

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE TRÊS SISTEMAS DE PIVÔ CENTRAL EM UMA PROPRIEDADE RURAL DE MINAS GERAIS

Florêncio Silva Nunes¹, Pâmela Rafanele França Pinto², Flávia Vilela Corrêa³, Michael
Silveira Thebaldi⁴, Paulo Ricardo Frade⁵

RESUMO: As eficiências de um sistema de irrigação são fundamentais para avaliá-lo e auxiliar no seu correto manejo, visando uma boa produtividade e minimizar o desperdício do recurso hídrico. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar as Eficiências de Irrigação (Ei), de Aplicação (Ea), Potencial de Aplicação (Epa), de Armazenagem (Es) e de Distribuição (Ed) em três pivôs centrais instalados no município de Formiga, Minas Gerais. A evaporação não foi significativa durante o ensaio. Observou-se que as eficiências calculadas foram consideradas aceitáveis, satisfatórios ou excelentes, com exceção à Ea, que não apresentou um valor otimizado, o que mostra que há desperdício de água durante as aplicações. Por fim, constatou-se que apesar do bom funcionamento dos sistemas, pelos valores obtidos para a Ei os bocais não estão bem alocados. Assim, há a necessidade de manutenções regulares.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho da Irrigação, Engenharia de Irrigação, Irrigação por Aspersão

EFICIENCY EVALUATION OF THREE CENTER PIVOT SYSTEMS IN A RURAL PROPERTY IN MINAS GERAIS

ABSTRACT: The irrigation system efficiencies are essential to evaluate it and to help in its correct management, aiming a good yield and minimizing the waste of water resources. The objective of this study was to evaluate the Efficiencies of Irrigation (Ei), Application (Ea), Potential Application (Epa), Storage (Es), and Distribution (Ed) in three center pivot systems installed in the city of Formiga - MG. Evaporation was not significant during the tests. It was

¹ Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Formiga, Formiga – MG, BR. CEP:35574-530

² Engenheira Ambiental e Sanitarista, graduanda, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MG, BR. CEP: 37.200-900

³ Engenheira Ambiental e Sanitarista, doutoranda em Recursos Hídricos, Departamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MG, BR. CEP: 37.200-900

⁴ Engenheiro Agrícola, Doutor em Recursos Hídricos, Professor do Departamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MF, BR. CEP: 37.200-900. E-mail: michael.thebaldi@ufla.br

⁵ Engenheiro Ambiental, Professor Mestre, Centro Universitário de Formiga, Formiga – MG, BR. CEP:35574-530

verified that the efficiencies presented values considered acceptable, satisfactory, or excellent, except E_a , which had values below the appropriate, and thus, there is water wastage during applications. Finally, despite the proper systems operation, according to the values obtained for E_i , the spraying nozzles are not well allocated, what showed a need for regular maintenance.

KEYWORDS: Irrigation performance, Irrigation Engineering, Sprinkle Irrigation

INTRODUÇÃO

No Brasil, o sistema de irrigação por pivô central está entre as técnicas de aspersão mais empregadas, junto com os autopropelidos e os aspersores convencionais, sendo o mais indicado para grandes áreas (CASTIONE et al., 2015) além de ter fácil operação e baixa necessidade de mão-de-obra (DEMARQUI & DEMARQUI, 2020).

Todas as culturas têm uma demanda hídrica e os sistemas de irrigação buscam levar a elas a quantidade de água necessária para o seu desenvolvimento, visto que, a falta ou o excesso desse recurso pode limitar sua produção e desenvolvimento. Dessa forma, ter ciência sobre o desempenho do sistema de irrigação é primordial para assegurar a maior eficiência do uso da água na irrigação (LOPES et al., 2007; VALIOTI et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2017; TOLEDO et al., 2017).

Além disto, é imprescindível o correto manejo da irrigação para que não ocorra desperdício de água e, mais importante, não prejudicar a cultura irrigada, assim, visando atingir uma maior produtividade e qualidade da cultura irrigada (SOUSA et al., 2011; MANTOVANI et al., 2013; TOLEDO et al., 2017).

Diante de um cenário de escassez hídrica, torna-se mais relevante o manejo otimizado da irrigação, visto que graças a ela é possível colaborar para a melhoria da produção (SILVA et al., 2012; MORAES et al., 2014; CASTIONE et al., 2015). Desta maneira, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de três sistemas de irrigação por pivô central, por meio da Eficiência de Irrigação (E_i), Distribuição (E_d), Aplicação (E_a), Potencial de Aplicação (E_{pa}) e Armazenagem (E_s), além de contribuir com o manejo ótimo da irrigação nos equipamentos avaliados.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Primavera, zona rural do município mineiro de Formiga, que tem 1100 hectares de área cultivada. Para dos ensaios foram utilizados coletores,

hastes de alumínio e provetas graduadas em milímetros. Além desses equipamentos, foi necessária a utilização de anemômetro do modelo Icel Manaus AN-3090 e trena, com a finalidade de obter dados relativos à velocidade e direção do vento e para mensurar o espaçamento entre coletores, respectivamente.

Os testes foram realizados em três pivôs centrais, denominados pivô 1 (cultivado com batata), 2 e 3 (cultivados com milho). O pivô n°1 tem 692 metros de raio, o pivô n° 2 tem 405 metros e o pivô n° 3, 408 metros. Os coletores foram instalados com uma distância de quinze metros de modo a ficarem perpendicularmente ao caminhamento da linha lateral do pivô, em duas linhas radiais com abertura distantes três graus entre si, com o relé percentual do equipamento ajustado em 100%. Foram utilizados para os pivôs n°1, 2 e 3; 92, 54 e 56 coletores, respectivamente. Para o teste de evaporação realizado durante o ensaio, observou-se que esta não foi significativa.

Com o uso de planilhas eletrônicas, foram calculados os valores das eficiências para cada pivô. Por meio da Equação 1 foi calculada a Eficiência de Irrigação (E_i).

$$E_i = 100 \times \frac{IRN}{ITD} \quad (1)$$

Em que: IRN – Irrigação real necessária; e ITD – Lâmina média de irrigação derivada ao campo.

Já a Eficiência de Aplicação (E_a) foi calculada por meio da Equação 2.

$$E_a = 100 \times \frac{IARM}{ITA} \quad (2)$$

Em que: IARM – Lâmina de irrigação útil armazenada, disponível para a cultura; e ITA – Irrigação total aplicada.

Enquanto a Eficiência Potencial de Aplicação (E_{pa}) foi encontrada por meio da Equação 3.

$$E_{pa} = 100 \times \frac{INF}{ITA} \quad (3)$$

Em que: INF Lâmina média de irrigação infiltrada na parcela; e ITA – Irrigação total aplicada.

Por meio da Equação 4, tem-se a Eficiência de Distribuição (E_d).

$$E_d = 100 \times \frac{IRF}{INF} \quad (4)$$

Em que: IRN – Irrigação real necessária; e INF Lâmina média de irrigação infiltrada na parcela.

Por fim, a Eficiência de Armazenagem (E_s) foi calculada por meio Equação 5.

$$E_s = 100 \times \frac{IARM}{IRN} \quad (5)$$

Em que: IARM – Lâmina de irrigação útil armazenada, disponível para a cultura; e IRN – Irrigação real necessária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode-se observar os valores das eficiências calculadas. Para a Eficiência de Irrigação (Ei), foram obtidos para o Pivô 1 o valor de 85,62%; para o Pivô 2, 83,47% e para o Pivô 3, 83,61% (Figura 1). Assim, dos três pivôs, a maior eficiência foi registrada para o Pivô 1 e a menor do Pivô 2. Para Marouelli et al. (2008) em culturas irrigadas em sistemas de pivô central, valores aceitáveis de eficiência variam de 80 a 90%. Dessa forma, os valores de eficiência são satisfatórios. Já para Merriam et al. (1973), valores de eficiência entre 92 e 98%, demonstram que os bocais estão bem alocados. Para esses pivôs, observa-se que os bocais estão inadequados ao longo dos equipamentos.

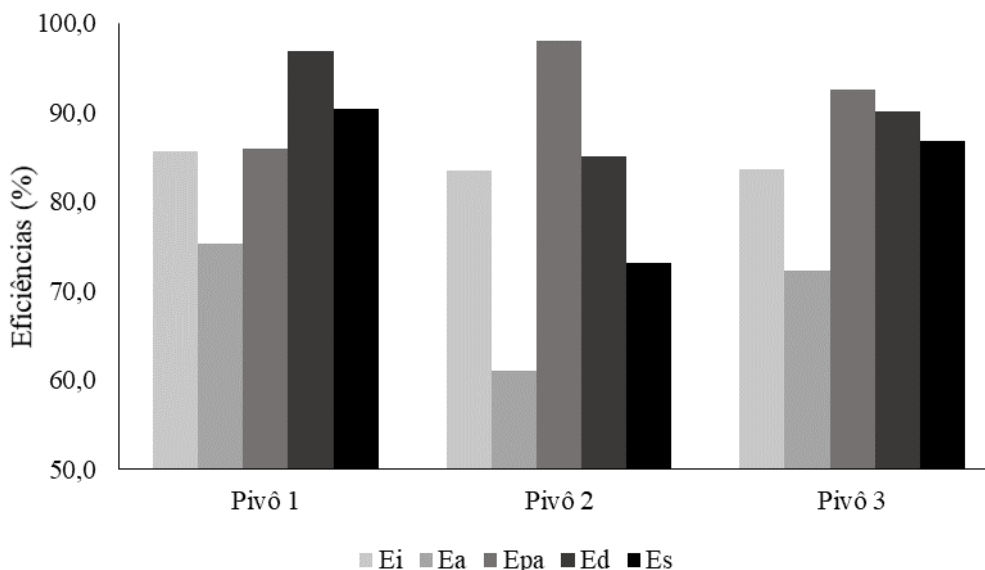


Figura 1. Eficiências calculadas para três sistemas de irrigação por pivô central.

Para a Eficiência de Aplicação (Ea), obtiveram-se, para os Pivôs 1, 2 e 3, valores de 75,33; 61,00 e 72,33%, respectivamente (Figura 1). Para essa medida, a maior eficiência também foi para o Pivô 1. Lima et al. (1999) demonstrou que a perda máxima da irrigação por aspersão deve ser de 10,0% da água aplicada, o que leva a uma indicação que a Ea mínima deve estar próxima a 90,0%. Desta forma, nos pivôs estudados não se têm valores ótimos de Ea e, assim, há um desperdício de água.

Para a Eficiência Potencial de Aplicação (Epa), os resultados obtidos foram de 86,00% para o Pivô 1, 98,00% para o Pivô 2 e 92,50% para o Pivô 3 (Figura 1). No trabalho de Oliveira et al. (2004) obteve-se valores entre 80 e 99% para onze sistemas de pivô central no estado da Bahia.

A Ed e a Es são alguns dos parâmetros mais utilizados para analisar a irrigação (SILVA & KLAR, 2010). Para a Eficiência de Distribuição (Ed), verificou-se no Pivô 1 um valor de

96,90%, enquanto para o Pivô 2 e o Pivô 3, respectivamente 85,03 e 90,09% (Figura 1). Segundo Hart et al. (1979), Ed superiores a 80% apresentam desempenho excelente.

Calculou-se uma Eficiência de Armazenagem (Es) de 90,40% para o Pivô 1, 73,20% para o Pivô 2 e 86,80% para o Pivô 3 (Figura 1). Para essa eficiência, o maior valor foi o do primeiro pivô e o menor do segundo pivô. De acordo com Hart et al. (1979), valores acima de 80,0% são considerados excelentes e acima de 50% satisfatórios, assim, para os sistemas analisados, o primeiro e o terceiro tiveram classificação excelente, enquanto o segundo é satisfatório.

CONCLUSÕES

Para a Ea os valores obtidos demonstraram que o funcionamento não está ocorrendo conforme o esperado, assim, há o desperdício de água para os três sistemas de pivô central. O Ei demonstra que, apesar de ter um valor aceitável para essa eficiência, os bocais não bem alocados. As demais medidas de eficiência apresentaram bons resultados, desta forma, os sistemas da Fazenda Primavera têm um bom funcionamento, porém, necessitam de verificações técnicas e realização de manutenções.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Describing irrigation efficiency and uniformity. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 104, n. 1, p. 35-41, 1978.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, C. **Manual de irrigação**, edição: 8ª. Editora: UFV, 1ª reimpressão. Viçosa, MG, 2008, 625p.
- BURT, C. M.; CLEMMENS, A. J.; STRELKOFF, T. S.; SOLOMON, K. H.; BLIESNER, R. D.; HARDY, L. A.; HOWELL, T. A.; EISENHAUER, D. E. Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 123, n. 6, p. 423- 442, 1997.
- CASTIONE, G. A. F.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; CAMPOS, M. C. C.; CUNHA, J. M. de. Variabilidade espacial de textura do solo em área irrigada por pivô central em diferentes posições na paisagem. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 21-226, 2015.
- DEMARQUI, E. N.; DEMARQUI, L. M. B. Análise espaço-temporal da ocorrência de sistema de irrigação por pivô central em regiões agrícolas no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 344-351, 2020.

HART, W. E.; PERI, G.; SKOGERBOE, G.V. Irrigation performance: an evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 105, n. 3, p. 275-288, 1979.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil: O estado das águas no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999.

LOPES, G. N.; KROETZ, V. J.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J. Irrigação Magnética. **Agro@mbiente On-line**, v. 1, n. 1, 2007.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v. 31, n. 4, p. 602-606, 2013.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2. Ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 150p.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Logan: Utah State University, 1973.

MORAES, M. J.; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E.C.; MONTEIRO, P. M. B.; MENDES, A. L. C.; DAMIÃO, J. H. A. Automação em sistema de irrigação tipo pivô central para economia de energia elétrica. **Eng. Agríc.**, v. 34, n. 6, p. 1075-1088, 2014.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, C. A. Avaliação do desempenho de sistemas pivô central na região oeste da Bahia. **Irriga**, v. 9, n. 2, p. 126–135, 2004.

SILVA, G. J.; KLAR, A. E. Modelo de software livre para avaliação de sistema de irrigação por pivô central. **Energia na Agricultura**, v. 25, n. 1, p. 70-84, 2010.

SILVA, L. P. da; SILVA, M. M. da; CORREA, M. M.; SOUZA, F. C.D.; SILVA, E. F. de F. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **R. Bras. Eng. Agric. Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 480-486, 2012.

SOUSA, M. B. A. de; MANTOVANI, E. C.; SILVA, J. G. F. da; VICENTE, M. R.; VIEIRA, G. H. S.; SOARES, A. A. Manejo da irrigação na cafeicultura irrigada por pivô central nas regiões norte do Espírito Santo e extremo sul da Bahia. **Biosci. J.**, v. 27, n. 4, p. 581-590, 2011.

TOLEDO, C. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; SOUZA, C. M. P. de. Eficiência da aplicação da água por pivô central em diferentes regiões de Minas Gerais. **Irriga**, v. 22, n. 4, p. 821-831, 2017.

VALIATI, I.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WAZILEWSKI, W. T.; CHAVES, L. I.; GASPARIN, E. Eficiência da Irrigação na Cultura da Alface (*Lactuca sativa L.*). **Acta Iguazu**. v. 1, n. 2, p. 56-66, 2012.