

# INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO ENTRE ASPERSORES E DO USO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESSÃO NA UNIFORMIDADE DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL

Flávio Gonçalves de Oliveira<sup>1</sup>

Flávio Pimenta de Figueiredo<sup>1</sup>

## RESUMO

Em razão da importância do aumento da eficiência da irrigação na racionalização do uso da água, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da redução do espaçamento entre aspersores e a instalação de válvulas reguladoras de pressão na uniformidade de aplicação de água. Fez-se a avaliação de um sistema de irrigação por aspersão convencional, cujos testes de uniformidade duraram uma hora para o sistema de irrigação operando sem regulador de pressão e para a condição do uso da válvula reguladora de pressão em cada aspersor. Nos testes foram instaladas duas malhas de coletores, com espaçamento de 3 x 3 m, sendo uma entre a primeira e a segunda lateral e outra entre a 10ª e a 11ª. Após a coleta dos dados de campo, determinaram-se as lâminas aplicadas e coletadas, os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição, (CUD) a eficiência potencial de aplicação e eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada de 80% nas duas condições. Foi simulada a redução do espaçamento dos aspersores de 18 x 18 m para 12 x 18 m e determinados os parâmetros de desempenho já citados. A análise dos resultados dos ensaios de desempenho permite concluir que a utilização de válvula reguladora de pressão reduz a variação de vazão entre laterais para níveis aceitáveis, proporcionando aumento nos valores de CUC e CUD para as situações testadas e provendo economia de água na ordem de 12%. A redução do espaçamento entre aspersores não proporcionou melhoria nos valores de CUC e CUD.

**Palavras chave:** Irrigação por aspersão, espaçamento entre aspersores, uniformidade de aplicação de água.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF THE REDUCTION OF THE SPACING BETWEEN SPRINKLERS AND USE OF PRESSURE REGULATOR VALVES IN THE UNIFORMITY OF SPRINKLER IRRIGATION

The irrigation efficiency is important to a rational use of the water. This work had the aim of evaluate the influence of the reduction of the spacing between sprinklers and the use of regulator valves in the uniformity coefficient. A conventional sprinkler irrigation system with sprinklers spaced at 18x18 m was evaluated. Uniformity tests of one-hour duration were done, with and without a pressure regulator valve per sprinkler. For the tests two collection meshes spaced 3x3 m were installed between the first and the second, and between the 10<sup>th</sup> and the 11<sup>th</sup> lateral lines. There were calculated the applied and collected blades, the uniformity coefficient of Christiansen (CUC), the uniformity distribution coefficient (CUD) and the potential efficiencies of application and distribution of 80 % adequately irrigated area. The reduction of the space between sprinklers of 18x18 to 18x12 m was simulated and

<sup>1</sup> Instituto de Ciência Agrárias/UFMG. Av. Osmane Barbosa, s/n-JK. Cx. Postal 135. 39404-006 Montes Claros, MG. E-mails: flaviooliveira@nca.ufmg.br, figueiredofp@nca.ufmg.br

the previously cited performance parameters were determined. It was concluded that the pressure regulation valves reduced the flow variation between lateral lines to acceptable levels and provided an improvement of CUC and CUD, promoting about 12% water economy; the reduction of spacing between sprinklers did not provide improvement of CUC and CUD.

**Key words:** Sprinkler Irrigation, spacing between sprinklers, water application uniformity e influence

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica agrícola que demanda a otimização da aplicação de água; por essa razão, faz-se necessário minimizar as perdas causadas pela evaporação, escoamento superficial, percolação profunda e outras, requerendo para isso bom projeto, manejo e correta manutenção do sistema.

A eficiência e a uniformidade de aplicação de água são parâmetros utilizados para caracterizar o comportamento de irrigação em nível de parcela. Infelizmente, um único parâmetro não consegue descrever o comportamento da irrigação, por isso vários são utilizados para se proceder à completa avaliação do sistema.

Segundo Martinez *et al.* (2001), a uniformidade de irrigação indica o grau de regularidade na aplicação de água observada nas diferentes posições da parcela irrigada, e, a eficiência de irrigação é usualmente entendida como o percentual da lâmina bruta de irrigação aplicada, que é utilizada para atender à demanda da cultura e da lixiviação dos sais do solo.

O processo de aplicação de água nos sistemas de irrigação por aspersão depende principalmente do perfil de distribuição de água do aspersor, que é determinado pelo tipo de aspersor, tipo e número de bocais e pela pressão de serviço do aspersor; do *layout* dos aspersores, referente à forma de distribuição dos aspersores em campo e ao espaçamento entre aspersores; e da velocidade e direção do vento, sendo este fator o que mais influencia na distorção da uniformidade de distribuição, tendo papel importante nas perdas por evaporação e arraste pelo vento durante a aplicação.

Na fase de projeto do sistema de irrigação, valores médios de eficiência e de uniformidade são frequentemente assumidos, desconsiderando as condições de manejo e, principalmente, os equipamentos acessórios de irrigação que poderiam proporcionar os melhores valores.

A maioria dos sistemas de irrigação por aspersão requer um valor mínimo da uniformidade de distribuição; e deve-se ter um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de pelo menos 80%. Baixos valores de CUC usualmente revelam incorreta combinação do número de bocais e do diâmetro dos bocais, da pressão de serviço e do espaçamento dos aspersores (Christiansen, 1942; Merriam & Keller, 1978; Soares, 1991).

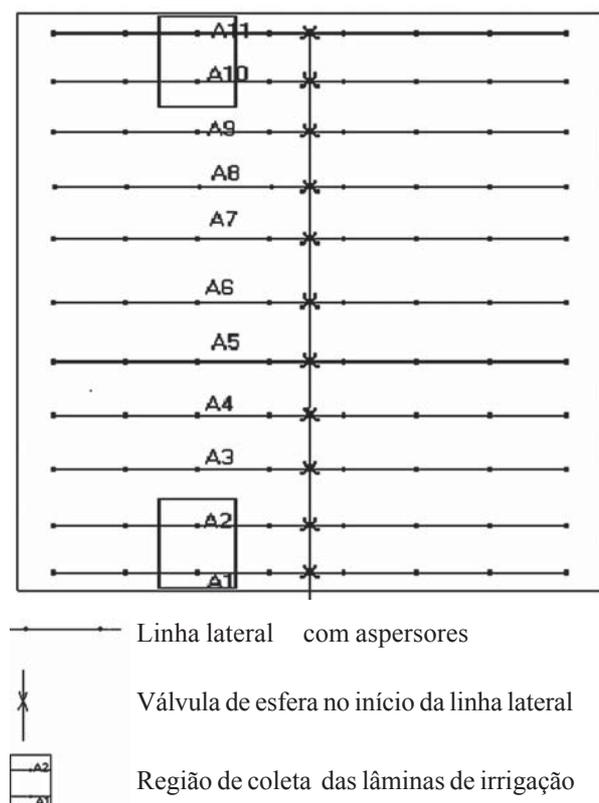
Devido à necessidade de se aumentar a eficiência da irrigação para racionalizar o uso da água, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da redução do espaçamento entre aspersores e da instalação de válvulas reguladoras de pressão no coeficiente de uniformidade e na eficiência de aplicação de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

Avaliou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional instalado em Capitão Enéas, MG.

O *layout* do sistema de irrigação é apresentado na Figura 1, o qual tem área de 2,85 ha irrigada, com toda tubulação fixa e enterrada. O seu funcionamento caracteriza-se com um aspersor por linha lateral, o qual é instalado a 1,5 m de altura, totalizando 11 aspersores operando simultaneamente, sendo um em cada lateral. O desnível geométrico entre a primeira e a última lateral é de 6 m. O diâmetro dos bocais é 5,0 x 2,5 mm, com vazão do aspersor igual a 1,58 m<sup>3</sup>/h na pressão de 200 kPa.

Os testes de uniformidade foram realizados com duração de uma hora para duas condições: sistema de irrigação operando conforme projeto original, sem regulador de pressão; e sistema de irrigação com uma válvula reguladora de pressão em cada saída para aspersor. As válvulas foram reguladas para manter uma pressão de 200 kPa na entrada do aspersor.



**Figura 1.** Esquema do sistema de irrigação e dos locais de teste.

Nos dois testes, utilizaram-se coletores (pluviômetros) de plástico com seção coletora de  $48 \text{ cm}^2$ , instalados em hastes com 50 cm de altura, distribuídos no centro de sub áreas de dimensão de  $3 \times 3 \text{ m}$ . Foram instaladas duas malhas de coletores, sendo uma entre a primeira e a segunda laterais e outra entre a 10ª e a 11ª.

A pressão do sistema foi medida com manômetros instalados na saída da bomba centrífuga e ao longo da linha principal em três pontos: início da primeira, da sexta e da décima primeira (última) linha lateral. A pressão de serviço dos aspersores foi medida no bocal de todos que estavam em operação, utilizando-se um tubo de Pitot, conforme metodologia apresentada por Keller & Bliesner (1990).

Para medição da vazão dos aspersores, instalou-se um hidrômetro em cada uma das 11 linhas laterais, considerando que o sistema é fixo e não ocorrem perdas por vazamento.

A velocidade do vento foi medida com a utilização de um anemômetro digital posicionado a 2,0 m de altura, a cada 12 minutos, perfazendo cinco leituras.

Foram instalados próximos da área dois pluviômetros com volume de água previamente medido para determinação da evaporação ocorrida durante o teste de uniformidade.

O diâmetro dos bocais dos aspersores (Quadro 1) foi medido através de um paquímetro eletrônico com precisão de 0.01 mm.

Após a coleta dos dados de campo, calcularam-se as lâminas aplicadas (Lap) e coletadas (Lcol), os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD), a eficiência potencial de aplicação (Epa) segundo Keller & Bliesner (1990) e eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada de 80% ( $ED_{80}$ ) nas condições 1 e 2, com a utilização do software AVALLIA.

Foi simulada a redução do espaçamento dos aspersores de  $18 \times 18 \text{ m}$  para  $12 \times 18 \text{ m}$ , e determinados os parâmetros de desempenho citados anteriormente para as duas condições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, pela Tabela 1, que na condição 1 o sistema não apresenta equilíbrio das pressões entre as diversas posições de linha lateral, variando de 290 a 180 kPa no aspersor 1, o que é ocasionado pela condição topográfica do terreno e pelas perdas de carga ocorridas no sistema. Esta variação de pressão, aliada à das dimensões dos bocais dos aspersores, provocaram variação de vazão de  $1,35 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $1,69 \text{ m}^3/\text{h}$ , considerada excessiva, pois atinge 20%, sendo o recomendado de 10% na maioria das situações.

Na condição 2, observa-se que mesmo com manutenção da pressão dos aspersores em 200 kPa houve variação das vazões, determinando variação por causa da fabricação (Tabela 1).

Na condição 1, os coeficientes médios de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD) foram de 67,78 e 51,22% respectivamente, conforme Tabela 2. Com a simulação da redução do espaçamento para  $12 \times 18 \text{ m}$ , os valores médios de CUC e CUD foram de 69,21 e 55,28% respectivamente. Estes valores apresentados indicam que, mesmo com a redução do espaçamento entre os aspersores, a uniformidade de distribuição apresenta-se baixa. A maior parte das irrigações por aspersão requer um CUC com valor mínimo de 80% para ser considerado aceitável (Mantovani *et al.*, 2006; Frizzone & Dorado Neto, 2003; Bernardo, 1995; Keller & Bliesner, 1990, Cristhiansen, 1942); porém, para culturas com pastagens,

**Tabela 1.** Diâmetros dos bocais principal (DB1) e secundário (DB2), pressão medida no bocal do aspersor (Psa) e vazão do aspersor (Qa) para os testes realizados nas condições 1 e 2

Asp.	DB1	DB2	Cond. 1		Cond. 2	
			Psa	Qa m <sup>3</sup> /h	Psa	Qa
			mm	mm	kPa	m <sup>3</sup> /h
A1	4,95	2,42	290	1,69	200	1,58
A2	4,96	2,42	280	1,67	200	1,58
A10	4,92	2,40	190	1,46	200	1,47
A11	4,92	2,40	180	1,44	200	1,47
Méd.	4,94	2,41	235	1,57	200	1,52

valores de CUC acima de 75% são satisfatórios (Martín-Benito, 1995).

A instalação de válvulas reguladoras de pressão nos aspersores proporcionou aumento dos coeficientes CUC e CUD para valores médios de 76,16 e 64,25%, respectivamente. Com a simulação da redução do espaçamento em 12 x 18 m, os valores médios de CUC e CUD foram de 83,12 e de 71,8%, respectivamente.

Separadamente, o uso de válvulas proporcionou valores médios de CUC acima de 75%, enquanto na redução do espaçamento esse valor atingiu somente 68%. O uso de válvulas combinado com a redução do espaçamento melhorou a uniformidade, ficando os valores de CUC acima de 82%.

Esses valores demonstram que, em áreas cuja diferença de nível entre as diversas posições de irrigação é maior ou igual que a variação máxima permissível da pressão, a redução do espaçamento entre os aspersores não melhora a uniformidade, sendo recomendadas nes-

tas situações instalação de válvulas reguladoras de pressão e, se necessário, redução então do espaçamento após a colocação das válvulas.

Assumindo uma área adequadamente irrigada para pastagem de 80% (Keller & Bliesner, 1990), na Tabela 2, verifica-se que para um CUC de 67,78% a eficiência de distribuição  $DE_{80}$  é de 66,3%; com CUC de 76,16% a  $DE_{80}$  é de 75,03%; e com CUC de 83,12% a  $DE_{80}$  é de 82,32%.

Para o sistema de irrigação avaliado, cujo requerimento da lâmina líquida de água é de 37,6 mm por turno de irrigação na condição 1, ou seja, com espaçamento entre aspersores de 18 x 18 m e sem válvula reguladora de pressão, tem-se um CUC de 67,78%; e o tempo de irrigação necessário para o atendimento da demanda evapotranspirométrica máxima é de 12 horas por dia. Já para a condição 2, em que tem-se instaladas válvulas reguladoras de pressão, cujo CUC é de 76,16%, o tempo de irrigação necessário passa para 10,7 horas por dia.

**Tabela 2.** Coeficiente de uniformidade de Christiansen entre os aspersores 1 e 2 ( $CUC_{1e2}$ ), entre os aspersores 10 e 11 ( $CUC_{10e11}$ ), e CUC médio (CUCm), coeficiente de distribuição entre os aspersores 1 e 2 ( $CUD_{1e2}$ ), entre os aspersores 10 e 11 ( $CUD_{10e11}$ ), e CUD médio (CUDm), eficiência potencial de aplicação (EPa), eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada de 80% ( $ED_{80}$ ) nas condições 1 e 2 de funcionamento e para as condições 1 e 2 simuladas

Parâm.	Cond.1	Cond. 1 Simul.	Cond. 2	Cond. 2 Simul.
Espaç. m	18x18	12x18	18x18	12x18
$CUC_{1e2}$ %	67,38	69,55	81,00	83,99
$CUC_{10e11}$ %	68,17	68,86	71,32	82,25
CUCm %	67,78	69,21	76,16	83,12
$CUD_{1e2}$ %	51,98	54,70	70,37	72,97
$CUD_{10e11}$ %	50,45	55,85	59,86	70,62
CUDm %	51,22	55,28	64,25	71,80
Epa %	98,22	98,42	97,4	97,03
$ED_{80}$ %	66,3	67,8	75,03	82,32

Observa-se, portanto, que a instalação de válvulas reguladoras de pressão permitiu diminuir o tempo de irrigação em 1,3 hora por dia, o que permite reduzir a lâmina bruta de irrigação em 6,1 mm por turno de rega.

## CONCLUSÕES

- A utilização de válvula reguladora de pressão nos aspersores reduz a variação de vazão entre laterais para níveis aceitáveis, abaixo de 10%, devendo ser recomendada em situações em que desnível geométrico seja grande.

- A redução do espaçamento entre aspersores, na condição de maior desnível geométrico na linha lateral, não proporcionou melhoria nos valores de CUC e CUD.

- A utilização de válvulas proporcionou uma melhoria nos valores de CUC e CUD para as duas condições testadas, trazendo economia de água da ordem de 18%.

## REFERÊNCIAS

- Bernardo S (1995) Manual de irrigação. 6ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 657p.
- Christiansen JE (1942) Irrigation by sprinkling. Berkeley, University of California. 124p. (BULL, 670).
- Frizzone JA & Dourado Neto D (2003) Avaliação de sistemas de irrigação. In: Jarbas Honório de Miranda & Regina Célia de Matos Pires (Eds.) Irrigação. Piracicaba, FUNEP. Vol. 2. 703p. (Série Engenharia Agrícola).
- Keller J & Bliesner RD(1990) Sprinkle and trickle irrigation. New York, Van Nostrand Reinhold. 652p.
- Mantovani EC, Bernardo S & Palaretti LF (2006) Irrigação: princípios e métodos. Viçosa, Editora da UFV. 318p.
- Martín-Benito JMT (1995) El riego por aspersión y su tecnología. Madri: Mundi-Prensa. 491p.
- Martínez JM, Martín - Benito, JMT & Pérez, PC (2001). Influence of irrigation scheduling on uniformity and efficiency of water distribution and energetic cost. In: Environment and the water: Competitive use and conservation strategies for water and natural resources, Brasília, ABID. Anais p.356-363.
- Merrian JL & Keller J (1978) Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan, Utah State University. 271p.
- Soares AA (1991) Irrigação localizada e por aspersão. Brasília, Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. 97 p.