

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO MICROAUTOPROPELIDO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO^{1/}

Jadir Aparecido Rosa^{2/}
Salassier Bernardo^{3/}
Blamor Torres Loureiro^{3/}
Wilson Deniculi^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A irrigação é uma das alternativas para aumentar e garantir a produção agrícola na época tradicional de cultivo, principalmente quando ocorrem períodos secos, conhecidos como veranicos, bem como para permitir o cultivo não-tradicional na época da seca.

O método de irrigação por aspersão tem-se expandido expressivamente nos últimos tempos. Esse método apresenta boa uniformidade de distribuição de água, fácil controle do volume de água aplicado em cada irrigação e grande potencialidade de emprego nos mais diversos tipos de solo.

Segundo vários pesquisadores (1, 2, 3, 4), o rendimento da cultura está estreitamente relacionado com a uniformidade de distribuição da água. Essa uniformidade, no sistema de irrigação autopropelido, é influenciada pelo tipo de perfil de distribuição do aspersor, pela largura das faixas irrigadas, pela relação entre a pressão e o diâmetro do bocal e pela intensidade e direção do vento.

Embora o sistema autopropelido seja amplamente utilizado, Pichon, citado por SCARDUA e LEME (6), afirma que algumas características, como intensidade de precipitação, tamanho de gotas, efeito do vento, capacidade de desenvolver ve-

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, para obtenção do título de «Magister Scientiae» em Engenharia Agrícola.

Aceito para publicação em 2-8-1988.

^{2/} IAPAR. Caixa Postal 129. 84001 Ponta Grossa, PR.

^{3/} Departamento de Engenharia Agrícola da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

locidades uniformes e rendimento do equipamento, são pouco estudadas, embora sejam de grande importância na utilização e no desempenho do equipamento.

Os fatores que devem ser considerados na escolha desse equipamento são a lâmina de água, a uniformidade com que essa lâmina deverá ser aplicada, a eficiência da sua aplicação, a velocidade de deslocamento e o raio de alcance do aspersor. A altura da lâmina depende, principalmente, do raio de alcance do aspersor e da velocidade de deslocamento do equipamento. O vento pode influenciar o raio de alcance do aspersor, afetando, conseqüentemente, a distribuição e a altura da lâmina. A largura das faixas irrigadas deve corresponder a 80% do diâmetro do círculo molhado pelo aspersor, decrescendo até 50% em condições severas de vento, e a direção de deslocamento do equipamento deve ser perpendicular ao sentido dos ventos (1, 4, 6).

Pesquisas agrícolas, em condições de irrigação por aspersão em áreas de ventos de moderados a fortes, podem ter seus resultados prejudicados pela baixa uniformidade de distribuição da irrigação.

Quando se estudam ou projetam sistemas de irrigação por aspersão em regiões quentes, secas e, ou, com elevada velocidade de ventos, devem ser consideradas as perdas por advecção e por evaporação.

A determinação do coeficiente de uniformidade é o processo estatístico mais comum para avaliar sistemas de irrigação por aspersão, e, por convenção, 80% é o valor mínimo aceitável para o desempenho normal do aspersor.

Os microautopropelidos, recentemente introduzidos no mercado, vêm tendo grande receptividade entre os pequenos produtores, em razão do baixo custo inicial e da capacidade de atender à demanda de irrigação dos módulos dos vários programas de assentamentos agrários, além de permitirem o uso de motobombas menos potentes que as dos pivôs centrais, com a utilização de fontes alternativas de energia.

Com este trabalho objetivou-se analisar o desempenho de um sistema de irrigação microautopropelido, atuando em diferentes condições de operação, com a finalidade de fornecer aos usuários as informações necessárias ao dimensionamento e manejo adequados do sistema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), localizado em Planaltina, DF, com as coordenadas 15°35'30" LS e 47°42'30" LWG e altitude de 1:007 m.

A determinação e a análise da uniformidade de distribuição da água, para a avaliação do desempenho do sistema de irrigação microautopropelido, foram feitas por meio de um sistema fabricado pela MTU, modelo APM-140, com aspersor SAMOTO, modelo AJ 38.

Esse sistema foi testado em área não-cultivada, com vegetação rasteira de gramínea e declividade aproximada de 1,5%.

A água fornecida ao microautopropelido foi bombeada de um canal de terra próximo à área dos testes, por meio de uma motobomba com as seguintes características: motor trifásico, marca WEG, com potência de 10 c.v. e 1.745 rpm, e bomba KSB, modelo 50-33/2.

Para avaliar o sistema foi utilizado o método descrito por MERRIAM e KELLER (5), baseado na uniformidade de distribuição da água, o qual consiste em coletar as precipitações por meio de pluviômetros colocados em posição perpendicular à direção de deslocamento do equipamento.

Os pluviômetros foram colocados no espaçamento de um metro, a partir do centro da faixa irrigada, e nos dois lados do carregador, como mostra a Figura 1.

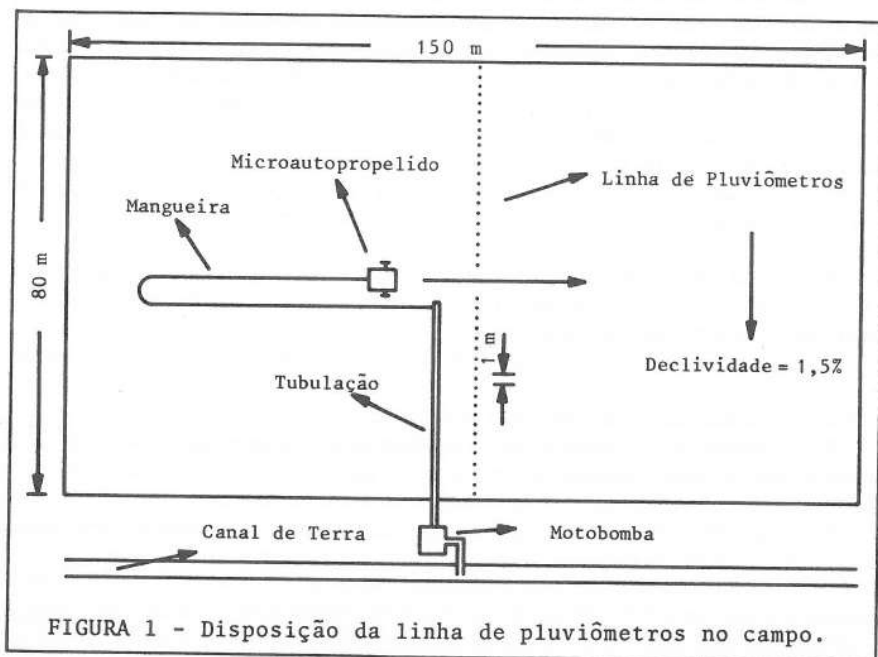


FIGURA 1 - Disposição da linha de pluviômetros no campo.

Na coleta da precipitação foram utilizados, como pluviômetros, recipientes construídos de PVC rígido, com capacidade de um litro cada um, bordas biseladas e 10 cm de diâmetro. Os pluviômetros foram instalados sobre placas de cerâmica previamente niveladas, no terreno, a fim de assegurar o nivelamento da seção de captação.

Para determinar as perdas por evaporação, dois pluviômetros, com volumes conhecidos de água, foram colocados próximos à área dos testes: o primeiro quando o jato do aspersor alcançou a linha de pluviômetros e o segundo quando o equipamento cruzou a referida linha. No final do teste, foram determinadas, por diferença, as perdas ocorridas.

A mudança da velocidade de deslocamento foi feita no sistema de transmissão do equipamento, composto por correia, redutor e corrente. Cada posição da correia, combinada com a pressão de serviço, fornecia uma velocidade diferente. O equipamento foi testado com três posições da correia. Durante o teste, foi determinada a velocidade do deslocamento, estabelecendo-se, com estacas, uma distância de 10 m, ao longo do carregador e, com um cronômetro, o tempo necessário para que o equipamento fizesse o percurso entre as estacas.

A vazão do sistema, para cada bocal e pressão utilizados, foi medida pelo método direto, tanto no bocal do aspersor quanto nos bicos do torniquete hidráulico.

A pressão de serviço do sistema foi medida com um manômetro de Bourdon, graduado em Kg/cm^2 , com divisão de $0,2 \text{ Kg/cm}^2$, acoplado ao tubo de elevação do aspersor, o que permitiu o acompanhamento das variações na pressão, que foram corrigidas no registro localizado na saída da motobomba.

Para caracterizar as condições de temperatura, umidade relativa, velocidade e

direção do vento no momento dos testes, utilizou-se o sistema automático de aquisição de dados agrometeorológicos usado pelo CPAC. A velocidade e a direção do vento foram obtidas a oito metros de altura.

Foram utilizados nos testes bocais de 12,7 e 14,3 mm de diâmetro, combinados com as pressões de 3,0, 3,4 e 3,8 Kgf·cm⁻². Essas pressões foram obtidas mediante o controle da vazão no registro localizado na saída da motobomba. Para cada combinação de bocal, pressão e posição da polia, foram conduzidos três testes.

Com os dados obtidos, foi calculado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), ou seja:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \bar{X}} \right)$$

em que:

$\bar{X}$ = precipitação média geral (mm);

X_i = precipitação obtida no pluviômetro de ordem i (mm);

$|X_i - \bar{X}|$ = valor absoluto dos desvios (mm);

n = número de observações.

As larguras de faixa ou espaçamento entre carregadores foram de 24,30 e 36 m, em cada teste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de uniformidade, para o equipamento testado, determinados para cada bocal, pressão de serviço, velocidade média de deslocamento e espaçamento entre carregadores, encontram-se nos Quadros 1 e 2.

Por esses resultados, verifica-se que os coeficientes de uniformidade, de modo geral, apresentaram tendência de decréscimo com o aumento do espaçamento entre os carregadores. Independentemente das condições de operação, o espaçamento de 36 metros apresentou os menores coeficientes de uniformidade; entretanto, quando se operou com o bocal de 14,3 mm, todos os valores de coeficientes de uniformidade apresentaram-se superiores ao limite aceitável, 80%.

Quanto às pressões testadas, observou-se que seu efeito foi maior sobre a velocidade de deslocamento do equipamento, visto ser a pressão da água responsável pelo movimento do torniquete e, conseqüentemente, pelo deslocamento do equipamento. Verificou-se tendência de maior velocidade de deslocamento quando se utilizou o bocal de 14,3 mm de diâmetro, em relação ao bocal de 12,7 mm de diâmetro, para a mesma regulagem e mesma pressão de serviço.

A variação do coeficiente de uniformidade com o espaçamento relacionou-se sobretudo com o perfil de precipitação obtido no campo, o qual foi influenciado pelo vento.

Nas Figuras de 2 a 7 encontram-se os perfis de irrigação traçados para as velocidades de deslocamento correspondentes às regulagens médias do autopropelido, considerando a relação entre a lâmina aplicada e a distância entre os carregadores. Verificou-se que, de modo geral, próximo aos carregadores as precipitações foram maiores que no restante da faixa irrigada, o que se deveu ao fato de que, nessas áreas, além da precipitação do aspersor, houve precipitação proveniente do torniquete.

QUADRO 1 - Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), conforme a velocidade média do vento e pressão de serviço no bocal de 12,7 mm de diâmetro

Pressão de serviço (Kgf.cm ⁻²)	Velocidade de deslocamento (m.h ⁻¹)	Velocidade média do vento (m.s ⁻¹)	Espaçamento entre carregadores (m)	CUC (%)
3,0	17,60	3,00	24	93,5
			30	86,9
			36	71,9
	30,90	3,10	24	93,1
			30	88,6
			36	77,7
	46,10	1,70	24	94,1
			30	86,4
			36	79,6
3,4	18,80	2,80	24	91,8
			30	85,0
			36	71,0
	31,10	4,40	24	95,5
			30	88,0
			36	72,1
	46,80	2,30	24	88,7
			30	92,2
			36	86,5
3,8	20,10	2,80	24	95,4
			30	91,9
			36	80,9
	33,90	3,80	24	93,0
			30	88,3
			36	74,8
	52,80	3,60	24	85,0
			30	82,8
			36	74,3

Nas Figuras de 2 a 5, as regiões com menor precipitação estão próximas ao centro de cada faixa, principalmente para os espaçamentos de 30 e 36 m, enquanto nas Figuras 6 e 7 as regiões com menor precipitação, para os espaçamentos de 30 e 36 m, estão próximas ao lado esquerdo do carregador.

A variação da lâmina média ao longo da faixa irrigada, sem dúvida alguma, afetará o desenvolvimento da cultura irrigada. Sendo assim, na escolha do espaçamento entre carregadores, diâmetro do bocal do aspersor, pressão de serviço e velocidade de deslocamento deve-se considerar a uniformidade do perfil que se terá ao longo da faixa irrigada.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho, conduzido, em condições de campo, no Centro de Pesquisa Agropecuário do Cerrado, consistiu na determinação da uniformidade de distri-

QUADRO 2 - Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), conforme a velocidade média do vento e pressão de serviço no bocal de 14,3 mm de diâmetro

Pressão de serviço (Kgf.cm ⁻²)	Velocidade de deslocamento (m.h ⁻¹)	Velocidade média do vento (m.s ⁻¹)	Espaçamento entre carregadores (m)	CUC (%)
3,0	18,40	3,00	24	87,7
			30	90,3
			36	83,8
	29,00	2,90	24	93,9
			30	90,4
			36	86,5
	43,60	3,40	24	90,8
			30	90,0
			36	87,6
3,4	19,00	3,30	24	93,7
			30	92,2
			36	86,2
	31,10	3,80	24	90,9
			30	92,5
			36	83,8
	49,30	3,00	24	90,8
			30	88,9
			36	83,9
3,8	20,30	3,50	24	88,6
			30	90,8
			36	85,5
	35,10	1,40	24	95,2
			30	94,5
			36	91,4
	51,60	3,80	24	93,4
			30	94,4
			36	89,1

buição de um sistema microautopropelido, com base na superposição das precipitações obtidas em uma linha de pluviômetros dispostos na posição perpendicular ao deslocamento do autopropelido, em diferentes condições de operação.

O objetivo principal foi avaliar o desenvolvimento do sistema de irrigação microautopropelido, com base na uniformidade de distribuição da água, de acordo com a velocidade de deslocamento do equipamento, pressão de serviço e diâmetro do bocal do aspersor.

Com os espaçamentos de 24 e 30 metros, obtiveram-se coeficientes de uniformidade aceitáveis. O espaçamento de 36 metros forneceu coeficientes mais influenciados pela variação da velocidade e direção do vento. O aumento da pressão de serviço ocasionou aumento na velocidade média de deslocamento, para a mesma regulação nas polias. O aumento do espaçamento entre os carregadores e da velocidade de deslocamento levou à aplicação de lâminas d'água menores.

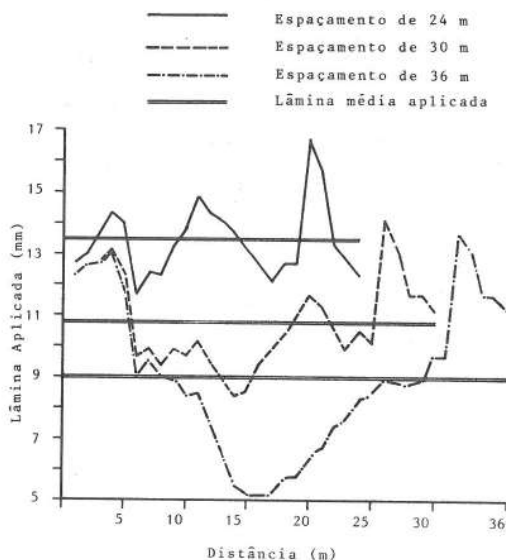


FIGURA 2 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 12,7 mm de diâmetro, pressão de $3,0 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $30,90 \text{ m.h}^{-1}$.

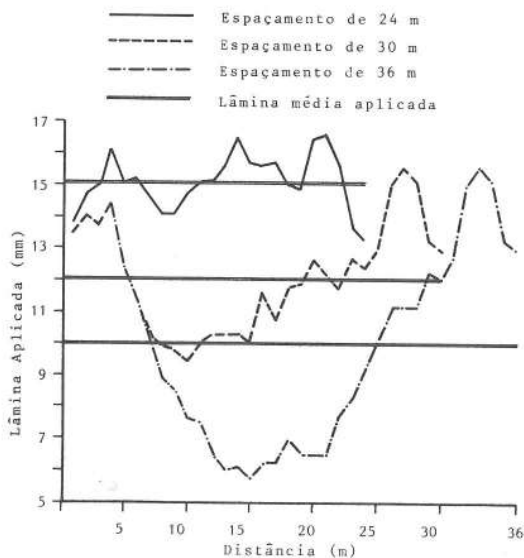


FIGURA 3 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 12,7 mm de diâmetro, pressão de $3,4 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $31,10 \text{ m.h}^{-1}$.

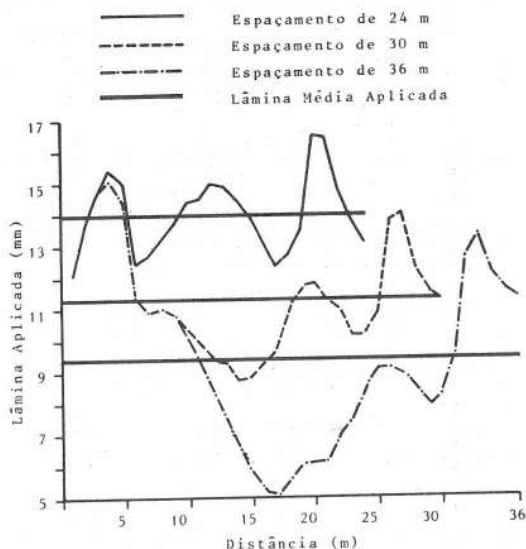


FIGURA 4 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 12,7 mm de diâmetro, pressão de $3,8 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $33,90 \text{ m.h}^{-1}$.

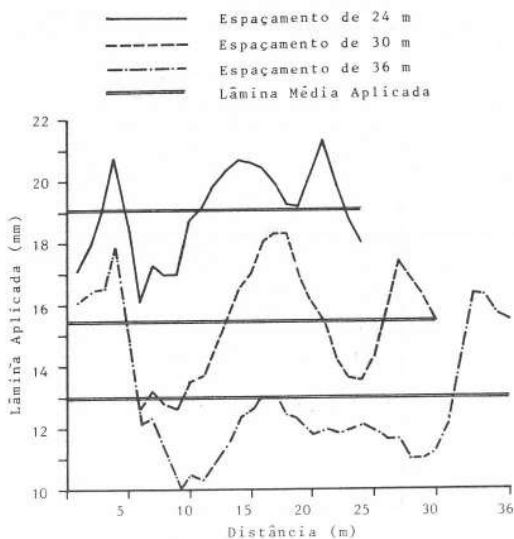


FIGURA 5 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 14,3 mm de diâmetro, pressão de $3,0 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $29,00 \text{ m.h}^{-1}$.

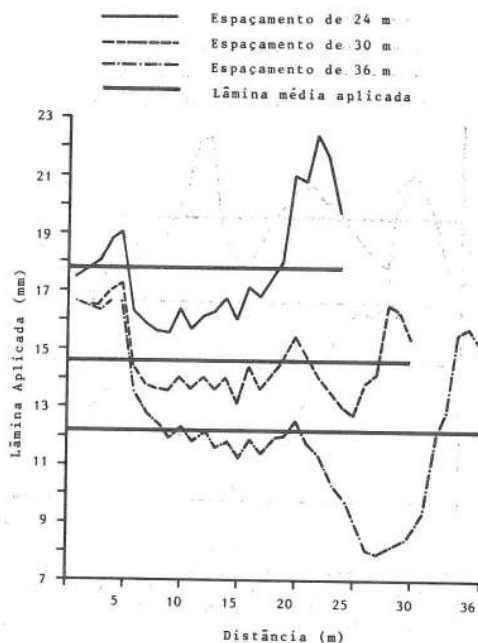


FIGURA 6 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 14,3 mm de diâmetro, pressão de $3,4 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $31,10 \text{ m.h}^{-1}$.

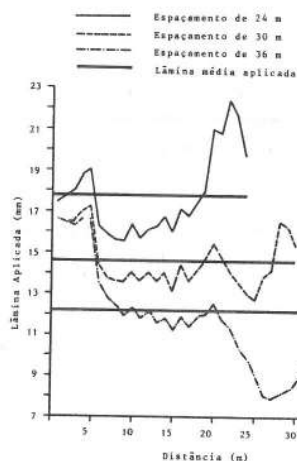


FIGURA 7 - Perfil de irrigação, em mm, com espaçamento de 24,30 e 36 m entre carregadores, para sistema com bocal de 14,3 mm de diâmetro, pressão de $3,8 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade média de deslocamento de $35,10 \text{ m.h}^{-1}$.

5. SUMMARY

(EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF A MICROSELF-PROPELLED IRRIGATION SYSTEM UNDER DIFFERENT OPERATING CONDITIONS)

The main objective of the present study was to evaluate the performance of the microself-propelled irrigation system based on the uniformity of water distribution as a function of the travel speed of the equipment, the sprinkler water pressure and the diameter nozzle. With travel-lane spacings of 24 and 30 meters, greater uniformity coefficients were obtained, while the travel-lane spacing of 36 meters provided coefficients more influenced by the variation of wind velocity and direction. The increase in the sprinkler water pressure caused increase in the average travel speed using the same adjustment of the pulleys. The increase both travel-lane spacing and travel speed resulted in the application of lesser water depths.

6. LITERATURA CITADA

1. BARRETO, G.B. *Irrigação — princípios, métodos e prática*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1974. 185 p.
2. BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 3 ed. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1984. 463 p.
3. CHRISTIANSEN, E.J. *Irrigation by sprinkling*. Berkeley, University of California, 1942. 124 p. (Bulletin, 670).
4. DAKER, A. *A água na agricultura — Irrigação e drenagem*. 6 ed. Rio de Janeiro, Ed. Freitas Bastos, 1984. 543 p.
5. MERRIAM, J.L. & KELLER, J. *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*. Logan, Utah State University, 1978. 271 p.
6. SCARDUA, R. & LEME, E.J. de A. Determinação da uniformidade e eficiência da irrigação por aspersão com equipamento autopropelido em projetos de irrigação em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, I, Maceió, 1979. *Anais...* Maceió, 1979. p. 286-90.