

DESEMPENHO DE ASPERSORES ROTATIVOS COM BOCAL CONVERGENTE E ANEL¹

EDMAR JOSÉ SCALOPPI², ALBERTO COLOMBO³ e OFELIA DE FATIMA GIL⁴

RESUMO - O objetivo principal deste trabalho foi avaliar as características operacionais e o desempenho de um mesmo modelo de aspersor rotativo dotado de bocal convergente e de bocal com anel, de mesmo diâmetro, operando à mesma pressão, em diferentes condições de vento. Os parâmetros analisados foram o perfil de distribuição, o alcance do jato de água, a lâmina média coletada e a uniformidade de distribuição de água. Os resultados obtidos mostraram que o alcance do jato e a lâmina média coletada foram reduzidos quando o bocal convergente foi substituído por bocal com anel. A uniformidade de distribuição de água foi sensivelmente prejudicada à medida que aumentou a velocidade média do vento durante o ensaio, notadamente nos aspersores dotados de bocal com anel. Neste caso, os valores de uniformidade de distribuição foram acentuadamente reduzidos com as condições de vento e com o aumento do espaçamento entre os aspersores.

Termos para indexação: irrigação por aspersão, bocais de aspersores, uniformidade de distribuição de água.

PERFORMANCE OF A ROTATING IMPACT-DRIVEN SPRINKLER WITH TAPERED AND RING NOZZLE

ABSTRACT - The main objective of the present work was to evaluate the performance of two types of sprinkler nozzles, converging taper nozzle and ring nozzle, having the same inside diameter, under same pressure and different wind conditions. The parameters analysed were water distribution profile, distance of throw, water depths caught, and water distribution uniformity. The results obtained have shown that flow rate and distance of throw decreased substantially when ring nozzle was used, compared to the tapered one. Water distribution uniformity for ring nozzle was usually lower than that attained for tapered nozzle. These differences were much more critical under windy conditions and wider sprinkler spacings.

Index terms: sprinkle irrigation, sprinkler nozzles, water distribution, uniformity.

INTRODUÇÃO

O aumento do alcance do jato, mantendo elevada a uniformidade de distribuição de água, constitui característica desejável de um aspersor rotativo para irrigação, sob diferentes condições operacionais. O principal problema é que as condições de vento que prevalecem durante o período de aplicação de água são variáveis, afetando o alcance e a uniformidade desejada.

Dentre os inúmeros fatores que afetam as características de funcionamento e o desempenho de aspersores rotativos destacam-se a forma e as dimensões dos bocais. Os principais tipos de bocais comercialmente disponíveis nos aspersores nacionais

são os convergentes e os anéis. Estas formas modificam acentuadamente o comportamento das linhas de fluxo na saída do bocal, alterando, por conseguinte, as características de funcionamento e distribuição de água dos aspersores.

Um dos principais estudos desenvolvidos para verificar os efeitos das formas e dimensões dos bocais no desempenho de aspersores rotativos foi realizado por Bilanski & Kidder (1958). Esses autores determinaram que tanto o ângulo de convergência quanto o comprimento da parte cilíndrica do bocal afetam o alcance do jato e a uniformidade de distribuição de água. Os resultados obtidos em condições controladas revelaram que o aumento do ângulo de convergência proporcionou uma diminuição do alcance do jato e do perfil de distribuição de água, sugerindo redução da vazão. Esta observação está de acordo com o fato amplamente reconhecido (Rouse et al. 1952, Bilanski & Kidder 1958) de que o coeficiente de descarga normalmente diminui com o aumento do ângulo de convergência. O bocal com anel teria efeito semelhante ao de um ângulo de convergência máximo, equivalente a

¹ Aceito para publicação em 30 de agosto de 1985.

² Eng. - Agr., UNESP/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, CEP 18600 Botucatu, SP.

³ Eng. - Agr., Centro Nacional de Engenharia Agrícola, MA, Fazenda Ipanema, CEP 18100 Sorocaba, SP.

⁴ Enga. - Agríc. Centro Nacional de Engenharia Agrícola, MA, Fazenda Ipanema, CEP 18100 Sorocaba, SP.

90°, aproximando-se de um orifício de parede delgada. Por outro lado, os citados autores reconhecem que os maiores ângulos de convergência melhoram a uniformidade de distribuição de água.

Com relação ao comprimento da parte cilíndrica do bocal, Bilanski & Kidder (1958) encontraram que os maiores comprimentos estavam associados às distribuições mais favoráveis. Nestes casos, o jato de água deixa o bocal com alguma convergência das linhas de fluxo, originando uma forma cônica que, apesar dos efeitos da tensão superficial da água, ainda apresenta instabilidade suficiente para conduzir à fragmentação parcial do jato nas proximidades da saída do bocal, aumentando a quantidade de água precipitada nestes locais.

Segundo Keller (1979), os bocais convergentes geralmente proporcionam jato de água mais compacto, menos suscetível, portanto, à distorção devida à ação do vento. Ao contrário, a presença do anel resulta em jato mais difuso. Em consequência, para uma determinada vazão, o jato resultante de bocais convergentes atinge maiores distâncias, reduzindo a razão de aplicação de água, ou seja, a quantidade de água aplicada por unidade de tempo. O autor apresenta uma generalização, na qual o

alcance de anéis dimensionados para proporcionar a mesma vazão, operando à mesma pressão, seria reduzido 5% em relação ao observado em bocais convergentes. Por outro lado, os anéis resultam em subdivisões mais intensas do jato, mesmo a pressões mais reduzidas, o que pode constituir característica desejável em culturas mais sensíveis ao impacto mecânico causado pela energia cinética, associada à precipitação das gotículas de água sobre a vegetação. Além disso, os anéis oferecem maior flexibilidade na seleção de dimensões, a um custo mais reduzido.

Neste trabalho, foram determinadas algumas características que permitem avaliar o desempenho de aspersores rotativos dotados de bocal convergente e bocal com anel.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos no Centro Nacional de Engenharia Agrícola, Fazenda Ipanema, Sorocaba, Estado de São Paulo. Os ensaios foram realizados no Campo de Ensaios de Aspersores, cujas características encontram-se suficientemente detalhadas em Colombo & Scaloppi (s.n.t.). A Fig. 1 encerra uma representação esquemática das instalações para ensaios, incluindo os locais

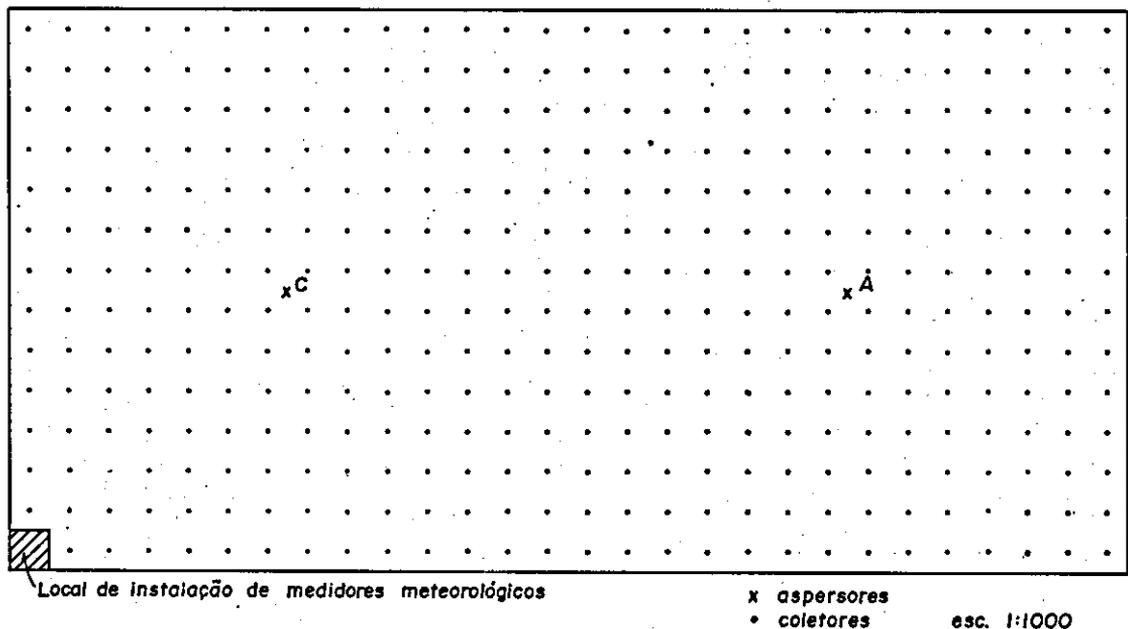


FIG. 1. Representação esquemática das instalações para proceder aos ensaios simultâneos de aspersores com bocal convergente (C) e bocal com anel (A).

para instalação dos aspersores e o esquema de disposição dos coletores. A metodologia de ensaio de aspersores adotada baseia-se nas recomendações de American Society of Agricultural Engineers (1980) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (1983).

O aspersor utilizado nos ensaios encontra-se comercialmente disponível; é identificado pelo modelo SAGRA AJ-38, fabricado pela Santo Amaro Motores Agrícolas Ltda⁵. Para melhor evidenciar os efeitos procurados, utilizou-se um bocal único, de 9,5 mm de diâmetro interno, tanto para o bocal convergente como para o anel. As formas e dimensões apresentadas pelos dois tipos de bocais estão apresentadas na Fig. 2.

A pressão de operação adotada foi de 400 kPa, determinada em tubo de Pitot acoplado a manômetro de precisão. A vazão declarada pelo fabricante nesta pressão de operação é de 6,6 m³/h para o bocal convergente e de 4,1 m³/h para o anel. O raio de alcance declarado no catálogo de especificações técnicas atinge 27 m e 23 m, respectivamente.

O tempo de operação dos aspersores nos ensaios de distribuição atingiu 1,5 hora. Os ensaios eram encerrados após o jato ter completado o mesmo número de rotações em todas as direções de coletores. Estes foram dispostos seguindo espaçamento regular de 6 m, formando, portanto, uma grade quadrangular, no centro da qual era instalado o aspersor (Fig. 1). O centro do bocal do aspersor manteve a distância de 0,60 m acima da área de captação dos coletores. O bordo superior destes, por sua vez, situava-se 0,30 m acima da superfície do solo, uniformemente vegetada com grama, tendo porte inferior a 5 cm.

As condições de vento que prevaleceram durante os ensaios foram caracterizadas pela velocidade média, calculada através de determinações anotadas a cada 5 min., utilizando-se um anemômetro totalizador, com precisão

de 1 m, instalado a 4 m de altura. Simultaneamente às determinações de velocidade, fazia-se também a determinação de direção do vento, de maneira a se obter a velocidade média resultante através de cálculo vetorial.

A evaporação verificada durante os períodos de ensaio foi calculada pela diferença entre os volumes inicial e final da água contida em coletores idênticos aos utilizados nos ensaios de distribuição, contendo volumes de água semelhantes àqueles correspondentes às lâminas médias coletadas durante os ensaios.

A distorção do modelo de distribuição de água provocada pela ação de alguma variável ambiental, como o vento, bem como pela substituição de algum componente estrutural do aspersor, como o bocal, pode ser estabelecida em relação ao modelo referencial. Este modelo é obtido em função do tipo de variável de interesse. Assim, quando o objetivo for avaliar o efeito do vento, o modelo de referência será o obtido na menor ocorrência de vento possível, geralmente revelando a melhor uniformidade de distribuição de água. Por outro lado, quando a variável de interesse for o tipo de bocal, o modelo de referência é estabelecido em função da distribuição de água obtida pela utilização de bocal convergente.

A avaliação quantitativa da distorção do modelo de distribuição de água, em relação ao modelo referencial, pode ser obtida computando-se o coeficiente de distorção proposto por Shull & Dylla (1976) especificamente para aplicações a dados de distribuição de água de aspersores, que têm como expressão

$$\bar{D} = \frac{\sum |y_i - y_r|}{y_t}$$

onde \bar{D} = desvio médio absoluto das lâminas observadas, em relação às do perfil de referência - coeficiente de distorção; y_i = lâmina captada em cada coletor, ajustada à lâmina total; y_r = lâmina correspondente à posição i , no perfil de referência; y_t = lâmina total obtida pela soma das lâminas individuais de todos os coletores que receberam

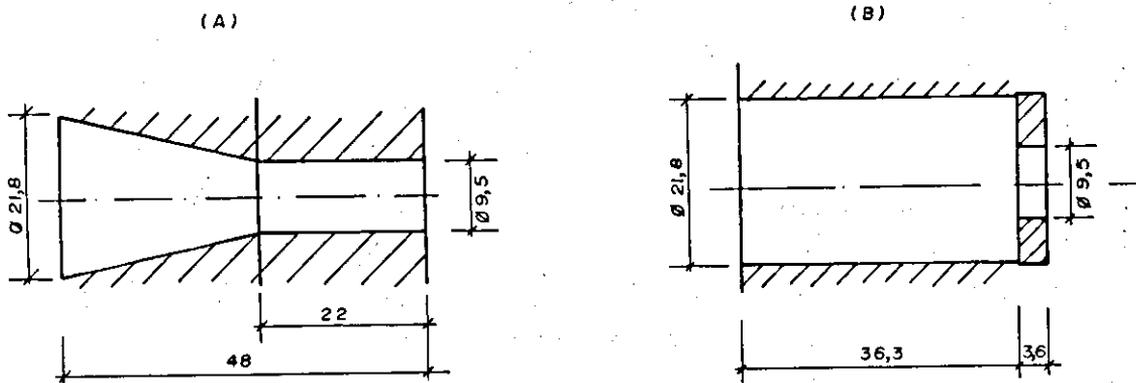


FIG. 2. Corte longitudinal dos dois bocais utilizados. (A) - Bocal convergente. (B) - Bocal com anel. Dimensões em mm.

⁵ A referência do aspersor e fabricante tem apenas um caráter informativo e não implica em recomendação ou tratamento preferencial pelos autores ou instituição.

água no modelo de referência. Este coeficiente, no presente trabalho, será aplicado para verificar o efeito tanto do vento como do tipo de bocal sobre a distribuição de água dos aspersores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis médios de distribuição de água e o alcance do jato observados nos dois tipos de bocais analisados, em condições de ventos muito fracos (0,4 km/h), estão graficamente representados na Fig. 3.

Nesta figura, pode-se verificar considerável variação entre os perfis médios de distribuição e o alcance do jato observados entre o bocal convergente e o bocal com anel. Nitidamente, o anel proporcionou maior intensidade de precipitação nas proximidades do aspersor, até à distância de 12,7 m, e menor alcance, 21,2 m contra 27,2 m, observado no bocal convergente. Considerando-se que a vazão do bocal com anel foi bem inferior à do bocal convergente, com vazão semelhante, deve-se esperar por resultados ainda mais discrepantes. Outra particularidade, diz respeito à própria

forma dos perfis de distribuição de água, onde é possível prognosticar que o bocal convergente apresenta distribuição mais uniforme que o bocal com anel. Este prognóstico será devidamente analisado mais adiante.

Não há dúvida de que o tipo de bocal afeta a forma do jato na saída do bocal. Assim, a substituição de um bocal convergente por um bocal com anel origina um jato mais difuso (Keller 1979), com uma forma apreciável de resistência ao deslocamento no ar. Rouse et al. (1952) estabeleceram que somente após o jato ter sido suficientemente alterado para uma forma apreciável de resistência é que se inicia a ação do ar na sua fragmentação. Tal resistência é grosseiramente proporcional ao quadrado da velocidade de deslocamento da água e à área da seção transversal do jato em expansão. Segundo observou Kohl (1974), as franjas externas à superfície do jato encontram o ar em maior diferença de velocidade do que as partículas de água que se fragmentam próximo ao centro do jato onde o ar tenha penetrado. Merrington & Richardson (1947) mostraram que o diâmetro médio das gotas originadas pela desintegração do jato é inversamen-

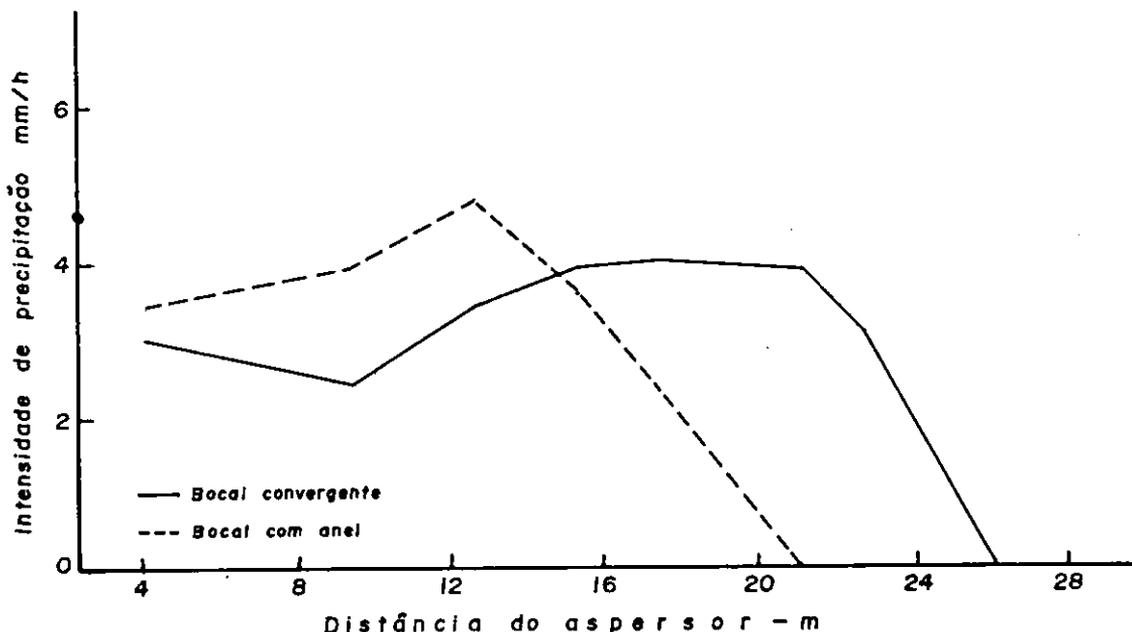


FIG. 3. Perfil médio de distribuição de água e alcance médio do jato nos dois tipos de bocais analisados, na condição de menor velocidade média resultante do vento durante o período de ensaio.

te proporcional à velocidade de deslocamento do jato, em relação à velocidade do ar envolvente. Conseqüentemente, a água próxima à periferia do jato resulta em gotas de menores dimensões que a localizada no centro do jato, que apresenta menor velocidade relativa. Assim, o bocal com anel deve proporcionar maior fragmentação do jato que o bocal convergente, originando gotas menores, cuja velocidade diminui mais rapidamente que a das gotas maiores, precipitando-se mais próximo do aspersor.

As lâminas totais e médias coletadas nos ensaios estão anotadas na Tabela 1.

A lâmina média coletada nos ensaios com anel foi 62% da obtida nos ensaios com bocais convergentes. Não foram observadas grandes variações deste valor em função da variação da velocidade média do vento. Esta redução da lâmina média coletada está diretamente relacionada à redução do coeficiente de descarga, por causa do anel, fato amplamente reconhecido e comprovado experimentalmente (Bilanski & Kidder 1958).

As distorções do modelo de distribuição de água em função do aumento da velocidade média do vento foram estabelecidas em relação aos perfis referenciais de cada tipo de bocal obtidos na menor velocidade média resultante do vento

(0,4 km/h). Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Os efeitos do vento na distorção do modelo de distribuição de água foram aproximadamente semelhantes nos dois tipos de bocais investigados. Entretanto, quando se assumiu como referencial o perfil obtido com o bocal convergente nas condições de menor velocidade média resultante do vento, verificou-se uma acentuada distorção do modelo de distribuição de água originário do bocal. Assim, pode-se estabelecer que o efeito do aumento da velocidade resultante do vento afetou, quase que na mesma proporção, a distorção do modelo de distribuição de água, nos dois tipos de bocais avaliados. A grande diferença, entretanto, reside no próprio modelo de distribuição de água gerado pelo bocal convergente e pelo anel, em qualquer condição de vento, ou seja, o aumento da velocidade média resultante do vento apenas contribuiu para agravar a uniformidade da distribuição de água, já bastante prejudicada pela utilização do bocal com anel.

As implicações das distorções dos modelos de distribuição de água na qualidade da irrigação podem ser avaliadas através de índices de uniformidade e eficiência, determinados após sobreposição dos dados obtidos com os aspersores individuais,

TABELA 1. Lâminas totais (LT) e médias (LM) coletadas (mm) nas condições de vento prevalecentes em cada ensaio, com bocal convergente (C) e bocal com anel (A).

Tipo de bocal	Velocidade média do vento (km/h)									
	0,4		1,9		5,5		7,2		9,4	
	LT	LM	LT	LM	LT	LM	LT	LM	LT	LM
C	272,7	4,7	266,9	4,7	227,4	4,6	228,3	4,2	221,9	6,0
A	169,0	4,8	163,9	5,0	143,7	4,6	146,3	5,2	134,3	6,4

TABELA 2. Coeficientes de distorção obtidos nas condições de vento prevalecentes em cada ensaio, nos dois tipos de bocais utilizados.

Tipo de bocal	Velocidade média do vento (km/h)				
	0,4	1,9	5,5	7,2	9,4
Convergente	0,14759	0,19820	0,55720	0,67955	1,01388
Anel	0,15505	0,29515	0,56332	0,71318	0,98537
Anel x Conv. (ref.)	0,86403	0,95262	1,13939	1,23575	1,40609

em diferentes simulações de espaçamentos entre os aspersores, através de processamento em computador. Os índices de uniformidade analisados foram o coeficiente de variação (CV) e o coeficiente de uniformidade de Christiansen (UC). Com os valores do CV, pode-se calcular outros coeficientes de uniformidade, baseados na suposição de que os dados de precipitação sobrepostos podem ser adequadamente representados pela distribuição normal. A eficiência de aplicação e armazenamento de água foi também determinada, em função dos dados sobrepostos de precipitação, assumindo-se que a lâmina requerida seja igual à lâmina média coletada no respectivo ensaio. Essa condição implica valores de eficiência de aplicação equivalentes aos de eficiência de armazenamento de água.

Os dados obtidos pelos índices de uniformidade estão incluídos nas Tabelas 3 e 4 e os de eficiência, na Tabela 5.

Analisando-se os dados das Tabelas 3, 4 e 5, pode-se notar que o efeito do vento, associado ao aumento do espaçamento entre os aspersores, resultou em grandes variações da uniformidade de distribuição e eficiência de aplicação e armazenamento de água, entre os dois tipos de bocais avaliados no presente trabalho. Assim, com reduzido espaçamento entre os aspersores (24 m x 24 m), observa-se decréscimo de uniformidade e eficiência, com o aumento da velocidade média resultante do vento, nos aspersores com bocais convergentes. No caso de bocais com anel, verifica-se acréscimo da uniformidade e eficiência, em condições moderadas de vento (de 1,9 a 7,2 km/h). Com maior velocidade média do vento durante o ensaio, observou-se notável redução do coeficiente de uniformidade de Christiansen (0,59) e dos índices de eficiência calculados (0,80).

Nos maiores espaçamentos analisados, 30 m e

TABELA 3. Coeficientes de variação (CV) dos dados de precipitação obtidos com bocal convergente (C) e bocal com anel (A) sobrepostos em três espaçamentos entre os aspersores, nas condições de vento prevalentes em cada ensaio.

Espaçamento (m)	Tipo bocal	Velocidade média do vento (km/h)									
		0,4		1,9		5,5		7,2		9,4	
		CV	%	CV	%	CV	%	CV	%	CV	%
24 x 24	C	0.2415	100,0	0.2398	99,3	0.3019	125,0	0.3349	138,7	0.4560	188,8
	A	0.3523	100,0	0.2599	73,7	0.2503	71,0	0.3551	100,8	0.5447	154,6
30 x 30	C	0.3913	100,0	0.3200	81,8	0.3103	79,3	0.3799	97,1	0.4533	115,8
	A	0.3802	100,0	0.3412	89,7	0.4935	129,8	0.6436	169,3	0.9749	256,4
36 x 36	C	0.4665	100,0	0.4031	86,4	0.3512	75,3	0.4183	89,7	0.6498	139,3
	A	0.4758	100,0	0.5710	120,0	0.8493	178,5	1.0047	211,2	1.3431	282,3

TABELA 4. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (UC) dos dados de precipitação obtidos com bocal convergente (C) e bocal com anel (A) sobrepostos em três espaçamentos entre os aspersores, nas condições de vento prevalentes em cada ensaio.

Espaçamento (m)	Tipo bocal	Velocidade média do vento (km/h)									
		0,4		1,9		5,5		7,2		9,4	
		UC	%	UC	%	UC	%	UC	%	UC	%
24 x 24	C	0,81	100,0	0,81	100,0	0,76	93,8	0,71	87,6	0,60	74,1
	A	0,72	100,0	0,79	110,0	0,80	111,0	0,73	101,4	0,59	81,9
30 x 30	C	0,73	100,0	0,74	101,4	0,73	100,0	0,67	91,8	0,62	84,9
	A	0,72	100,0	0,77	106,9	0,59	81,9	0,49	68,1	0,21	29,2
36 x 36	C	0,58	100,0	0,63	108,6	0,73	125,9	0,66	113,8	0,44	76,8
	A	0,65	100,0	0,51	78,5	0,26	40,0	0,15	23,1	-0,06	-9,2

TABELA 5. Eficiência de aplicação e armazenamento de água (Ef) dos dados de precipitação obtidos com bocal convergente (C) e bocal com anel (A) sobrepostos em três espaçamentos entre os aspersores, nas condições de vento prevalecentes em cada ensaio.

Espaçamento (m)	Tipo bocal	Velocidade média do vento (km/h)									
		0,4		1,9		5,5		7,2		9,4	
		Ef	%	Ef	%	Ef	%	Ef	%	Ef	%
24 x 24	C	0,91	100,0	0,91	100,0	0,88	96,7	0,86	94,5	0,80	87,9
	A	0,86	100,0	0,90	104,6	0,90	104,6	0,87	101,2	0,80	93,0
30 x 30	C	0,87	100,0	0,87	100,0	0,87	100,0	0,84	96,5	0,81	93,1
	A	0,86	100,0	0,88	102,3	0,80	93,0	0,75	87,2	0,61	70,9
36 x 36	C	0,79	100,0	0,82	103,8	0,86	108,9	0,83	105,1	0,72	91,1
	A	0,83	100,0	0,76	91,6	0,63	75,9	0,58	69,9	0,47	56,6

36 m, observou-se, no caso do bocal convergente, pequena redução da uniformidade, nas maiores velocidades de vento registradas durante o período de ensaio (7,2 e 9,4 km/h). A utilização de anel, por outro lado, provocou grandes e constantes reduções de uniformidade, com o aumento da velocidade do vento durante o ensaio.

A maior suscetibilidade de distorção pelo vento de um jato de água, originário de um bocal com anel, é amplamente reconhecida (Bilanski & Kidder 1958, Keller 1979). A principal razão consiste na turbulência das linhas de fluxo que conduz à maior difusão do jato na saída do bocal, originando gotículas de água de menores dimensões, mais susceptíveis à deriva pela ação do vento. Com ventos muito fracos (0,4 km/h), estas gotículas precipitam-se nas proximidades do aspersor, conforme revela o perfil de distribuição apresentado na Fig. 3.

Pelo que demonstram os resultados, com a pressão adotada, o bocal com anel apresentou desempenho bastante inferior ao do bocal convergente. O que talvez mereça ser considerado é o fato de a pressão adotada nos ensaios de aspersores dotados de bocal com anel ter sido excessiva, comparativamente ao bocal convergente. A sugestão para um próximo trabalho será uniformizar a vazão e a pressão, ajustando-se o diâmetro dos bocais. Esta condição deverá permitir comparações mais sugestivas entre os resultados observados.

CONCLUSÕES

1. A vazão de bocais com anel é bastante infe-

rior à de bocais convergentes, de mesmo diâmetro, operando à mesma pressão. Esta redução de vazão deve-se à maior redução do coeficiente de descarga dos anéis em relação à dos bocais convergentes.

2. A uniformidade de distribuição e as eficiências de aplicação e armazenamento de água do aspersor com anel, operando com ventos fracos e moderados, foram quase que sistematicamente inferiores às do aspersor com bocal convergente. Aparentemente, a maior difusividade do jato originário do anel torna-o mais suscetível às distorções causadas pelo vento, fato amplamente evidenciado no presente trabalho.

3. As diferenças no desempenho observadas entre os dois tipos de bocais avaliados sugerem que os bocais com anel provavelmente possam operar com pressão mais reduzida que os bocais convergentes de mesmo diâmetro.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, EUA. Procedure for sprinkler distribution testing for research purposes. In: _____ . Agricultural engineers yearbook. s.l., 1980. p.496-8. (ASAE, S330).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, RJ. Aspersores para irrigação; avaliação da distribuição de água: método de ensaio. s.l., 1983. 9p. Projeto 12:02.08-002.
- BILANSKI, W.K. & KIDDER, E.H. Factors that affect the distribution of water from a medium-pressure rotary irrigation sprinkler. Trans. ASAE, 1(1):19-23, 1958.
- COLOMBO, A. & SCALOPPI, E.J. Ensaios de equipamentos para irrigação. s.n.t. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasília, DF, 1981.

- KELLER, J. Sprinkler irrigation. In: NATIONAL engineering handbook. 2.ed. s.l., Soi Conservation Service, 1979. 302p.
- KOHL, R.A. Drop size distribution from medium-sized agricultural sprinklers. *Trans. ASAE*, 17(4):690-3, 1974.
- MERRINGTON, A.C. & RICHARDSON, E.G. The breakup of liquid jets. *Proc. Phys. Soc., London*, 59(2): 1-13, 1947.
- ROUSE, H.; HOWE, J.E. & METZLER, D.E. Experimental investigation of fire monitors and nozzles. *Trans. ASAE*, 117:1147-88, 1952.
- SHULL, H. & DYLLA, A.S. Wind effects on water application patterns from a large, single nozzle sprinkler. *Trans. ASAE*, 19(3):501-4, 1976.