CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DE ASPERSORES

José Maria Pinto¹ José Monteiro Soares²

RESUMO - Este trabalho correspondeu a avaliação do asper sor DANTAS modelo MD-20A com bocais, 3,1mm x 2,5mm e 5,6mm x 2.5mm, com as pressões de 2, 3, 4 e 5atm, conduzido no Cam DO Experimental de Bebedouro, Petrolina-PE. Foi determina da a uniformidade de distribuição; o coeficiente de uni formidade de Christiansen e a eficiência de irrigação. A avaliação da uniformidade do aspersor envolveu também a construção de isoietas. Determinou-se a rotação do asper sor, a velocidade e a direção do vento predominante. Cons tatou-se que o aspersor modelo MD-20A com bocais 3,1mm x 2.5mm deve ser manejado satisfatoriamente com pressão de 3atm no espaçamento de 12m x 12m. Enquanto para o mesmo modelo de aspersor, com bocais de 5,6mm x 2,5mm recomen da-se um espaçamento de 12m x 18m com pressão de serviço de 5atm. A rotação mínima (3rpm) obtida com esse modelo de aspersores, com bocais de 5,6mm x 2,5mm apresentou-se acima do valor recomendado (2rpm).

Termos para indexação: irrigação, aspersores, hidráulica, característica hidráulica, unifor midade de distribuição, coeficien te de uniformidade, eficiência de irrigação, espaçamento de asperso res.

Eng. Agrícola, M.Sc., Irrigação e Drenagem, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, Petrolina,

HYDRAULIC CHARACTERIZATION OF THE SPRINKLERS

ABSTRACT - This work was carried out being the technical evaluation of the sprinkler "DANTAS" type model MD-20A with outlest of 3.1mm x 2.5mm and 5.6mm x 2.5mm, with pressures of 2, 3, 4 and 5atm. This stage was conducted at Bebedouro Experimental Station, at Petrolina, PE. The following observations were recorded: uniformity of distribution, coefficient of uniformity and irrigation efficiency. The evaluation of the sprinkler uniformity involved the drawing of isoetas. It was also recorded the rotation of the sprinkler and wind speed and direction. It was found that the sprinkler model MD-20A with outled of 3.1mm x 2.5mm can be managed satisfactorily with pressure of 3atm and spacing of 12.00m x 12.00m. For the outled of 5.6mm x 2.5mm it is recommended a spacing of 12.00m x 18.00m with a working pressure of 5atm. The minimum rotation (3rpm) in the sprinkler, with outlet of 5.6mm x 2.5mm, presented above of the recommended valor (2rpm).

Index terms: irrigation, sprinkler, hidraulic, hydraulic caracterization, uniformity of distribution, coefficient of uniformity, irrigation efficiency, sprinkler spacing.

INTRODUÇÃO

A aplicação de água no solo, com a finalidade de forne cer às espécies vegetais a umidade ao seu desenvolvimento pode ser feita através de diversos métodos de irrigação. A irrigação por aspersão é das mais difundidas nos últimos tem pos. Concorrem para isso a elevada uniformidade de aplicação de água, a boa eficiência do sistema, a facilidade para eliminar os perigos de erosão, e a possibilidade de seu empre go nas mais diversas topografias e tipos de solos (Gomide 1978).

A uniformidade de distribuição da água no sistema de ir rigação por aspersão é um importante parâmetro a ser de terminado para se obter melhor eficiência de aplicação. A uniformidade obtida depende do tipo de modelo de distribuição produzido e do espaçamento dos aspersores, sendo in fluenciado por fatores como velocidade de rotação do as persor (Chu & Allred 1968). Acrescenta Lopez (1975) que o fenômeno climático de consideração mais importante na as persão é o vento, devendo-se ter, por um lado, uma idéia aproximada de sua velocidade, que desempenha um papel significativo na eficiência de aplicação e, por outro sua direção, que deve ser levada em conta nas disposições das tubulações. Esclarece ainda que as altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar diminuem a eficiência do sistema aumentando as perdas por evaporação.

Estudos detalhados envolvendo tais fatores devem ser realizados de modo que o sistema possa ter um bom desempenho. Assim, para um mesmo modelo de aspersor seria obtido um valor diferente de uniformidade para cada espaçamento e, des de que este possa ser igual ou diferente nas duas direções, ou seja, entre linhas laterais e entre aspersores ao longo da mesma linha lateral. São requeridos muitos cálculos para analisar completamente um modelo de distribuição do as persor e determinar que espaçamento e pressão de serviço resultarão em uma distribuição mais uniforme, a qual in fluirá na eficiência, bem como na produção da cultura que está sendo explorada (Bernardo 1982).

Os aspersores representam a parte mais importante do sistema de irrigação por aspersão, pois derivam a água da tubulação para o exterior, lançando-a no ar, onde se pulve riza e cai na superfície do solo em forma de gotas. O padrão de distribuição da água em relação ao aspersor é função de uma série de fatores, tais como: bocal do aspersor;

pressão de servico: altura do aspersor: parâmetros estes que associados com o espaçamento entre aspersores, dire ção e velocidade do vento definem o padrão e o coeficien te de distribuição de água no sistema de irrigação por as persao.

Diante disso, realizaram-se testes visando a avaliação das características hidráulicas dos aspersores modelo MD--20A com bocais de 3,1mm x 2,5mm e 5,6mm x 2,5mm produzi dos pela DANTAS-Indústria e Comércio S.A.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de campo do presente estudo foram conduzi dos em uma área plana, localizada no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE.

Os testes foram realizados com um aspersor da marca DANTAS, modelo MD-20A, diâmetro de bocais 3,1mm x 2,5mm (para pressões de serviços de 2, 3 e 4 atm) e 5,6mm x 2,5mm (para pressões de serviços de 2, 3, 4 e 5 atm), com três repetições.

O aspersor foi instalado utilizando-se engate rapido com valvula automática tipo Erva, em tubos de elevação de uma polegada de diâmetro e 1.20m de altura.

Para controle de pressão durante a realização dos tes tes usou-se um menômetro Bourdon, graduado em kg/cm².

Mediu-se a pressão no bocal ejetor do aspersor com o manômetro acoplado a um tubo de Pitot. Ajustou-se a pres são desejada através de registro de gaveta, instalado pro ximo da motobomba.

O método utilizado para determinação de uniformidade de distribuição de água, citado por Branscheid & Hart (1968),

Christiansen (1942) e Davis (1966), foi aquele que empre ga o modelo de distribuição de água de um único aspersor operando isoladamente. Este modelo forneceu uma série de informações sobre a distribuição da água nas diversas con dições em que o aspersor foi operado e principalmente so bre alguns dos fatores que afetam a uniformidade de apli cação tais como: o efeito do vento; espaçamento dos asper sores e pressão de serviço. O método consistiu em coletar a água aspergida em recipientes plásticos de um litro de capacidade, dispostos sobre o solo em forma de malha quadrada de 3m de lado (Fig. 1).

Mediu-se a velocidade do vento usando-se um anemômetro totalizador instalado próximo à área do teste a uma altu ra de 1,20m em relação à superfície do terreno.

Determinou-se ainda, para cada teste, a rotação e a va zão do aspersor. A vazão foi determinada através de reci pientes de volume conhecido e cronômetro. Na medição das vazões foram conectados aos bocais do aspersor pedaços de mangueira, que desviaram os jatos da água de cada bocal para o interior do balde.

Os parametros utilizados para avaliação do desempenho do aspersor foram:

Uniformidade de distribuição:

$$UD = \frac{x \min}{\dot{x}} x 100$$

Em que:

= uniformidade de distribuição (%)

x min.= média dos menores valores obtidos em 25% do nú

mero de recipientes (mm)

= média dos valores obtidos (mm)

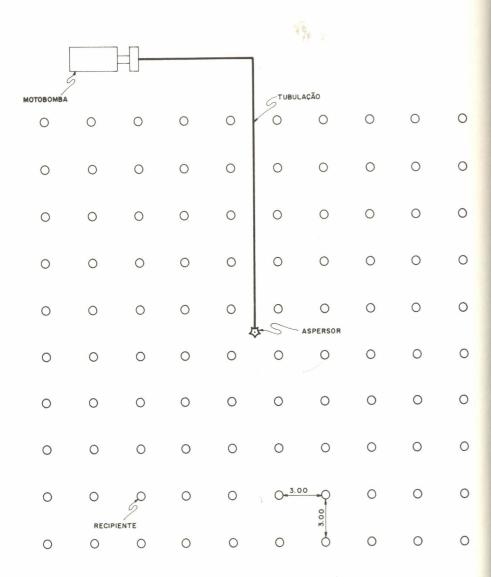


FIG. 1. Distribuição dos recipientes em relação ao aspersor na área onde foram realizados os testes de distribuição de água.

Coeficiente de uniformidade de Christiansen:

CU = 100
$$(1 - \sum_{i=1}^{n} |\frac{xi - \bar{x}}{n \bar{x}}|)$$

Em que:

CU = coeficiente de uniformidade de Christiansen (%)

xi = precipitação observada em cada coletor (mm)

 \bar{x} = média dos valores coletados (mm)

n = número de coletores

Eficiência de irrigação:

$$Ei = \frac{x \min}{x \text{ apl.}} \times 100$$

Em que:

Ei = eficiência de irrigação (%)

x min.= média dos menores valores obtidos em 25% dos valores coletados (mm)

x apl.= lâmina média aplicada (mm)

$$x apl. = \frac{1000 \times Qasp \times Ti}{E_1 \times E_2}$$

Em que:

Qasp= vazao do aspersor (m^3/h)

Ti = tempo de irrigação (h)

 $E_1 = espaçamentos aspersores (m)$

 E_2^1 = espaçamentos entre laterais (m)

Procedeu-se também uma avaliação da uniformidade de distribuição pelo aspersor através da construção de isoietas, método de Dam citado por Olitta (1977). Para isto conside rou-se uma variação de 10% acima da taxa média coletada

para delimitar a zona média da zona excedente e 10% abaixo da taxa média coletada para delimitar a zona média da zona deficiente.

As áreas delimitadas em cada zona foram medidas com um planímetro e os valores foram transformados em porcentagem, para uma melhor avaliação da distribuição da água pelos aspersores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se pela Tabela 1 que a uniformidade de distribuição, o coeficiente de uniformidade e a eficiência de ir rigação aumentaram quando a pressão de serviço aumentou de 2 para 4 atm, para o espaçamento de 6m x 12m. Todavia, to dos os coeficientes de uniformidade estão acima do mínimo recomendado (80%). Entretanto quando analisa-se a eficiên cia de irrigação, verifica-se que está abaixo do mínimo recomendado (70%), quando a pressão de serviço é de 2 atm.

Verifica-se também pela Tabela 1, para o espaçamento 12m x 12m, que o coeficiente de uniformidade ficou acima do mínimo recomendado (80%) para as pressões de serviços de 2, 3 e 4 atm. Porém a eficiência de irrigação ficou abaixo do mínimo recomendado para as pressões de serviço de 2 e 4 atm. Para uma mesma pressão de serviço, os parâmetros estudados diminuíram com o aumento do espaçamento. Convém salientar, no entanto, que nem sempre o melhor espaçamento é o mais econômico.

Observa-se pela Tabela 2, que o valor da zona seca di minuiu de 32,91% para zero, quando a pressão de serviço passou de dois, para três atm e manteve-se em zero para a pressão de 4 atm, para o espaçamento 6m x 12m. O valor da zona seca diminuiu quando a pressão de serviço passou de 2 para 3 atm e aumentou quando a pressão passou de 3 para 4 atm, para o espaçamento de 12m x 12m.

TABELA 1. Valores de uniformidade de distribuição-UD (%), coeficiente de uniformidade-CU (%) e eficiência de irrigação-Ei (%) em função do espaçamento entre aspersores referentes a testes realizados com um único aspersor modelo MD-20A bocal 3.1mm x 2.5mm.

Parâmetros	Pressão de Serviço	Espaçamen	to (m x m)
Parametros	(atm)	6 x 12	12 x 12
UD		84,74	78,02
CU	2	86,52	84.08
Ei		64,27	59,09
UD		93,32	89,99
CU	3	94,23	92,30
Ei		72,66	70,60
UD		94,08	86,27
CU	4	94,99	91,35
Ei		73,66	67,71

Observou-se ainda que os valores das zonas secas tenderam a aumentar quando o espaçamento entre os aspersores aumentou para uma mesma pressão de serviço.

Analisando-se os valores referentes às zonas excedentes, obteve-se uma redução de 26,67% para zero e de 26,18% para 9,93% correspondentes aos espaçamentos de $6m \times 12m$ e $12m \times 12m$ respectivamente, quando a pressão aumenta de 2 para 4atm.

TABELA 2. Valores de zona seca-ZS (%). zona média-Zm (%) e zona excedente-ZE (%) em função da pressão de serviço e do espaçamento entre aspersores para testes realizados com um único aspersor. mode lo MD-20A bocal 3,1mm x 2,5mm.

^	Pressão de Serviço	Espaçamen	to (m x m)
Parâmetros	(atm)	6 x 12	12 x 12
ZS		32.91	28.47
ZM	2	40.42	45.35
ZE		26.67	26.18
ZS		0	2,30
ZM	3	95.97	84.51
ZE		4.03	13.19
ZS		0	14.93
ZM	4	100.00	75.14
ZE		0	9.93

As Figuras 2 e 7 mostram a distribuição das zonas se ca. média e excedente em função de pressão de serviço e do espaçamento entre aspersores, com bocais de 3,1mm x 2,5mm.

Constatou-se, para o espaçamento de 6m x 12m. que as zonas de distribuição de água (zona seca, média e exceden te) formaram faixas contínuas e paralelas às linhas laterais, sendo que a faixa seca apresenta-se centralizada en tre as faixas médias (Fig. 2). Para as pressões de serviço de 3 e 4atm houve ausência de zona seca (Figs. 3 e 4).

Todavia, para o espaçamento de 12m x 12m e pressão de serviço de 2 e 4atm a presença da zona seca foi localiza da na parte central da área irrigada (Figs. 5 e 7). Para pressão de serviço de 3atm houve predominância da zona média (Fig. 6).

A avaliação de um sistema de irrigação por aspersão nem sempre deve ser feita com base exclusiva nos parâmetros de uniformidade de distribuição, coeficiente de uniformida de e eficiência de irrigação, devendo-se também levar em consideração, as zonas de distribuição de água pelo aspersor.

Verifica-se pela Tabela 3 que a rotação do aspersor os cilou em torno de 1,45rpm, atendendo a faixa proposta por Bernardo (1982) e Pair et al. (1975). Contudo, Raposo (1980) recomenda a menor velocidade possível, uma vez que altas rotações dos aspersores concorrem para redução da área coberta pelos mesmos, aumentando o desgaste dos aspersores, nos pontos de apoio e nos eixos. Além disso, quando rotacionados rapidamente, exigem menores espaçamentos para assegurar boa uniformidade de distribuição (Chu & Allred 1968).

Verifica-se pela Tabela 4, que os valores encontrados são em média 10% inferiores aos valores fornecidos pelos fabricantes. Isto pode ser explicado possivelmente, pelas condições de ambientes controlados em que foram realizados os testes pelo fabricante.

Pode-se constatar pela Tabela 5 que a uniformidade de distribuição, o coeficiente de uniformidade e a eficiência de irrigação aumentaram com o aumento da pressão de serviço para aspersores com bocais de 5,6mm x 2,5mm mantendo-se constante o espaçamento entre aspersores. Porém, o coeficiente de uniformidade não atingiu o valor mínimo exigido de 80% para a pressão de serviço de 2 atm. O mesmo comportamento ocorreu para as pressões de serviço de 3 e 4 atm para o espaçamento de 18m x 18m. A eficiência de irrigação, em nenhum caso, atingiu o mínimo exigido (70%).

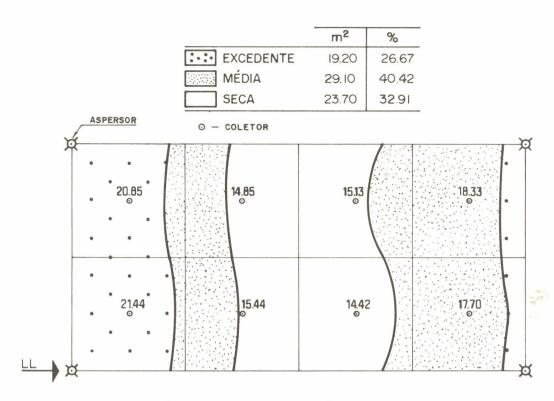


FIG. 2. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A com bocais de 3,1mm x 2,5mm, no espaçamento de 6m x 12m e sob pressão de serviço de 2 atm.

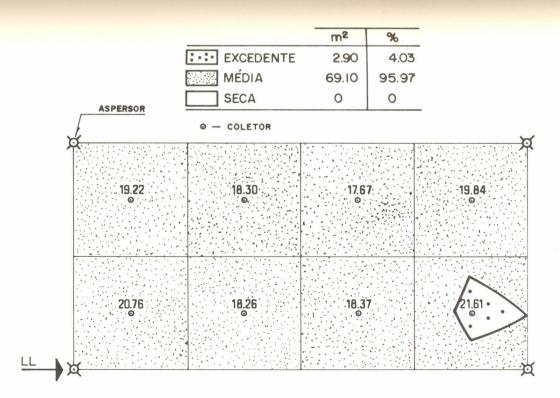


FIG. 3. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A com bocais de 3,1mm x 2,5mm e sob pressão de serviço de 3atm, para espaçamento de 6m x 12m.

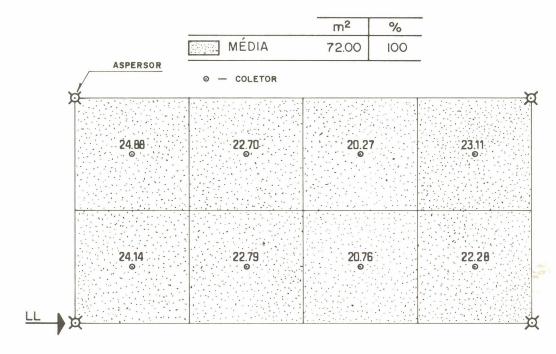
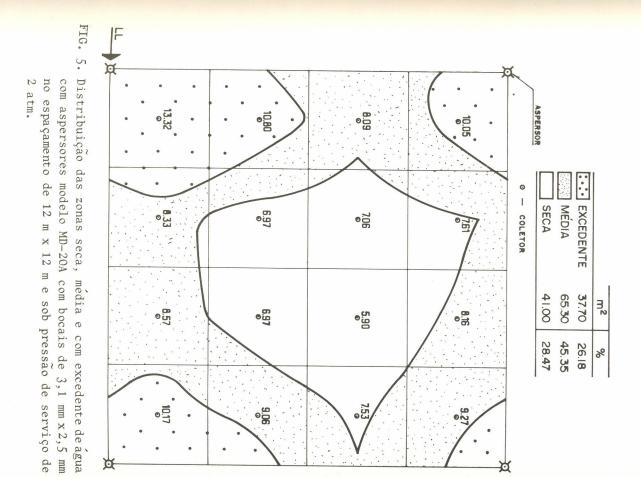


FIG. 4. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD-20A com bocais de 3,1mm x 2,5mm no espaçamento de 6m x 12m e sob pressão de serviço de 4atm.



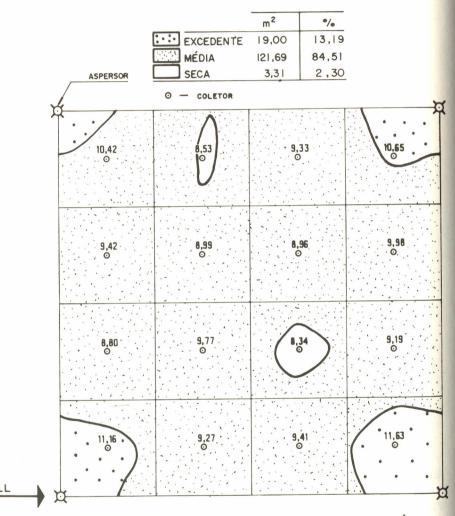


FIG. 6. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD 20A com bocais de 3,1 mm x 2,5 mm no espaçamento de 12 m x 12 m e sob pressão de serviço de 3 atm.

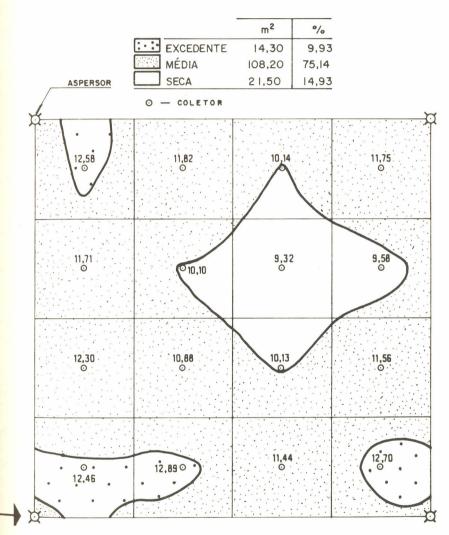


FIG. 7. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD 20A com bocais de 3,1 mm x 2,5 mm no espaçamento de 12 m x 12 m e sob pressão de serviço de 4 atm.

**Valores formecidos pelo fabricante.

*Ia = intensidade de aplicação

V = V

Vazao

2 2 4

0,82

0,83 1,02

12,36 13,44

5,65 6,18 7,22

5,80 7,10 8,10

11,50 14,20 16,30

TABELA 3. Valores da rotação do aspersor (rpm) em função da pressão de serviço para testes realizados com um único aspersor, tipo MD-20A. bocal. 3.1mm x 2.5mm.

715.1	e $\frac{V* \text{ do Aspersor}}{\text{Det.}}$ $\text{Ia*} - 6\text{m} \times 12\text{m}$ $\text{Ia*} - 12\text{m} \times 12\text{m}$ Det. $Tabela**$ $Det.$ $Tabela**$ $Det.$ $Tabela**(\text{m}^3/\text{h}) (\text{m}^3/\text{h}) (\text{mm/h}) (\text{mm/h}) (\text{mm/h}) (\text{mm/h})$	Ia* - 61 Det. Ta	Aspersor Tabela** (m³/h)	$\frac{\text{V* do.}}{\text{Det.}}$ (m^3/h)	Pressão de <u>V* do Aspersor</u> serviço Det. Tabela* (atm) (m³/h) (m³/h)
1 1 02 1 1	TABELA 4. Vazão e intensidade de aplicação do aspersor de terminada e tabelada, obtidas em função da pressão de serviço e do espaçamento para aspersor tipo MD-20A, bocal 3.1 mm x 2.5 mm.	Vazão e intensidade de aplicação terminada e tabelada, obtidas em são de serviço e do espaçamento po MD-20A, bocal 3.1 mm x 2.5 mm.	e intensi ada e tab serviço 20A, boca	Vazão termina são de	TABELA 4.
	1,45			ia	Média
	1,63				4
	1,37				3
	1,34				2
~	Rotação do Aspersor (rpm)		iço	e Serv	Pressão de Serviço (atm)

TABELA 5. Valores de uniformidade de distribuição-UD (%), coeficiente de uniformidade-CU (%) e eficiência de irrigação-Ei (%) em função da pressão de serviço e do espaçamento entre aspersores referentes a testes realizados com um único aspersor, tipo MD-20A, bocais 5.6mm x 2.5mm.

Parâmetros	Pressão de Serviço	Espa	çamento (m	x m)
T at an e et e e	(atm)	12 x 12	12 x 18	18 x 18
UD		71,57	69,13	_
CU	2	76,09	78,60	-
Ei		36,61	34,80	-
UD		79,97	78,98	53,92
CU	3	85,11	84,88	73,69
Ei		53,98	54,47	37,18
UD		82,18	82,16	64,31
CU	4	87,32	86,89	79,47
Ei		60,34	61,56	48,20
UD		92,18	82,45	78,55
CU	5	94,61	88,30	87,26
Ei		66,74	59,38	56,62

Observa-se pela Tabela 6, que os valores de zona seca diminuíram de 40,10% para 3,26%; de 41,21% para 25,49%; e de 33,58% para 25,28% quando a pressão aumentou de 2 para 5atm, correspondente aos espaçamentos de 12m x 12m; 12m x 18m e 18m x 18m, respectivamente.

Observa-se ainda que os valores destas zonas secas ten dem a aumentar quando o espaçamento entre aspersores au menta para uma mesma pressão de serviço.

Analisando os valores referentes às zonas excedentes observa—se uma redução de 29,60% para 0,21%, de 31,06% para 22,23% e de 45,20% para 22,90%, correspondentes aos espaçamentos de 12m x 12m, 12m x 18m e 18m x 18m, respectivamente, quando a pressão aumentou de 2 para 5 atm.

Pode-se constatar ainda pela Tabela 6, que os valores da zona média aumentaram de 30,30% para 96,53%; de 21,30% para 51,82% para os espaçamentos de 12m x 12m e de 18m x 18m, respectivamente, quando a pressão cresceu de 2 para 5atm. Para o espaçamento de 12m x 18m, o maior valor (52,28%) foi obtido para a pressão de 5atm.

As pressões de serviço e espaçamentos entre aspersores devem ser aqueles que apresentem uma zona média maior ou igual a 50% e que a zona excedente seja maior ou igual a zona seca, ou seja, na pressão de 4atm, o espaçamento se ria 12m x 12m e para 5atm, os espaçamentos seriam 12m x 12m; 12m x 18m e 18m x 18m.

As Figuras 8 a 18 mostram a distribuição das zonas se ca , média e excedente em função da pressão de serviço e do es paçamento para aspersores com bocais de 5,6mm x 2,5mm.

Analisando-se a distribuição das zonas seca, média e excedênte para o espaçamento de 12m x 12m em função da pressão de serviço, pode-se constatar para pressões de 2 e 3atm (Figs. 8 e 9) que as zonas secas localizam-se nas proximidades da linha lateral, enquanto as zonas excedentes

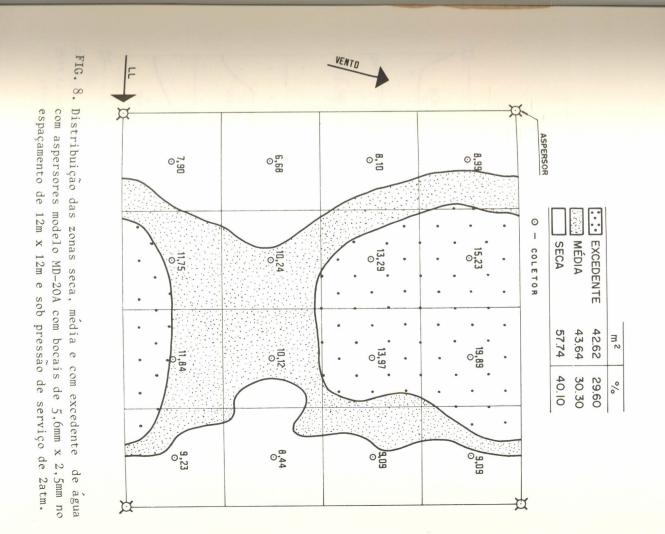
aparecem na parte central entre duas linhas laterais consecutivas. O aumento da pressão de serviço de 4 para 5atm(Figs.10 e 11) proporcionou o aumento da zona com lâmina média. O acréscimo da pressão de serviço condiciona uma maior pulve rização do jato d'água no ar, assim, as gotas de menor tama nho que sofrem uma menor resistência do ar, associadas a uma maior força de lançamento, tendem a alcançar maiores distâncias, o que contribuiu para uma melhor uniformização da lâmina de água entre os aspersores. Evidentemente existe uma pressão adequada que depende do tipo de aspersor e dos bocais. Para valores além da pressão ideal a água emitida adquire alta velocidade, encontra resistência do ar e cai em forma de finissima chuva, mais próxima do as persor (Bernardo 1982; Pair et al. 1975).

Para o espaçamento quadrangular de 18m x 18m (Figs. 16 a 18). constatou-se uma inversão entre a zona com excedente e a zona seca, ou seja. as zonas com excedentes passaram a localizar-se próximas aos aspersores, enquanto as zonas secas passaram para a parte central. Porém, o aumento de pressão condicionou o incremento da zona média.

No espaçamento retangular de 12m x 18m (Figs. 12 a 15), verificou-se que as zonas excedentes também situam-se pro ximas aos aspersores (linha lateral), enquanto as zonas se cas ocupam toda a parte central entre duas linhas late rais, formando uma faixa contínua nítida. Apesar do coeficiente de uniformidade de distribuição ter apresentado valores superiores a 80% (Tabela 5), 12m x 18m não é um espaçamento recomendado para o dimensionamento de sistemas de irrigação, quando a direção predominante dos ventos apresenta-se paralela à linha lateral, devido à formação de áreas secas entre as linhas laterais, mesmo sob pressão de 4 ou 5atm.

TABELA 6. Valores de zona seca-ZS (%), zona média-ZM (%) e zona excedente-ZE (%) em função da pressão de serviço e do espaçamento entre aspersores para testes realizados com único aspersor, tipo MD-20A, bocal 5,6mm x 2.5mm.

Parâmetros	Pressão de Serviço	Espa	çamento (m	x m)
	(atm)	12 x 12	12 x 18	12 x 18
ZS		40,10	41,21	_
ZM	2	30,30	27,73	-
ZE		29,60	31,06	-
ZS		30,00	32,20	33,50
ZM	3	42,10	38,30	21,30
ZE		27,90	29,50	45,20
ZS		30,75	41,99	29,00
ZM	4	48,95	28,06	32,60
ZE		20,30	29,95	38,40
ZS		3,26	25,49	22,90
ZM	5	96,53	52,28	51,82
ZE		0,21	22,23	25,28



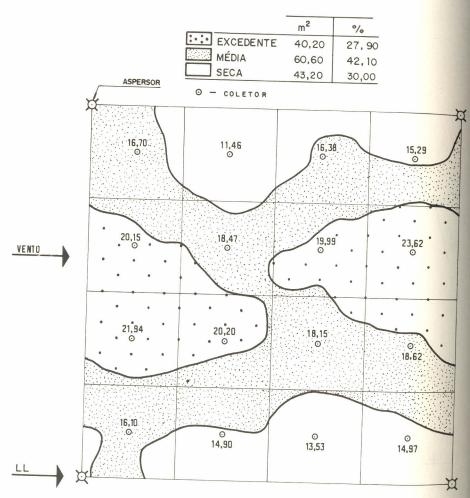
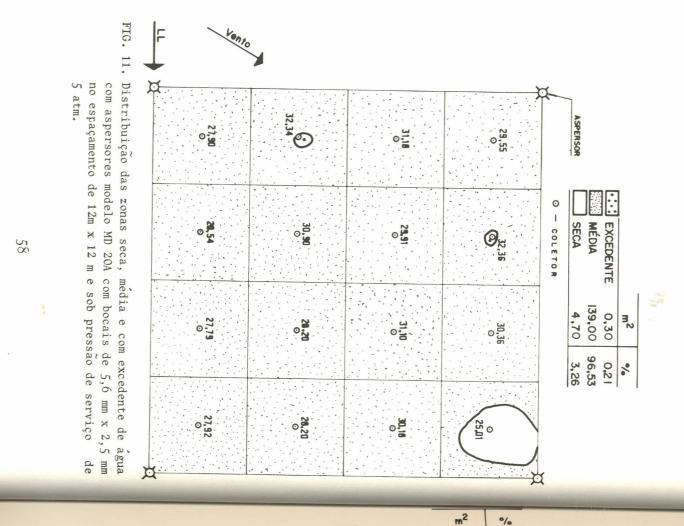


FIG. 9. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD 20A com bocais de 5,6 mm x 2,5 mm no espaçamento de 12 m x 12 m e sob pressão de serviço de 3 atm.

		m² °/ _°	_
	EXCEDENTE	29,23 20,	30
	MÉDIA	70,49 48,	
	SECA	44,28 30,	75
ASPERSOR	O - COLETOR		~
23,00	21,81	22,07 ©	19.99
25,19 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	21,71 ©:	21,38	23,66
21,33 o	17,49	17,37	23,46
17,40	15,43	16.83 ⊙	17,56

FIG. 10. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6 mm x 2,5 mm no espaçamento de 12 m x 12 m e sob pressão de serviço de 4 atm.



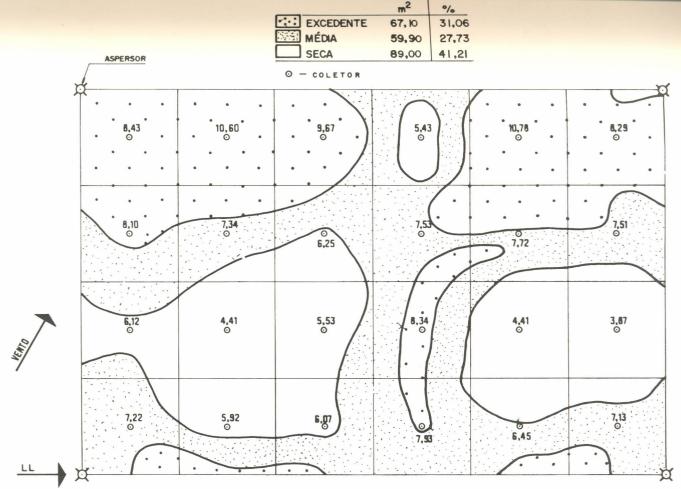


FIG. 12. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6 mm x 2,5 mm no espaçamento de 12 m x 18 m e sob pressão de serviço de 2 atm.

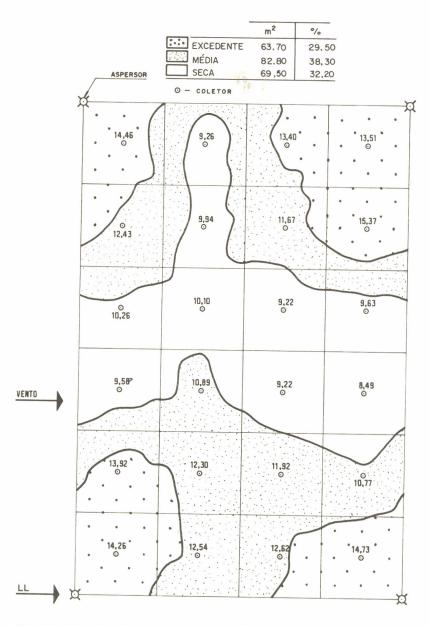


FIG. 13. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6mm x 2,5mm no espaçamento de 12m x 18m e sob pressão de serviço de 3atm.

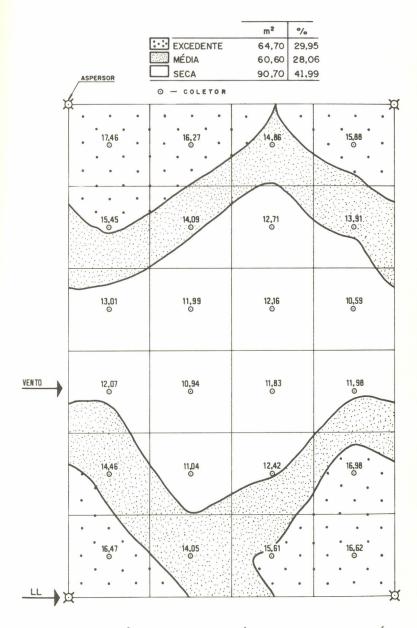


FIG. 14. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6mm x 2,5mm no espaçamento de 12m x 18m e sob pressão de serviço de 4atm.

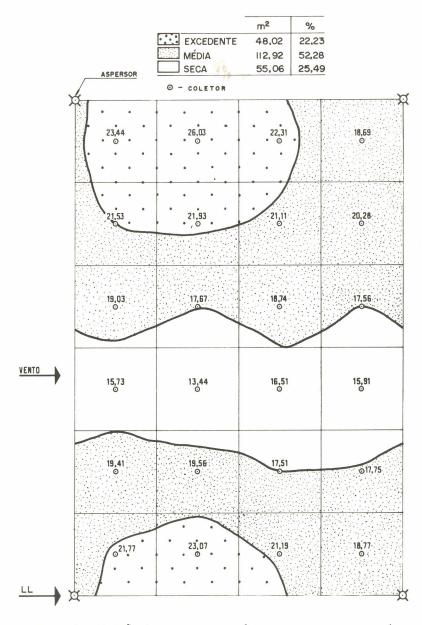


FIG. 15. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6mm x 2,5mm no espaçamento de 12m x 18m e sob pressão de serviço de 5atm.

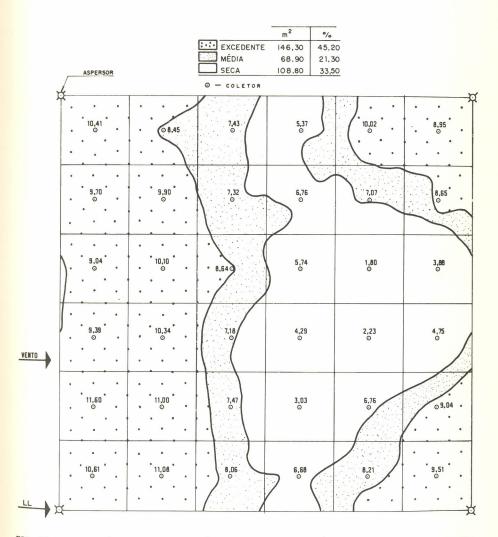


FIG. 16. Distribuição das zonas seca. média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A.

com bocais de 5.6mm x 2.5mm no espaçamento de 18m x 18m e sob pressão de serviço de 3atm.

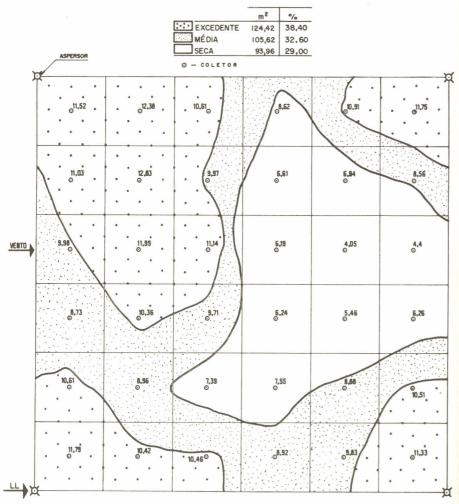
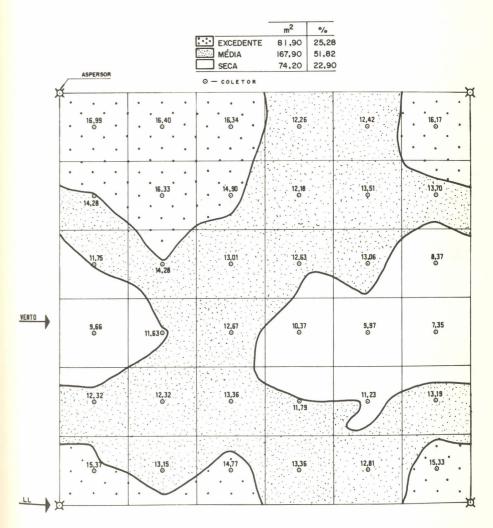


FIG. 17. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água em aspersores modelo MD-20A, com bocais de 5,6 mm x 2,5 mm no espaçamento de 18 m x 18 m e sob pressão de serviço de 4 atm.



FIC. 18. Distribuição das zonas seca, média e com excedente de água com aspersores modelo MD-20A com bocais de 5,6mm x 2,5mm no espaçamento de 18m x 18m e sob pressão de serviço de 5atm.

Constata-se pela Tabela 7 que a rotação do aspersor os cilou em torno de 3rpm. Quando a pressão da mola era reduzida, visando a obtenção de uma rotação menor, o aspersor deixava de girar. O atrito entre o aspersor e a mesa de apoio é maior que a força causada pelo impacto do jato d'água com o martelo, o que condiciona a paralisação do as persor.

A Tabela 8, mostra os valores de vazão e intensidade de aplicação do aspersor determinada e tabelada, obtidas em função da pressão de serviço e do espaçamento para aspersor tipo MD-20A, com bocais de 5,6mm x 2,5mm. Os valores tabelados foram obtidos de catálogos técnicos fornecidos pe lo fabricante.

Verifica-se pela Tabela 8 que os valores encontrados são inferiores aos valores fornecidos pelos fabricantes o que pode ser explicado possivelmente, pelas diferentes con dições de ambiente em que os testes foram realizados.

TABELA 7. Valores da rotação do aspersor (rpm) em função da pressão de serviço para testes realizados com um único aspersor modelo MD-20A bocal, 5.6mm x 2.5mm.

Pressão de Serviço (atm)	Rotação do Aspersor (rpm)
2	3,05
3	3,07
4	3,06
5	3,04
Média	3,06

do espaçamento determinada. Vazão e intensidade de aplicação do aspersor em função da pressão de 20A, bocal 5.6mm x 2.5mm. obtidas ∞

Ia* - 18 x 18m	Tabela**	(mm/h)	ı	7,1	8,2	9,1
Ia* -	Det.	(mm/h)	ı	2,06	6,17	9.01
Ia* - 12 x 18m	Tabela**	(mm/h)	8,7	10,6	12,1	13,5
Ia* - 1	Det.	(mm/h)	7,09	8,94	9,25	13,55
12 x 12m	Tabela**	(mm/h)	13,0	15,9	18,1	20,2
Ia* - 1	Det.	(mm/h)	10,63	13,40	13,88	20,33
Vazão do aspersor Ia* - 12 x 12m	Tabela**	(m^3/h)	1,89	2,30	2,63	2,93
Vazão d	Det.	(m^3/h)	1,53	1,93	2,00	2,93
Pressão de	serviço	(atm.)	2	3	4	2

*Ia= intensidade de aplicação do aspersor *Valores fornecidos pelo fabricante. A Figura 19 a 25 mostram os perfis do aspersor DANTAS modelo MD-20A com bocais 3,1mm x 2,5mm e 5,6mm x 2,5mm. Observa-se pelas Figuras 19 a 21 para o aspersor com bocais de 3,1mm x 2,5mm que o raio de alcance oscilou em torno de 10,5m para as pressões de 2 a 3atm. Quando a pressão pas sou para 4atm o raio de alcance aumentou para 13,5m. En quanto para o aspersor com bocais de 5,6mm x 2,5mm, veri ficou-se um aumento do raio de alcance dos aspersores para um aumento da pressão de 2 para 5atm (Figuras 22 a 25).

O perfil de um aspersor traduz como se distribui a precipitação circular teórica pelo aspersor e é talvez o fa tor mais importante na caracterização do regime de funcio namento (Pair et al. 1975). Dentre os tipos de perfis propostos por Christiansen (1942), os perfis encontrados assemelham-se melhor ao perfil triangular.

O conhecimento do perfil que caracteriza o regime de funcionamento dos aspersores a utilizar numa instalação, correspondente aos valores do diâmetro de bocais e pres são de serviço, permite resolver da melhor maneira a dis posição dos aspersores no campo, a qual pode ser quadrado ou retangular, bem como das sobreposições mais convenien tes, de modo a obter uma adequada uniformidade de distribuição da água (Pair et al. 1975, Raposo 1980).

Verifica-se pela Tabela 9 uma grande variação na velo cidade do vento de um teste para outro. Observou-se duran te a realização dos testes, um arrastamento das gotas mui to pequenas, a distâncias consideráveis do aspersor. graças à força do vento, que lança uma pequena quantidade de água fora da área do teste, não coletada pelos recipientes.

O vento altera o coeficiente de uniformidade provocan do distorção da distribuição da água pelos aspersores, que depende da velocidade do vento e do tamanho das gotas de água. Ocorre um alongamento do modelo de distribuição da água no sentido da ação do vento e uma diminuição no sentido oposto. O efeito dos ventos pode ser consideravelmente di minuido através da redução do espaçamento dos aspersores, tanto ao longo das linhas laterais como entre elas (Gomide 1978), através da implantação de barreiras vivas dentro da área irrigada ou pelo uso de posições alternadas de linhas laterais.

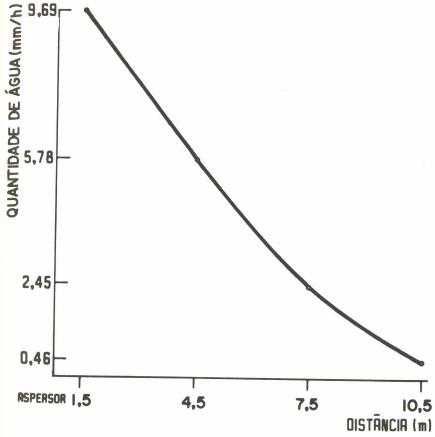
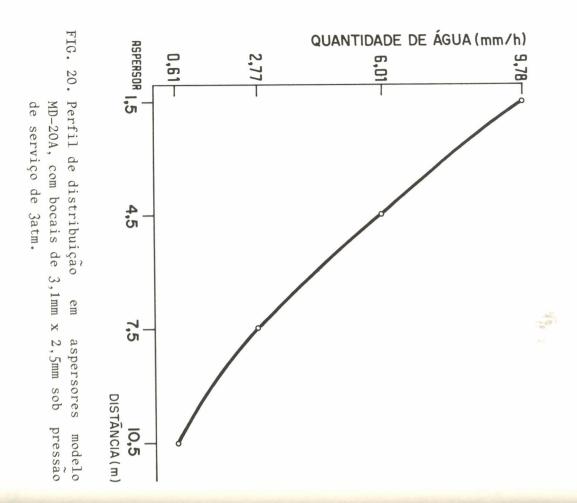


FIG. 19. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD-20A, com bocais de 3,1 mm x 2,5 mm sob pres são de serviço de 2 atm.



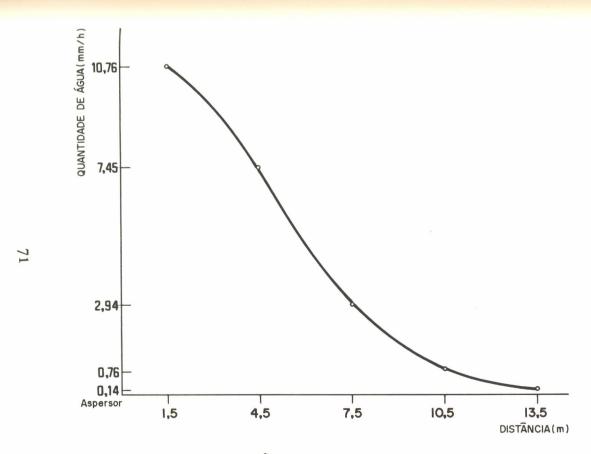


FIG. 21. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD-20A, com bocais de $3.1 \, \text{mm} \times 2.5 \, \text{mm}$ sob pressão de serviço de $4 \, \text{atm}$.

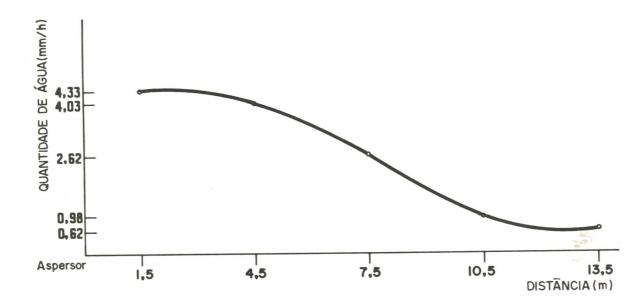


FIG. 22. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD 20A, com bocais de 5,6mm x 2,5mm sob pressão de serviço de 2atm.

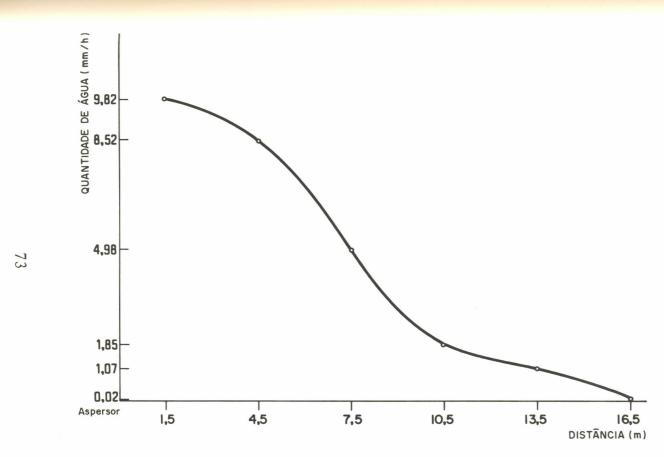


FIG. 23. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD-20A, com bocais de 5.6mm x 2.5mm sob pressão de serviço de 3atm.

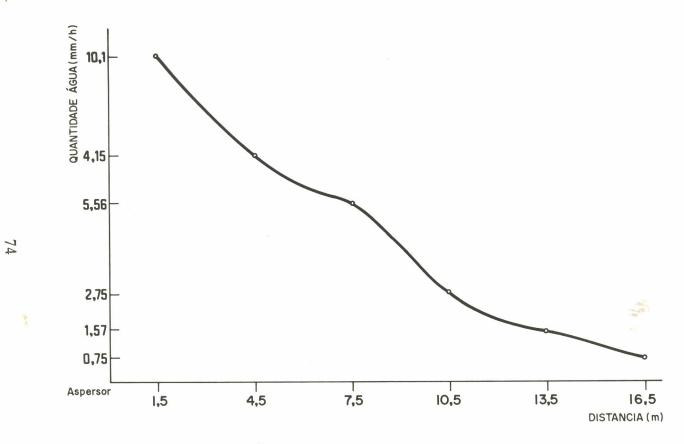


FIG. 24. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD-20A, com bocais de $5,6mm \times 2,5mm$ sob pressão de serviço de 4atm.

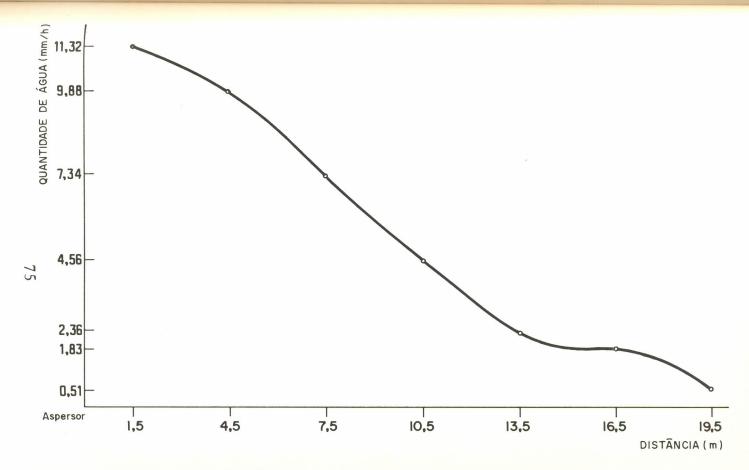


FIG. 25. Perfil de distribuição em aspersores modelo MD-20A, com bocais de 5,6mm x 2,5mm sob pressão de serviço de 5atm.

CONCLUSÕES

Verificou-se que o aspersor modelo MD-20A com bocais de $3.1\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ apresentou os melhores parâmetros técnicos (UD=89,99%; CU-92,30%; Ei-70,06% e ZM=84,51%) para a pressão de serviço de 3atm no espaçamento de $12\text{m} \times 12\text{m}$;

Constatou-se que o aspersor modelo MD-20A, com bocais de 5.6mm x 2.5mm mostrou os melhores parâmetros técnicos para as seguintes condições:

- a) para a pressão de serviço de 4atm no espaçamento de $12m \times 12m$ e de 5atm no espaçamento de $12m \times 18m$, obteve-se UD-82,46%, CU=87,30%;
- b) para 5atm no espaçamento de 12m \times 12m, obteve-se UD=92,18%, CU=94,61%, Ei=66,74% e ZM=96,53%;

A rotação mínima (3 rpm) obtida com esse modelo de as persor com bocais de 5.6mm x 2.5mm apresenta-se bastan te acima do valor recomendado (2rpm).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. Manual de irrigação. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 463p.
- BRANSCHEID, V. O. & HART W.E. Predicting field distribuitions of sprinkler systems. Trans. ASAE, 11(6):801-3,8. 1968.
- CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by sprinkling. Berkeley, California, University of California, 1942. 12p. il. (California. University. Bulletin 670).

Identificação do teste	Pressão	Velocidade do vento
2	(atm)	(m /s)
MD-20A bocais		
3.1mm x 2.5mm	2	0.85
	n	0.15
	4	0.75
Média	-	0,58
MD- 20A bocais		
5.6mm x 2.5 mm	2	2.80
	3	2.06
	4	1.92
	2	1.59
Media		2.00

- CHU, S.T. & ALLRED, E.R. An analytic apreach to determine irrigation sprinkler spacing. Trans. ASAE, 11(4):540-45, 1968.
- DAVIS, J.R. Measuring water distribution from sprinklers. Trans. ASAE, 9(1).94-7, 1966.
- GOMIDE, R.L. Determinação e análise da uniformidade de distribuição da água do sistema de irrigação por aspersão. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 87p. Tese Mestrado.
- LOPES, J.E. Riego por aspersion. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA/IICA, 1975. 33p.
- OLITTA, A.F.L. Os métodos de irrigação. São Paulo, Nobel, 1977. 261p.
- PAIR, C.H.; REID, C. & FROST, K.R. Sprinkler irrigation. 4.ed. Maryland, Sprinkler Irrigation Association, 1975. 615p.
- RAPOSO, J.R. A rega por aspersão. Lisboa, Livraria Clássica, 1980. 339. il.

Revisão Editorial: Maria do Socorro Amorim Gomes

Composição: Ana Maria Vasconcelos Mendes

Arte-final: José Clétis Bezerra

Normatização bibliográfica: SID/CPATSA.