



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL NO PERÍMETRO IRRIGADO DE PONTO NOVO, BAHIA¹

SANTOS JÚNIOR, J. L. C. DOS²; OLIVEIRA, A. S. DE³;
BRANDÃO, F. J. C.⁴; PEREIRA, F. A. DE C.³ & SANTOS, D. M. W. DOS⁵

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 44380-000, Cruz das Almas, BA.

²Engº Agrônomo, MSc., Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), CCAAB/UFRB, Cruz das Almas (BA). Fone (75) 3621-5540. Email: jorgecopquer@yahoo.com.br

³Prof. Doutor, NEAS/CCAAB, UFRB, Cruz das Almas, BA.

⁴Engª Agrônoma, MSc., Bolsista FAPESB, Pesquisadora do NEAS/CCAAB, UFRB.

⁵Graduanda em Eng. Agrônoma, Bolsista IC/FAPESB, NEAS/CCAAB, UFRB.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a uniformidade de aplicação de água por sistemas de aspersão convencional, nas atuais condições de operação e manejo do Projeto de Irrigação de Ponto Novo (10° S, 39° W, 400 m), localizado no semi-árido baiano. A avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação baseou-se no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e na uniformidade de distribuição de água (UD). Em apenas 27% dos lotes estudados os sistemas apresentaram boa uniformidade de distribuição de água, com UD variando de 67,5% (CUC = 79,5%) a 77% (CUC = 85,5%). As principais causas de desuniformidade na irrigação por aspersão foram interceptação do jato d'água pelas plantas, espaçamento inadequado entre aspersores na linha e entre linhas e excessiva pressão de operação dos emissores.

Palavras-chave: aspersão, CUC, UD

DISTRIBUTION UNIFORMITY OF WATER BY CONVENTIONAL SPRINKLER SYSTEMS IN THE PONTO NOVO IRRIGATION DISTRICT, STATE OF BAHIA

ABSTRACT: This research aimed at evaluating the uniformity of application of conventional sprinkler systems under the actual conditions of operation and management at the Ponto Novo Irrigation District (10° S, 39° W, 400 m), in the semiarid of Bahia. The Christiansen's uniformity coefficient (CUC) and the distribution uniformity (DU) were used to evaluate 15 sprinkler irrigation systems. Only 27% of the sprinkler systems presented good water distribution, with UD varying from 67.5% (CUC = 79.5%) to 77% (CUC = 85.5%). The main causes for the poor application uniformity with the sprinkler systems were interception of the jet of water for the plants, inadequate spacing among sprinklers in the line and between lines and excessive pressure of operation of the originators.

Key words: sprinkler, CUC, UD



INTRODUÇÃO

O uso eficiente da água na agricultura irrigada requer vistorias periódicas dos equipamentos e a lâmina média aplicada deve ser tanto quanto possível igual à demanda hídrica da cultura, o que exige adequado dimensionamento e manejo do sistema de irrigação.

Nenhum sistema de irrigação é capaz de aplicar água com perfeita uniformidade na área irrigada, descrevendo o termo uniformidade, a variabilidade da lâmina d'água distribuída na superfície do terreno (Resende et al., 2002). Dois indicadores dessa variabilidade, o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) e a UD (Uniformidade de Distribuição de Água) são comumente utilizados para avaliação de sistemas pressurizados de irrigação. O CUC utiliza o desvio médio como medida de dispersão (Frizzone, 1992), correspondendo o desvio médio à média aritmética do valor absoluto da diferença entre cada lâmina de irrigação aplicada na superfície do solo e a lâmina média aplicada. A UD baseia-se na lâmina média recebida pela quarta parte da área menos irrigada.

Nesse sentido, o CUC dá o mesmo tratamento aos setores com déficit e excesso de molhamento, enquanto a UD, ao se basear nos 25% menores valores de lâminas aplicadas, dá mais ênfase aos setores da área com déficit de molhamento (WILSON & ZOLDOSKE, 1997). Tanto o CUC quanto a UD podem ser utilizados para avaliar eventos isolados de irrigação, tendendo ambos a 100% (impossível na prática) quando a lâmina aplicada em cada ponto da área irrigada se aproxima da lâmina média.

Frizzone (1992) destacou vários fatores que na literatura especializada tem sido associados à desuniformidade de aplicação de água por sistemas de irrigação por aspersão, quais sejam: pressão de operação dos emissores, espaçamento entre emissores, velocidade do vento, altura da haste de elevação do aspersor, velocidade de rotação e tensão da mola, no caso de aspersores rotativos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação por aspersão convencional do Projeto de Irrigação Ponto Novo, nas atuais condições de manejo e operação dos sistemas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Projeto de Irrigação Ponto Novo (PIPNO) está localizado no semi-árido baiano (10° S, 39° W, 400 m) entre as cidades de Ponto Novo e Senhor do Bonfim, distante 350 km a noroeste de Salvador, capital do Estado da Bahia. Em termos anuais as condições climáticas incluem insolação de 2250 h, precipitação média de 642 mm, temperatura média de 24°C, umidade relativa média de 72% e 1908 mm de evapotranspiração potencial.

Quinze lotes (23,1% do total de lotes irrigados por aspersão convencional por pequenos produtores) foram avaliados em diferentes setores do perímetro, contemplando as principais culturas em exploração (Tabela 1).

O desempenho dos sistemas de irrigação por aspersão foi avaliado respeitando as atuais condições de dimensionamento dos sistemas, idade e manutenção dos equipamentos, culturas irrigadas e manejo da irrigação. Os procedimentos de avaliação no campo seguiram recomendações de Frizzzone (1992).

A avaliação de desempenho dos sistemas de irrigação por aspersão baseou-se no coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e na uniformidade de distribuição de água (UD).

Os critérios da Tabela 2 adaptados de NRCS (1997) foram utilizados para classificação dos sistemas de aspersão convencional avaliados nos diferentes lotes do PIPN, quanto à uniformidade de distribuição da água.

Tabela 1. Marca e modelo de aspersores testados, espaçamento no campo e cultura irrigada nos lotes avaliados com aspersão convencional, no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia.

Lote	Aspersor (marca/modelo)	Espaçamento (m x m)	Cultura		
			Nome	Idade (mês)	Altura (m)
L01	Fabrimar / A1823 ^(a)	12 x 18	melancia	2	-
L02	Fabrimar / A1823	12 x 18	banana + melancia	3	1,2 ^(e)
L03	Naan / 333 ^(b)	12 x 18	banana	4	1,5
L04	Naan / 333	12 x 18	manga	60	3,0
L05	Naan / 333	12 x 18	tomate	1	-
L06	Fabrimar / A1823	12 x 12	banana	3	1,2
L07	Naan / 333	18 x 18	banana	12	4,0
L08	Naan / 333	12 x 18	melancia	2	-
L09	Naan / 333	18 x 18	banana	3	1,2
L10	Fabrimar / A1823	12 x 18	banana	4	1,5
L11	Fabrimar / A1823	18 x 18	banana + feijão	2	1,0
L12	Naan / 333	12 x 18	banana + tomate	3	1,2
L13	Fabrimar / A232 ^(c)	18 x 18	alfafa	7	-
L14	Naan / 5022 ^(d)	12 x 12	heliconia	12	-
L15	Naan / 333	12 x 12	banana	9	4,0

^(a) Bocais 5,6 mm x 3,0 mm, pressão de serviço 250 kPa, vazão 2,12 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 28 m.

^(b) Bocais 4,6 mm x 3,8 mm, pressão de serviço 300 kPa, vazão 2,08 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 35 m.

^(c) Bocais 4,8 mm x 3,2 mm, pressão de serviço 250 kPa, vazão 2,02 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 28 m.

^(d) Bocais 3,0 mm x 2,5 mm, pressão de serviço 300 kPa, vazão 0,98 m³h⁻¹ e diâmetro molhado 23 m.

^(e) Altura média de plantas de bananeira.



Tabela 2. Critério geral de classificação dos sistemas de aspersão convencional, com base na uniformidade de distribuição de água, no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia.

Classificação	UD (%)
Péssimo	< 50
Regular	50 - 65
Bom	65 - 85
Ótimo	> 85

Fonte: NRCS (1997)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra, para os quinze lotes visitados, os valores médios de pressão de operação e vazão dos aspersores entre os quais instalou-se a malha de coletores, bem como a velocidade média do vento durante o teste e os valores de CUC e UD.

O dimensionamento dos lotes por ocasião da implantação do PIPN foi concebido para que os emissores operando na faixa de 250 kPa a 350 kPa pudessem proporcionar adequada distribuição de água na parcela irrigada. Para tanto, à entrada de cada lote, além do hidrômetro, também foi instalada uma válvula reguladora de pressão. No entanto, verificou-se durante os testes que nos sistemas com o mesmo tipo de aspersor, por exemplo, aspersor Fabrimar A1823, a pressão de operação média foi de 394 kPa, com valores variando de 180 kPa no lote L02 a 650 kPa no lote L06, uma diferença de 260%. No caso do aspersor Naan 333, encontrado em oito dos quinze sistemas avaliados, a pressão de operação média foi de 363 kPa, variando de 270 kPa (L09) a 527 kPa (L05), ou seja, uma diferença de 95%. Como mostra a Tabela 3, entre os aspersores de mesma marca e modelo a vazão seguiu a variação da pressão de operação. No entanto, em alguns casos essa relação pode ter sido afetada provavelmente pela inadequada manutenção dos emissores.

A falta de regulação da pressão no ponto de alimentação de água à entrada dos lotes e a grande flexibilidade de operação das unidades a serem irrigadas, provavelmente contribuíram para a ocorrência de grandes diferenças na pressão de operação dos emissores (Tabela 3), com efeito direto sobre a uniformidade de aplicação de água. Observou-se também que em alguns lotes implantados na mais recente etapa de ampliação da área irrigada no PIPN, válvulas reguladoras não foram instaladas, resultando em operação inadequada do sistema.

Observa-se que o CUC variou de 8,9% a 85%, com média de 59,6%, seguindo a UD a mesma tendência, com máximo de 77,0%, mínimo de 6,4% e média de 49,3%. Os menores valores de CUC (17,2% e 8,9%) foram obtidos nos sistemas de irrigação dos lotes L04 e L07, respectivamente. No caso do L04, assim como em outros, identificou-se que a principal causa

Tabela 3. Pressão de operação e vazão do aspersores, velocidade média do vento, indicadores de performance (CUC e UD) e classificação dos sistemas de irrigação por aspersão, avaliados no Projeto de Irrigação Ponto Novo, Bahia, em função da uniformidade de distribuição de água (UD).

Lote	Pressão (kPa)	Vazão (m^3h^{-1})	Velocidade do vento (ms^{-1})	CUC (%)	UD (%)	Classificação	Fração dos lotes (%)
L07	310	2.3	0.2	8.9	6.4	Péssimo	40
L04	355	2.6	2.8	17.2	12.0		
L10	471	3.1	1.6	50.5	30.3		
L11	455	4.4	3.8	59.1	33.3		
L15	471	2.4	3.6	52.0	35.8		
L06	650	4.0	4.5	57.5	44.0		
L12	390	2.4	1.1	59.8	52.8	Regular	33
L03	300	2.6	3.8	66.3	54.5		
L02	180	2.2	2.7	61.5	56.5		
L05	527	2.8	2.8	62.4	59.8		
L13	330	2.0	2.3	71.9	64.5		
L01	215	1.9	3.3	76.9	67.5	Bom	27
L09	270	2.3	1.2	81.2	69.9		
L14	270	0.9	1.8	83.6	74.5		
L08	280	2.2	2.1	85.0	77.0		

para a alta desuniformidade de distribuição da água foi provavelmente a interceptação do jato dos aspersores pela copa das árvores, já que neste lote o sistema de aspersão era utilizado para irrigar mangueiras com 5 anos de idade (3 m de altura e 4 m de diâmetro). No lote L07, verificou-se semelhante situação, pois além do impedimento físico causado por bananeiras de três anos de idade (em torno de 1,2 m de altura), o espaçamento entre os aspersores (18 m na linha x 18 m entre linhas) também contribuiu para a baixíssima uniformidade.

Com os baixos indicadores de uniformidade vistos na Tabela 3, espera-se que as perdas de água por percolação profunda sejam significativas nos lotes avaliados, além de gerar igualmente problemas de molhamento deficitário em alguns setores da área (Keller & Bliesner, 1990; Wilson & Zoldoske, 1997). O problema de aplicações em excesso ou deficitárias tendem a se agravar durante o ciclo de produção, caso o padrão irregular de distribuição de água mantenha-se o mesmo em outros eventos de irrigação.

A Tabela 3 mostra, em função dos critérios definidos na Tabela 2, que dos sistemas de irrigação por aspersão convencional avaliados, 73% foram classificados como péssimo a regular em termos de distribuição de água, e os restantes 27% foram considerados como de boa distribuição. Nenhum dos sistemas foi considerado de ótima uniformidade.

CONCLUSÕES

Nas atuais condições de dimensionamento, operação e manejo da irrigação nos sistemas de aspersão convencional do Projeto de Irrigação Ponto Novo, em apenas 27% dos sistemas



avaliados a uniformidade de distribuição foi classificada como boa ($67,5\% < UD < 77,0\%$). Verificou-se que mudanças operacionais devem ser implementadas para a efetiva melhoria da irrigação por aspersão, tais mudanças tornam-se essenciais para redução dos custos de produção e otimização da receita líquida, principalmente nos lotes irrigados com fruteiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53 p. (Série Didática, 3)
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle Irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.
- NATURAL RESOURCE CONSERVATION SERVICE. **Irrigation water management**. National Engineering Handbook, Chapter 9. 1997. 221 p. Washington: USDA – United States Department of Agriculture.
- REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A.; TORMENA, C.A.; BERTONHA, A. Influência da aplicação de água na uniformidade da umidade no perfil do solo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1553-1559, 2002.
- WILSON, T.P.; ZOLDOSKE, D.F. Evaluating sprinkler irrigation uniformity. Fresno: Center for Irrigation Technology, 1997. 6p. (CATI Publication 970703). (<http://www.cati.csufresno.edu/cit/rese/97/970703> acesso em 21.02.2006)