

Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central

Valderir Facundo do Nascimento¹, Erialdo de Oliveira Feitosa², José Ivo Soares³

¹ Faculdade de Tecnologia Centec, Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. E-mail: valderircentec@hotmail.com

² Universidade Federal do Ceará, Campus Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: erialdofeitosa5@gmail.com

³ Faculdade de Tecnologia Centec, Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. E-mail: ivo_soares@bol.com.br

Recebido: 03/05/2017; Aceito: 20/11/2017.

RESUMO

A inadequada uniformidade de aplicação da água em sistemas de irrigação proporciona excesso em parte da área de cultivo e carência em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura e aumentando o custo de produção. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a uniformidade de aplicação de água por aspersão em pivôs centrais. Foram determinados os seguintes parâmetros: coeficientes de uniformidade (CUC, CUD e CUE) e a eficiência de aplicação. As vazões e pressões dos sistemas foram obtidos de acordo com a metodologia. No pivô central 04 os valores de CUC, CUD encontrados no teste estavam inadequados, abaixo do mínimo recomendado (85%); o CUE foi classificado como razoável e a eficiência de irrigação baixa. No pivô central 05 os valores de CUC e CUE encontrados na avaliação estão de acordo com os valores de referência, mas com baixa eficiência de aplicação devido ao valor de CUD abaixo do mínimo recomendado (85%).

Palavras-chave: Irrigação pressurizada, coeficientes de uniformidade, manejo de irrigação, eficiência de irrigação.

Uniformity of distribution of the central pivot aspire irrigation system

ABSTRACT

The inadequate uniformity of water application in irrigation systems provides an excess of part of the area of cultivation and lack of water in another, reducing the availability of water to the crop and increasing the cost of production. In this sense, the objective was to evaluate the uniformity of water application by sprinkling in central pivots. The following parameters were determined: uniformity coefficients (CUC, CUD and CUE), application efficiency, flow rates and system pressures were obtained from According to the methodology. In the central pivot 04 the values of CUC, CUD found in the test were inadequate, since the values were below the recommended minimum (85%), the CUE was classified as reasonable and the irrigation efficiency was low. At the center pivot 05, the CUC and CUE values found in the evaluation are in accordance with the reference values, but with low application efficiency because the CUD value is slightly below the recommended minimum (85%).

Key words: Pressurized Irrigation, Coefficients of uniformity, irrigation management, irrigation efficiency.

1. Introdução

A técnica da irrigação é definida como sendo a aplicação artificial de água ao solo, em quantidades adequadas, visando proporcionar a umidade adequada ao desenvolvimento normal das plantas. Entretanto, os projetos de irrigação mal dimensionados podem levar a uma baixa eficiência na aplicação da água, ocasionando um desempenho insatisfatório da tecnologia da irrigação. Diante da crise hídrica atual a escolha de um bom projeto de irrigação torna-se um fator determinante para a viabilização dos empreendimentos agrícolas no Brasil. Segundo Silva et al. (2012) a escassez hídrica vem influenciando mudanças de hábitos da população, em especial na atividade da agricultura irrigada, que tem buscado a redução no consumo de água e a otimização dos sistemas de irrigação.

Dessa maneira, o funcionamento adequado do sistema de irrigação consiste, essencialmente, na manutenção da produtividade e rentabilidade em sistemas de produção agrícola irrigados, visto que a uniformidade da irrigação tem efeito no rendimento das culturas sendo considerado um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. Silva e Silva (2005) destacam que na irrigação eficiente é imperativo que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Uma vez instalado o sistema é necessário verificar se as condições previstas inicialmente no projeto se confirmam em campo, para tanto, deve-se avaliar as condições de pressão, vazão e lâminas d'água aplicadas.

O sistema de irrigação pode ser avaliado levando-se em conta aspectos técnicos (eficiência e uniformidade) e aspectos econômicos (SILVA; SILVA, 2005). Bernardo (1995) destaca a importância da determinação da uniformidade de distribuição d'água em qualquer método de irrigação. De acordo com Souza et al. (2006), o coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais parâmetros utilizados na avaliação de sistema de irrigação, visto que expressam a qualidade da irrigação e são decisivos no planejamento e na operação desses sistemas. Rodrigues et al. (2013) ressaltam que a análise dos coeficientes de uniformidade é essencial para avaliar o desempenho de qualquer sistema de irrigação.

Para Moreira e Tomazela (2006), a implantação de um programa de aferições e ajustes periódicos em sistemas de irrigação é de grande importância para racionalizar o uso de água e energia elétrica nas áreas de produção irrigada, pois, além de melhorar a uniformidade de distribuição de água, promove a redução no custo de energia elétrica. Assim sendo, o uso de sistemas de irrigação com elevada eficiência de aplicação, também possibilita melhor eficácia das práticas de fertirrigação e aplicação de defensivos.

Diante do contexto e da importância de se conhecer a uniformidade de irrigação a fim de incrementar a qualidade e produtividade das culturas irrigadas, objetivou-se avaliar o desempenho do sistema de irrigação por aspersão via pivô central na Fazenda Pamplona da SLC Agrícola S/A em Cristalina – GO.

2. Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado nos meses de outubro a dezembro de 2015, na Fazenda Pamplona da SLC Agrícola (Schneider Logemann & Cia Agrícola S/A), localizada na Rodovia GO 436 - km 60, Cristalina, Goiás, cuja área abrange 22.140 hectares.

O município de Cristalina localiza-se geograficamente a 16° 45' de latitude S, 47° 36' de longitude W e altitude de 850 m. O solo predominante na região foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Segundo a classificação climática proposta por Köppen, Cristalina possui um clima do tipo Cwa, isto é, tropical de altitude, com chuva nos meses de outubro a março, e período seco de abril a setembro. A região apresenta precipitação pluviométrica anual de 1.600 mm, temperatura média anual de 20,5 °C e umidade relativa em torno de 40% no inverno e 70% no verão. (SCHMIDT; VALIATI, 2006).

A área plantada na safra 2015/16 foi de 18.745,22 ha, em sistema de rotação de culturas, em que foram cultivados na primeira safra (primavera - verão, época de chuvas no cerrado brasileiro e com uso de irrigação) 991,25 ha de milho comercial; 1.248 ha de milho semente; 6.417,75 ha de soja e 8.029,95 ha de algodão, totalizando 16.686,95 ha. Na segunda safra (outono - inverno, época da seca no cerrado brasileiro) foi cultivado um total de 2.058,27 ha sendo 1.184 ha de trigo, 814,37 ha de milho e 59,9 ha de cevada.

A uniformidade de distribuição do sistema de irrigação, bem como a determinação dos coeficientes CUC, CUD, CUE, além da eficiência de aplicação foi realizada em dois pivôs centrais instalados no cultivo do milho, em que foram denominados de pivô n° 04 e n° 05.

Para a realização do teste do pivô n°04 foram utilizados 136 coletores espaçados em 4,5 m ao longo do raio do pivô, ou seja, da torre central até o lance em balanço; para a coleta dos dados de vazão utilizou-se uma proveta de plástico graduada. Com um cronômetro foi medido o tempo gasto para percorrer uma distância de 20 m (04 min. 41 seg. 54 mil.) com a velocidade do pivô em 100%. A pressão foi medida com manômetro no motor bomba (15 kgf cm⁻²), na torre central (3,8 kgf cm⁻²) e no lance em balanço (0,6 kgf cm⁻²).

No teste do pivô n°05 foram utilizados 140 coletores da torre central até o lance em balanço com o mesmo espaçamento de 4,5 m. Com um cronômetro foi medido o tempo gasto para percorrer uma distância de 20 m (04

min.16 seg. 37mil.) com a velocidade do pivô em 100%. A pressão medida no motor bomba (15 kgf cm⁻²), na torre central (4,2 kgf cm⁻²) e no lance em balanço (1,2 kgf cm⁻²).

A determinação da eficiência de aplicação de água dos pivôs foi realizada por meio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) conforme as equações 1 e 2, respectivamente.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Q_i - Q|}{n \times Q} \right) \dots\dots\dots(1)$$

em que, CUC=coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %; Q_i = vazão de cada coletor, em L h⁻¹; Q = média das vazões coletadas de todos os coletores (L h⁻¹); e, n = número de observações

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{qm} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

em que, CUD = coeficiente de uniformidade, em %; q_{25%} = média das menores vazões observadas, em L h⁻¹; e, qm = vazão média dos coletores, em L h⁻¹.

Também foi determinado o Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE) proposto por Wilcox e Swailes (1947) conforme equação 3.

$$CUE = 100 \times \left(1 - \frac{Sd}{Q_{med}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

em que, CUE - coeficiente de uniformidade estatístico, em %; Sd - desvio-padrão dos valores de precipitação, em (L h⁻¹); Q_{med} = média das vazões coletadas nos coletores na subárea, (L h⁻¹).

Os dois pivôs avaliados são usados, as tubulações aéreas com todos os aspersores foram renovados, a torre central com o painel de comando, bem como outras torres com os motores redutores e a adutora do sistema de captação na estação de bombeamento (sucção e recalque) continuam a mesma.

Os dados foram comparados quanto aos coeficientes segundo a classificação proposta por Mantovani (2001) para os sistemas de irrigação por aspersão (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação do sistema de irrigação por aspersão quanto aos coeficientes de uniformidade, sendo o mínimo recomendado de (85%)

Classificação	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84	> 90
Bom	80 - 90	68 - 84	85 - 90
Razoável	70 - 80	52 - 68	75 - 80

Fonte: Mantovani, (2001).

3. Resultados e Discussão

A uniformidade de distribuição de água é uma medida frequentemente utilizada como indicador dos problemas de distribuição da irrigação, sendo que um baixo valor do CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda. Os valores de CUD são, em geral, menores que os valores de CUC conforme observa-se na Figura 1 em relação aos coeficientes de uniformidade obtidos no pivô central 04.

Os valores de CUC (82, 81%) e CUD (61,73%) encontrados no teste do pivô n°04 encontram-se inadequados, abaixo do mínimo recomendado (85%); o CUE (74,25%) se apresenta como razoável, conseqüentemente a eficiência de irrigação (55,56%) é considerada baixa para este sistema de irrigação.

Merriam e Keller (1978) afirmam que, para culturas de alto rendimento econômico, com sistema radicular raso, a irrigação por aspersão deve apresentar alta uniformidade de distribuição. O CUD deve ser superior a 80% e o CUC acima de 88%. Para cultivos com sistema radicular médio, o CUD pode variar entre 70 e 80% e o CUC entre 80 e 88%. Em culturas com sistema radicular profundo, a uniformidade de distribuição pode variar entre 50 e 70% e o CUC entre 70 e 80%, o valor do CUE é considerado satisfatório quando varia entre 75 e 80%.

A uniformidade de aplicação de água no pivô central n° 04 foi afetada pela baixa pressão de operação dos aspersores e pelo diâmetro dos bocais. Por isso, verificou-se a ordem de colocação dos aspersores ou difusores, alterações ou falha no funcionamento dos reguladores de pressão ou ainda entupimento nos bocais. A ação do vento foi descartada visto que não havia correntes de vento no local na hora dos testes.

Segundo Ramos et al. (1995), a uniformidade de aplicação de água é influenciada por vários fatores, tais como: variações na vazão dos aspersores (sprays) ao longo da linha lateral, variações nas condições do vento, variações na velocidade de rotação e variações nos bocais dos aspersores ou sprays (elevação, diâmetro, tipo e inclinação).

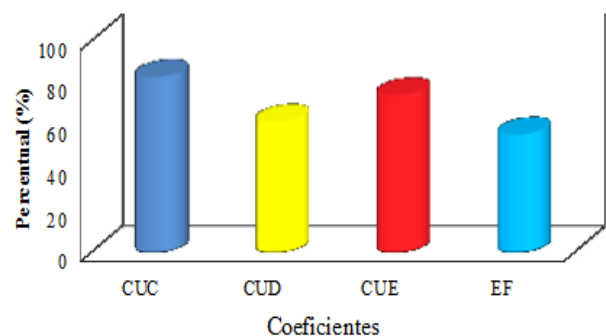


Figura 1. Coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação do sistema de irrigação do pivô central 04.

Os valores de CUC (87,01%) e CUE (84,67%) encontrados no teste do pivô nº05 (Figura 2) apresentaram melhores coeficientes; o valor do CUD (82,45%) um pouco abaixo do mínimo recomendado (85%), e a eficiência de irrigação (74,21%) não alcançou o valor mínimo aceitável. De maneira geral, apresentou uniformidade melhor do que o pivô 04 conforme valores dos coeficientes.

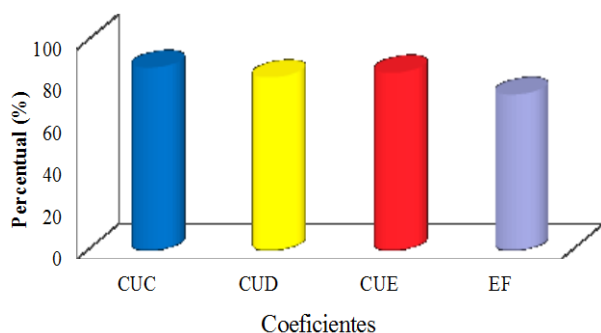


Figura 2. Coeficientes de uniformidade e eficiência de aplicação do sistema de irrigação do pivô central 05

Frizzone (1992) destaca que a baixa eficiência de aplicação da irrigação por aspersão está relacionada com a não uniformidade de distribuição de água e com as perdas de água por evaporação e arrastamento pelo vento. Azevedo et al. (2000) analisando a variação do CUC quanto à velocidade do vento observaram que, ao aumentar progressivamente a velocidade do vento o CUC diminuiu; houve redução do coeficiente de 82 para 28%, quando a velocidade aumentou de 1 para 7 ms^{-1} . Todavia a velocidade do vento não foi a causa dos baixos índices de uniformidade observados, pois durante os testes, não havia vento no local que justificasse diminuição significativa nos valores dos coeficientes.

Outro fator que afeta a uniformidade de aplicação de água é a pressão de serviço dos emissores. A pressão muito alta provoca excessiva pulverização do jato, o que diminui o raio de alcance causando precipitação próxima ao emissor. De outra forma, a pressão muito baixa resulta em má distribuição da água (MANTOVANI et al., 2006).

Desta maneira, Calgaro e Braga (2008) destacam que a uniformidade influencia o custo da irrigação, assim como o desempenho da cultura. As áreas irrigadas que apresentam baixa uniformidade de aplicação de água favorecem o desenvolvimento desuniforme das plantas cultivadas, pois algumas recebem mais água que outras. A necessidade de conservação dos recursos hídricos e redução nos custos de produção, principalmente de energia e de insumos, devem, por meio dos sistemas de irrigação e manejo, proporcionar aplicação de água uniforme e eficiente (REZENDE et al., 2002).

4. Conclusões

O pivô central 04 apresentou menor uniformidade de aplicação de água em relação ao pivô 05.

O pivô central 05 apresentou valores de CUC e CUE adequados, mas com baixa eficiência de aplicação de água devido ao valor do CUD se apresentar abaixo do mínimo recomendado (85%).

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em um sistema de irrigação por aspersão de alta pressão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande-PB, v. 4, n. 2, p. 152-158, 2000. Disponível em: <<http://agriambi.com.br/revista/v4n2/152.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 6. ed. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 657 p.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. Determinação da uniformidade de distribuição de água em sistema de irrigação localizada. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2008. (Instruções Técnicas, 86). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/249056>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

FRIZZONE, J. A. *Irrigação por aspersão*. Piracicaba-SP: ESALQ – Departamento de Engenharia Rural. Série Didática 3, 1992. 53 p.

MANTOVANI, E. C. *AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada*. Viçosa-MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. *Irrigação: princípios e métodos*. Viçosa-MG: UFV, 2006. 318 p.

MOREIRA, H. M.; TOMAZELA, C. Projetos, atualizações e manutenção dos sistemas de irrigação. *Revista Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília-DF, v. 1, n. 69, p. 52-53, 2006. Disponível em: <http://www.abid.org.br/arquivo/revista/revista_pdf/item_69-70.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2017.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. *Irrigation System Evaluation. A Guide for Management*. Logan: Utah State University, 1978. 271 p. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19811964769>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

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*, Maringá-PR, v. 24, n. 5, p. 1553-1559. 2002. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2419/1816>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

RODRIGUES, R. R.; COLA, M. P. A.; NAZÁRIO, A. A.; AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F. Eficiência e uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do

cafeeiro. **Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 9, n. 2, p. 323-334, 2013. Disponível em: <revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/download/1667/2071>. Acesso em: 10 mai. 2017.

SILVA, L. P.; SILVA, M. M.; CORREA, M. M.; SOUZA, F. C. D.; SILVA, E. F. F. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 16, n. 5, p. 480-486, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662012000500003>. Acesso em: 17 abr. 2017.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça-SP, v. 2, n.8, p. 1-17, 2005. Disponível em: <http://www.fauf.br/revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Tm9d5yhlcpezylx_2013-4-29-15-39-59.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017.

SOUZA, L. O. C.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; FREITAS, P. S. L. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB v. 10, n. 3, p. 541-548, 2006. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v10n3/index.htm>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

SCHMIDT, E. W.; VALIATI, M. I. Avaliação do manejo de irrigação para a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*) irrigada por pivô central na Agrícola Wehrmann em Cristalina - GO. **Revista Campo Digital**, Campo Mourão-PR, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2006. Disponível em <http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/301>. Acesso em: 14 mai. 2017.

WILCOX, J. C.; SWAILES, G. E. Uniformity of water distribution by some under tree orchard sprinklers. **Scientific Agriculture**, Ottawa, Canada, v. 27, n. 11, p. 565-583, 1947.