

SIMULAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO PELO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS APLICADO NOS ENSAIOS RADIAIS

JOICE WOLFRANN¹, PAULO L. DE MENEZES², CARLOS A. V. DE AZEVEDO³, JOSÉ DANTAS NETO³

¹ Graduação Desenvolvimento em sistemas de informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, PR. E-mail: joicesabrina@gmail.com (Autor correspondente);

² Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil (2014). E-mail: plopes@utfpr.edu.br;

³ Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB. E-mail: cazevedo@deag.ufcg.edu.br; zedantas1955@gmail.com.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A seleção do método de irrigação por aspersão é propício para suprir as necessidades hídricas da planta e corrigir os efeitos das diversas mudanças do ciclo da água no solo, afetado por fenômenos ambientais decorrentes da variabilidade climática, condições topográficas de solo e das culturas. Como a realização de ensaios de irrigação por aspersão completos representam grandes custos financeiros e de tempo, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo matemático que pudesse interpolar e simular um ensaio completo a partir de ensaios parciais. Os ensaios foram conduzidos numa área rural do município de Medianeira, região Oeste do PR, Brasil, 402m em relação ao nível do mar, os quais avaliaram a distribuição de água de um aspersor usando diferentes combinações de bocal, quebra jato, pressão de operação, velocidade e direção do vento. Utilizaram-se complementos da geometria analítica e o método dos mínimos quadrados para simular uma malha de 16x16 coletores, com espaçamento regulares de 1,50 m. Foram comparadas as precipitações simuladas com as precipitações observadas. As simulações obtiveram bons resultados na análise estatística, com coeficiente Pearson $R=0,98$ demonstrando forte correlação, e distribuição normal para Lilliefors. O modelo estudado se mostrou promissor na estimativa da irrigação por aspersão.

PALAVRAS-CHAVE: IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO, UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO, SIMULAÇÃO NA IRRIGAÇÃO.

SIMULATION OF PRECIPITATION IN SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS USING THE LEAST SQUARES METHOD APPLIED IN THE RADIAL TESTS

ABSTRACT: The selection of irrigation methods is adequate to meet the water needs of the plant and to correct the effects of various changes in soil water affected by environmental phenomena due to climatic variability, topographical conditions of soil and crops. As the full sprinkler irrigation tests represent great financial and time costs, the present work had as objective to develop a mathematical model that could interpolate and simulate a complete test

from partial tests. The tests were conducted in a rural area of the municipality of Medianeira, in the western region of PR, Brazil, 402m above sea level, which evaluated the water distribution of a sprinkler using different combinations of nozzles, breaking jet, operating pressure, Speed and direction of the wind. Analytical geometry complements and the least squares method were used to simulate a 16x16 mesh collector, with a regular spacing of 1.50 m. The simulated precipitations were compared with the precipitations observed. The simulations obtained good results in the statistical analysis, with Pearson coefficient $R = 0.98$ showing strong correlation, and normal distribution for Lilliefors. The model studied was promising in the estimation of sprinkler irrigation.

KEYWORDS: SPRINKLER IRRIGATION, DISTRIBUTION UNIFORMITY, IRRIGATION SIMULATION.

INTRODUÇÃO

A irrigação por aspersão é um método onde a água é aspergida sobre a superfície do solo em forma de chuva, dessa forma o jato de água é fracionado em gotas, que devido à alta pressão passa por orifícios e bocais molhando toda a superfície do solo e folhas (BERNARDO, 2009).

De acordo com a região e topografia do relevo, tipo de cultivo e variações climáticas, as precipitações são de vital importância para que atenda as demandas da planta e do solo. A água aspergida no solo pode seguir vários caminhos: escoar pela superfície, infiltrar e ficar disponível no sistema radicular da planta ou ainda percolar para camadas mais profundas do solo (BERNARDO, 2009). Visando suprir as necessidades hídricas da planta, e minimizar o desperdício, deve haver um criterioso planejamento para a instalação e operação de um sistema de aspersão, buscando distribuir a água em menor taxa, obter a capacidade de infiltração e que não ocorra o escoamento ou percolação excessiva (BRADY; WEIL, 2013).

Os métodos mais utilizados para ensaios de distribuição de água dos aspersores são o completo e o radial. Enquanto no ensaio completo utiliza-se um aspersor e um conjunto de pluviômetros distribuídos em torno do mesmo em uma malha com espaçamentos equidistantes, no ensaio radial uma única linha reta de pluviômetros dispostos ao longo do raio com espaçamentos equidistantes entre si é suficiente. Devido à simplicidade, menor tempo de preparação, mão de obra e custo, o ensaio radial tem sido bastante aplicado em ensaios de aspersores.

A pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar um modelo matemático que a partir dos dados de ensaios radiais pudesse simular o ensaio completo. As distribuições das distâncias radiais serão feita pela geometria analítica e as precipitações pela interpolação polinomial e ajuste linear pelo método dos mínimos quadrados.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo simulado é baseado nos dados observados por MENEZES et al. (2015), coletados na fazenda Ouro Verde, área localizada no município de Medianeira, Brasil ($25^{\circ} 12' 19,26''$ S; $54^{\circ} 3' 27,93''$ W; 360 m), os quais caracterizam a distribuição de água de um aspersor usando a combinação de bocal, quebra jato, pressão (kgf/cm^2), velocidade (m/s) e direção do vento (graus). O experimento foi conduzido com o mini aspersor da marca Fabrimar modelo Pingo giro completo, com as seguintes configurações: bocal 2,6mm, quebra jato 2,4mm, pressão de operação de 3 kgf/cm^2 , velocidade do vento de 0,78 m/s na direção de 270 graus

em relação ao norte, operando em uma malha de 16x16 pluviômetros com espaçamento de 1,5m.

Para traçar a representação da distribuição dos pluviômetros em relação à distância do aspersor, o modelo simulado usou a geometria analítica para traçar o eixo entre as paralelas e par de coordenadas (x,y), com aplicação do teorema de Pitágoras ($a^2 = b^2 + c^2$) a fim de encontrar o valor da hipotenusa (SMITH et al., 2001), descrito na Equação 1.

$$d_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (1)$$

Para a interpolação das precipitações utilizou-se o método polinomial, definido por n graus na Equação 2, do qual é representada como (HOWARD; BIVENS; DAVIS, 2014):

$$p(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 = \sum_{i=0}^n a_i x^i \quad (2)$$

Tal que:

n: é o grau do polinômio; a: termo independente.

A aproximação por mínimos quadrados consiste em encontrar a curva linear que melhor se ajusta ao conjunto de pontos, minimizando o erro da soma dos quadrados pelas diferenças entre os valores tabelados e os valores obtidos na aproximação. Os ensaios foram analisados pelo software R, com análises estatísticas para o coeficiente de correlação de Pearson e teste de Lilliefors (normalidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distribuições das distâncias na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, demonstram o posicionamento do aspersor em relação aos pluviômetros (coletores) no ensaio radial de 1.5 m.

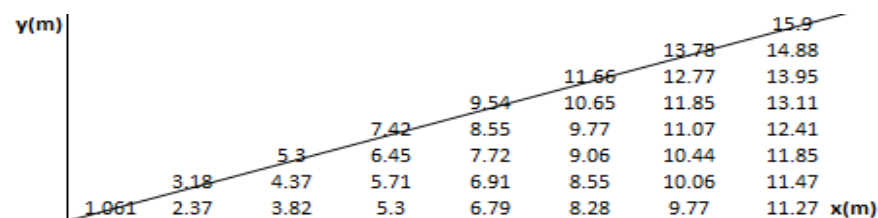


FIGURA 1. Distâncias dos pluviômetros em relação ao aspersor.

Fonte: Autoria própria.

O ajuste polinomial dos pontos discrepantes x e y (sendo x as distribuições da FIGURA 1 e y as precipitações observadas) resultou na Equação 5, que desta se estabelece a interpolação das precipitações simuladas.

$$y = 0.0332x^2 - 1.2235x + 10.109 \quad (5)$$

A análise descritiva obteve uma diferença da média do ensaio observado (2.07) ao simulado (-0.79). O teste do coeficiente de correlação de Pearson, foi obtido a um nível de confiança de 95% e conclui o resultado do ensaio avaliado em 0,934%, portanto há uma correlação muito forte. Para Lilliefors com um nível de significância $\alpha=5\%$, ($D_n=0,086 > 0,05$), estabelecendo uma distribuição normal entre os pontos.

A FIGURA 3 representa o diagrama de dispersão para a soma de resíduos dos mínimos quadrados, em que resulta no coeficiente de Pearson $R = 0.98$, dessa forma concluiu-se que uma forte correlação entre o ensaio observado versus simulado.

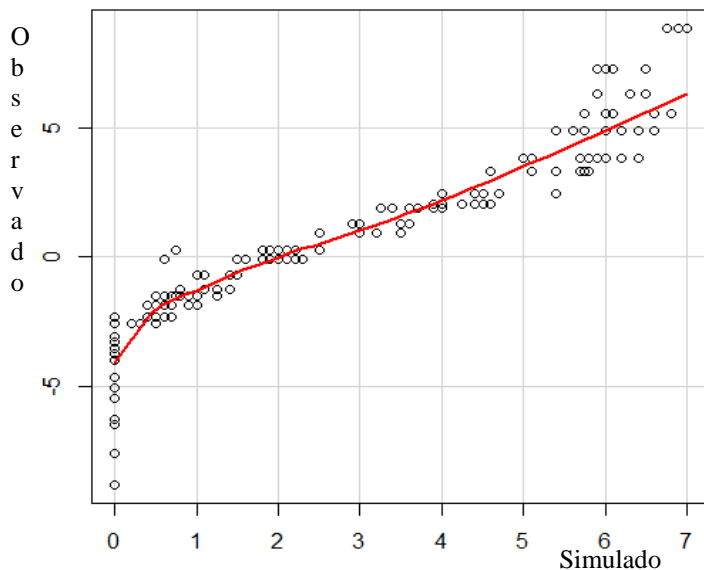


FIGURA 3. Gráfico de dispersão do ensaio observado versus simulado.

Fonte: Autoria própria

CONCLUSÕES

Concluiu-se que, o modelo matemático simulado com a interpolação realizada pelo método polinomial e o ajuste de curvas pelos mínimos quadrados, permitiu relatar uma forte correlação ($R=0,98$) e distribuição normal para Lilliefors. A análise estatística das precipitações demonstraram que o método radial é eficaz e há uma alta viabilidade para o aceite em campo.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, Salassier; SOARES, Alves Antonio; MANTOVANI, Everaldo. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ufv, 2009. 625 p.

BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3. ed. Porto Alegre,rs: Bookman, 2013. 684 p.

CUSTODIO, Rogério; ANDRADE, João Carlos de; AUGUSTO, Fábio. **O ajuste de funções matemáticas a dados experimentais**. *Química Nova*, Campinas - SP, p.219-225, fev. 1996.

HOWARD, Anton; BIVENS, Irl; DAVIS, Stephen. **Cálculo**. 10. ed. Porto Alegre/rs: Bookman, 2014. 660 V. (1).

MENEZES, Paulo L. de et al. Artificial neural network model for simulation of water distribution in sprinkle irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 9, p.817-822, set. 2015.