.

Matos & Rago (1997) avaliaram microaspersores da marca Carborundum, modelo MSIII. Para o bocal verde claro, o valor de $[x]$ foi de 0,3804, caracterizando um regime de fluxo turbulento. Para o bocal rosa, entretanto, o valor foi de 0,0853, podendo ser considerado como autocompensante.

Nascimento et al. (1999) determinaram a curva característica para o microaspersor Rain-Bird QN-14, obtendo valor $[x]$ igual a 0,4866. Holanda Filho et al. (2000) obtiveram $[x]$ igual a 0,516 para o microaspersor modelo Rondo da marca Plastro. Vilas Boas et al. (2001) encontraram valores de $[x]$ entre 0,4783 e 0,5872 para microaspersores do grupo modular da marca Dan Sprinklers, operando com diferentes bocais.

Alguns microaspersores possuem membranas em seu interior que regulam a pressão de operação, mantendo a vazão estável independentemente da variação da pressão de serviço. Isso possibilita o uso de linhas de menores diâmetros e maiores comprimentos, o que proporciona, por sua vez, maiores variações de pressão ao longo da linha lateral.

Vários produtores costumam, muitas vezes, retirar as membranas autocompensantes dos microaspersores para reduzir problemas de entupimento, ou visando aumentar a vazão dos emissores e reduzir o tempo de irrigação. A

retirada, entretanto, das membranas altera a distribuição de vazões no projeto afetando a uniformidade de irrigação, o desempenho do conjunto motobomba e, também, o manejo da irrigação.

Para que o usuário possa conhecer os efeitos dessa medida ele deve, assim, conhecer a relação entre pressão e vazão dos emissores que emprega, a fim de evitar o comprometimento do seu sistema de irrigação. O presente trabalho apresenta as relações entre pressão e vazão para diferentes bocais do microaspersor DAN 2001, operando na ausência da membrana autocompensante.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações experimentais foram realizadas no laboratório de irrigação do Departamento de Engenharia Rural (DER) da ESALQ/USP em Piracicaba, SP. Foram utilizados microaspersores autocompensantes com rotores, da marca DAN 2001, com vazões nominais iguais a 20 L h⁻¹ (bocal violeta), 28 L h⁻¹ (bocal cinza), 35 L h⁻¹ (bocal marrom), 47 L h⁻¹ (bocal azul), 55 L h⁻¹ (bocal verde), 70 L h⁻¹ (bocal laranja) e 95 L h⁻¹ (bocal amarelo) e respectivos diâmetros dos bocais iguais a 0,84 mm, 1,00 mm, 1,10 mm, 1,25 mm, 1,33 mm, 1,48 mm e 1,75 mm. Os bocais violeta, cinza e marrom trabalharam com rotor preto, que proporciona um menor raio de alcance. Os demais bocais trabalharam com rotor azul, de maior raio de alcance.

As curvas vazão x pressão foram obtidas para cada bocal utilizando-se cinco repetições para cada pressão testada. As pressões utilizadas foram iguais a 100 kPa, 150 kPa, 200 kPa, 250 kPa, 300 kPa e 350 kPa, medidas com manômetro digital. Na linha de microaspersores foi instalado um regulador de pressão para manter a pressão constante, independente de possíveis oscilações no sistema. Foram testados cinco microaspersores simultaneamente utilizando os mesmos bocais, posicionados dentro de recipientes com saída de água somente na parte inferior, por onde foram coletados os volumes durante 30 segundos para

cada repetição. As amostras coletadas foram pesadas em balança eletrônica, obtendo-se os volumes correspondente a partir da divisão pela massa específica da água, considerada igual a 1.000,00 kg m⁻³. As curvas vazão x pressão para os microaspersores operando com a membrana autocompensante foram fornecidas pelo fabricante.

Utilizou-se a equação de Hazen-Williams para realizar uma simulação das variações de vazão e pressão ao longo de uma linha lateral em nível com microaspersores operando sem a membrana autocompensante.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas das vazões em função da pressão de serviço estão apresentadas na Figura 1. Enquanto que com a membrana autocompensante a vazão permanece praticamente constante e o expoente da equação potencial se aproxima de zero (MATOS et al., 1996), sem a membrana ela assume um comportamento potencial com expoentes entre, aproximadamente, 0,58 e 0,64 (Tabela 1), caracterizando um regime de fluxo turbulento PIZARRO CABELLO, 1996).

Esses valores foram, em geral, superiores aos obtidos pelos autores citados anteriormente (BOTREL et al., 1985; NASCIMENTO et al., 1992; SAMPAIO et al., 1996; DANTAS NETO et al., 1997; MATOS et al., 1996; MATOS & RAGOSO, 1997; NASCIMENTO et al., 1999; HOLANDA FILHO et al., 2000). Valores próximos aos encontrados no presente trabalho foram determinados por Vilas Boas et al. (2001) para diferentes modelos de emissores da mesma marca (Dan). Isso mostra que os microaspersores Dan 2001 sem a membrana autocompensante apresentam uma sensibilidade maior à variação da pressão, quando comparados aos demais microaspersores.

Com base na equação potencial obteve-se a pressão equivalente à vazão nominal de cada bocal utilizando-se a membrana autocompensante. Para os bocais que empregaram rotor preto (violeta, cinza e

marrom) a pressão equivalente foi igual a 101 kPa (Tabela 1). Para os bocais que utilizaram rotor azul as pressões equivalentes aumentaram com o diâmetro do bocal, variando de 105 kPa, para o bocal azul, até 138 kPa para o bocal amarelo (Tabela 1).

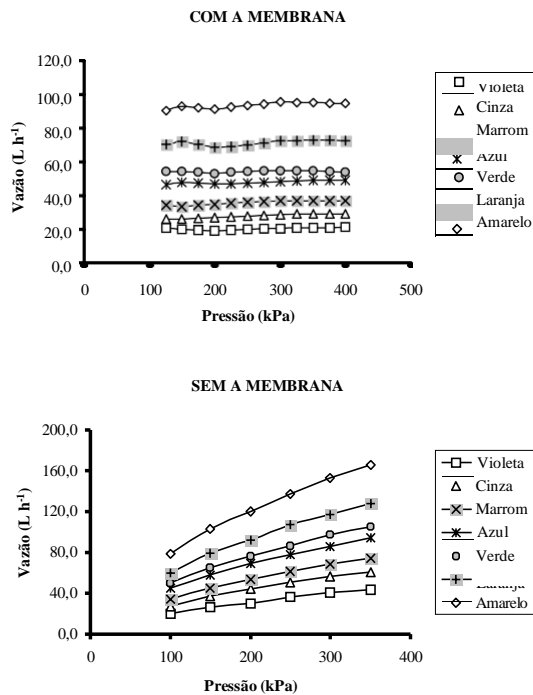


Figura 1. Variação das vazões em função da pressão de serviço para diferentes bocais de microaspersores DAN 2001 com e sem a membrana autocompensante. Os valores com a membrana foram fornecidos pelo fabricante.

Tabela 1. Coeficiente angular (K), expoente de descarga (x), vazão nominal (qn), e pressão equivalente à vazão nominal (Pn) para os diferentes bocais.

Bocal	K	x	Qn	Pn
Violeta	1,04	0,64	20	101
Cinza	1,53	0,63	28	101
Marrom	2,00	0,62	35	101
Azul	3,16	0,58	47	105
Verde	3,36	0,59	55	114
Laranja	3,91	0,60	70	122
Amarelo	5,19	0,59	95	138

Com base nesses resultados, pode-se afirmar que as pressões de saída após a membrana autocompensante situam-se entre 100 kPa e 140 kPa. É comum, todavia, a utilização de pressões de serviço superiores a esses valores em sistemas de microaspersão. Para pressões, por exemplo, iguais a 250 kPa as vazões dos microaspersores aumentam significativamente, sendo que esse aumento é inversamente proporcional ao diâmetro do emissor (Tabela 2). Para o bocal violeta o aumento percentual é de 78%, enquanto que para o bocal amarelo esse aumento é de 42%.

Tabela 2. Vazão nominal com a membrana autocompensante (qn), vazão sem a membrana autocompensante (qs), e aumento percentual de qs em relação a qn (ap) para microaspersores operando a uma pressão de 250 kPa.

Bocal	qn	qs	ap
Violeta	20	36	78
Cinza	28	50	77
Marrom	35	61	75
Azul	47	78	65
Verde	55	87	59
Laranja	70	107	53
Amarelo	95	135	42

Na Figura 2 são apresentadas as variações da pressão e da vazão ao longo de uma linha lateral de 16 mm de diâmetro, 100 m de comprimento e com pressão inicial de 250 kPa, contendo microaspersores Dan 2001 com vazão nominal de 55 L h⁻¹ (bocal verde), sem as membranas autocompensantes e espaçados em 4,0 m de distância entre emissores. Verifica-se que tanto a pressão como a vazão decrescem exponencialmente com a distância, tendendo a assumir valores constantes no final da linha. No caso da vazão, ela tende a assumir no final um valor próximo ao da vazão nominal do emissor (55 L h⁻¹). A vazão média sem as membranas aumenta em cerca de 15%, passando para 63 L h⁻¹, sendo que no início da linha ela chega a alcançar valores superiores a 80 L h⁻¹, o que equivale a um acréscimo de, aproximadamente, 50% em relação à vazão nominal.

Apesar disso, a uniformidade na linha permaneceu alta sem as membranas, alcançando um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) igual a 86% e um coeficiente de uniformidade Estatístico (CUE) igual a 83%, valores esses que podem ser considerados satisfatórios (FAVETTA & BOTREL, 2001). Há que se considerar, contudo, que a variação de pressão entre linhas laterais também vai alterar a vazão média nas linhas.

De qualquer maneira, as alterações nas vazões médias dos microaspersores podem comprometer o desempenho do sistema de irrigação e do conjunto motobomba, caso não se considere, no projeto, as novas condições operacionais dos emissores.

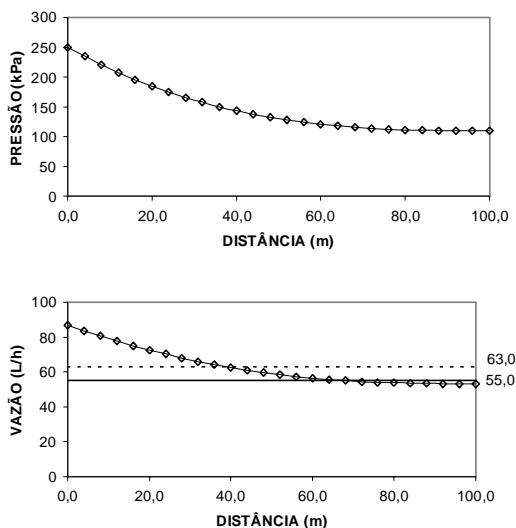


Figura 2. Variação da pressão e da vazão ao longo de uma linha lateral para microaspersores sem membranas autocompensantes com bocal verde. São apresentados os valores relativos à vazão nominal do emissor (55 L h^{-1}) e da nova vazão média calculada sem as membranas (63 L h^{-1}).

6 CONCLUSÕES

As relações *vazão x pressão* para os diferentes bocais do microaspersor Dan 2001

sem a membrana autocompensante apresentaram comportamento potencial com expoentes variando entre 0,58 e 0,64. Os aumentos percentuais das vazões dos microaspersores sem as membranas variaram de forma inversamente proporcional aos diâmetros dos emissores, quando comparadas às vazões nominais com as membranas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTREL, T.A.; OLITTA, A.F.L.; OLIVEIRA, A.S. de. Hidráulica de microaspersores. **O Solo**, Piracicaba, v. 77, n. 1-2, p.1-10, 1985.
- DANTAS NETO, J. et al. Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor Naan 7110, sob diferentes condições de vento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 2, p. 57-61, 1997.
- FAVETTA, F.M.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 427-430, 2001.
- HOLANDA FILHO, R.S.F. de et al. Caracterização hidráulica do microaspersor Rondo 50 L/h da Plastro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola/ Universidade Federal do Ceará, 2000. 1 CD ROM.
- MATOS, J. de A. de et al. Características hidráulicas do microaspersor Dan Sprinkler 2001. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 3, p. 30-44, 1996.
- MATOS, J. de A. de; RAGOSO, C.R.A. Caracterização da performance hidráulica de dois emissores tipo microaspersor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 17-20, 1997.
- NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; PINTO, J.M. Caracterização hidráulica de microaspersores. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal. **Anais...**

Fortaleza: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1992. p. 191-243.

NASCIMENTO, T.; SOARES, J.M.; AZEVEDO, C.A.V. de. Caracterização hidráulica do microaspersor Rain-Bird QN-14. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 30-33, 1999.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF)**: goteo, microaspersión, exudación. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 513 p.

SAMPAIO, C.S. et al. Características hidráulicas e da distribuição de água do microaspersor Naan 7110. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 70-78, 1996.

VILAS BOAS, M.A. et al. Caracterização hidráulica do microaspersor Dan Sprinkler grupo modular. **Irriga**, Botucatu, v. 6, n. 1, p. 29-36, 2001.