VARIABILIDADE ESPACIAL DA UMIDADE E DENSIDADE DO SOLO NO ARENITO CAIUÁ APÓS EVENTOS DE IRRIGAÇÃO

Gabriel Cerezini de Souza Romera (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Gabriel Malagutti de Assis, Felipe da Silva Angelotto, João Paulo Francisco (Orientador). E-mail: ra120441@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR

Área e subárea do conhecimento: Ciências Agrárias, Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo

Palavras-chave: geoestatística; manejo da água; aspersão convencional.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, acima e abaixo da superfície do solo, a uniformidade de distribuição de água aplicada por um sistema de irrigação por aspersão convencional. Inicialmente o perfil radial de distribuição de água do aspersor foi determinado para que fosse possível a determinação de um cenário com alta uniformidade (12 × 12 m) e com média uniformidade (12 × 15 m). Coletores foram dispostos de maneira equidistante nos dois cenários e, por meio da operação de quatro aspersores setoriais, o CUC e CUD acima da superfície foram determinados para cada cenário. Amostragem de solo para determinação da lâmina armazenada a 0,25 m foram realizadas, 24 h após o término da irrigação, e posteriormente determinados o CUC e CUD nesta condição. A uniformidade de aplicação de água no cenário 1 foi considerada boa com valor de CUC, obtido acima da superfície (CUC_{sup}), de 86% e, considerando o Cenário 2, o CUC_{sup} pode ser classificado como razoável de acordo com Mantovani et al. (2013). Os valores de CUD acima da superfície verificados foi de 79,72 e 67,30% para os cenários 1 e 2, de forma respectiva. Modelo gaussiano de geoestatística foi analisado em todos os cenários e verificou-se distribuição espacialmente estruturada para superfície nos Cenários 1 e 2 e em subsuperfície para o Cenário 2.

INTRODUÇÃO

A prática da irrigação tem sido cada vez mais empregada na agricultura moderna, e esse efeito se intensifica em virtude das mudanças climáticas que tornaram os regimes de chuva muito variáveis. No entanto, em virtude de um mal dimensionamento dos sistemas e de um manejo de irrigação ineficiente, o que se encontra são áreas irrigadas caracterizadas pela baixa eficiência na aplicação (LANKFORD, 2023). Relacionado à avaliação dos sistemas de irrigação, verifica-se que as metodologias utilizadas se utilizam de parâmetros medidos na superfície do solo, ou seja, como resultado obtém a uniformidade de distribuição da água próximo à superfície. Porém, após cessada a infiltração, resultado da aplicação de água via

sistemas de irrigação, inicia-se o processo de redistribuição de água no solo e, em subsuperfície, o comportamento de distribuição de água pode ser totalmente diferente do observado na superfície. Outro fator que deve ser levado em consideração é o volume de solo explorado pelas raízes, fazendo com que ocorra uma variabilidade da umidade ao longo de um perfil do solo. Pode-se supor, então, que um estudo de uniformidade de distribuição de água no perfil do solo se torna mais importante do que na sua superfície (ZHANG et al., 2021). Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar, acima e abaixo da superfície do solo, a uniformidade de distribuição de água aplicada por um sistema de irrigação por aspersão convencional. Coeficientes estatísticos serão usados para quantificar a uniformidade de aplicação de água na superfície e a uniformidade de distribuição de água no perfil do solo. Foi avaliado a estabilidade temporal e variabilidade espacial das variáveis estudadas utilizando técnicas de geoestatística.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá no Campus Regional de Umuarama, em área experimental do Departamento de Ciências Agronômicas, localizado no município de Umuarama/PR, a 23°47’ de latitude Sul e 53°14’ de longitude Oeste. De acordo com a classificação Köppen o clima da região é se enquadra no tipo Cfa, apresentando temperatura média anual de 24 °C e precipitação média de 1600 mm.

Perfil radial de distribuição de água do aspersor

O perfil de distribuição foi obtido por meio da coleta de lâmina em coletores de 50 cm^2, espaçados em 0,50 m. Após o período de funcionamento de 1h30 min, o raio de alcance foi determinado no perfil radial de distribuição de água ensaiado a partir dos valores de lâmina observados nos dois últimos coletores, prolongando-se esses valores linearmente até a lâmina assumir valor igual a zero.

Ensaios com o sistema de irrigação por aspersão convencional

Para as condições de operação dos aspersores, quatro aspersores setoriais, com ângulos ajustados para 90º, foram instalados com espaçamento 12 × 12 m (cenário 1) e outros quatro instalados em espaçamento de 12 × 15 m (cenário 2). Em cada cenário, a intensidade de aplicação foi de 7,92 e 6,33 mm h^{-1}, respectivamente. Para cada cenário, os volumes coletados foram transformados em lâmina (H_{sup}) e foi possível a obtenção do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

Distribuição de umidade em subsuperfície (H_{sub})

A determinação da uniformidade de distribuição de água abaixo da superfície do solo foi realizada, em cada cenário, a partir de medidas de umidade realizadas na camada de 0,25 m, em dois pontos situados a uma distância de 0,30 m de cada coletor. Os valores de CUC e CUD, para as lâminas em subsuperfície (H_{sub}) foram obtidos seguindo metodologia apresentada no item anterior.

Análise geoestatística

Os dados foram analisados sob a abordagem de modelos geoestatísticos (DIGGLE; RIBEIRO Jr, 2007) sob o paradigma frequentista da estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando submetido a pressão de serviço de 20 mca, o raio de alcance do aspersor obtido foi de 11,3 m. Esse valor resultou em sobreposição de 88,3 e 50,7% para os cenários 1 e 2, respectivamente, confirmando que possivelmente seria alcançado o objetivo de testar um cenário de boa uniformidade (Cenário 1) e um cenário de baixa uniformidade (Cenário 2).

A uniformidade de aplicação de água no cenário 1 foi considerada boa com valor de CUC, obtido acima da superfície (CUC_{sup}), de 86% e, considerando o cenário 2, o CUC_{sup} pode ser classificado como razoável de acordo com Mantovani et al. (2013). Os valores de CUD acima da superfície verificados foi de 79,72 e 67,30% para os cenários 1 e 2, de forma respectiva. Para atender a hipótese de estacionaridade, cujos dados tem média e variância considerados constantes, foram usadas transformações Box-Cox. Modelo gaussiano foi ajustado aos semivariogramas. Na Tabela 1 são apresentados os resultados das estimativas dos parâmetros (τ^2, σ^2 e φ) da função de verossimilhança. O modelo gaussiano foi o que apresentou os maiores valores de maximização.

Tabela 2. Aproximação dos parâmetros utilizando estimadores de máxima verossimilhança

Ensaio	λ	Parâmetros do semivariograma			GDE
		τ^2	σ^2	ϕ	
Cenário 1 - superfície	0,530	0,757	6,127	2,709	0,890
Cenário 1 - subsuperfície	0,690	611,94	0,00	0,00	0,000
Cenário 2 - superfície	1,500	2,954	3,706	6,157	0,556
Cenário 2 - subsuperfície	0,920	141,350	6,332	5,508	0,043

λ - expoente da transformação Box-Cox; τ^2 - efeito pepita dos dados transformados; σ^2 - variância dos dados transformados; ϕ - alcance, em m; GDE – grau de dependência espacial

A dependência espacial entre os pontos teve um valor mínimo de 2,709 m, para o cenário 1 com dados obtidos acima da superfície, esse valor é maior que a máxima distância entre coletores utilizada nos ensaios, malha regular de 1 × 1 m. Observou-se efeito pepita puro para as lâminas coletadas no Cenário 1 em subsuperfície, sendo o ajuste dessa natureza presenciado em todas as análises. Verifica-se na Tabela 2 que as variáveis de lâmina na superfície do solo têm variabilidade estruturada no espaço, a qual pode ser descrita por um modelo gaussiano, com alcance de 2,709 e 6,157 m, respectivamente para os Cenários 1 e 2. Considerando as lâminas armazenadas, somente no Cenário 2 foi verificada variabilidade estruturada no espaço, com alcance de 5,508 m. Desta forma, o modelo ajustado pode ser empregado para fazer estimativas de lâminas em locais não amostrados, para a construção de superfícies de valores de lâmina, nos diferentes cenários.

Na estimativa de valores de lâmina em locais não amostrados acima da superfície, foram gerados mapas de distribuição espacial (Figura 1), obtidos por interpolação

por meio de “Krigagem”, a partir dos parâmetros do modelo gaussiano aos semivariogramas.

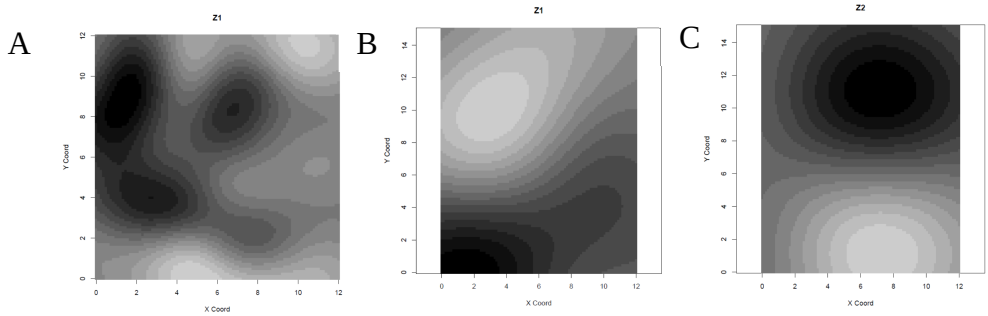

Figura 1. Mapas de “Krigagem” das lâminas coletadas na superfície nos cenários 1 (A) e 2 (B), e para lâmina em susuperfície no cenário 2 (C).

No cenário 1 (Figura 1A), ocorreu uma concentração de lâminas maiores (tons mais escuros) no centro e nas bordas (à esquerda) da área, local onde, possivelmente ocorreu a maior sobreposição das lâminas. No cenário 2 (Figura 1B) as maiores concentrações de lâminas ocorreram na base do aspersor (canto inferior esquerdo).

A comparar a Figura 1C com a Figura 1B, percebe-se que em pontos com maiores concentrações de lâmina resultaram em regiões com menores concentrações de lâminas em subsuperfície. Acredita-se que a grande condutividade hidráulica do solo fez com que a maior parte da lâmina aplicada tenha se redistribuído para camadas mais profundas do solo, após o período de coleta (24 h). Recomenda-se a realização de trabalhos com períodos de amostragem mais curtos.

CONCLUSÕES

Armazenamento de água no solo mostrou ter distribuição espacialmente estruturada, que pode ser descrita por um modelo único ajustado aos semivariogramas obtidos para o cenário 1.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

DIGGLE, P. J.; RIBEIRO Jr, P. J. **Model based geostatistics**. Nova Iorque: Springer, 2007.

LANKFORD, B. A. Resolving the paradoxes of irrigation efficiency: Irrigated systems accounting analyses depletion-based water conservation for reallocation. **Agricultural Water Management**, v. 287, p. 108437–108459, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108437. Acesso em: 18 ago 2023

ZHANG, L.; ZHUANG, Q.; WEN, Z. Spatial state distribution and phase transition of non-uniform water in soils: Implications for engineering and environmental sciences. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 294, p. 102465, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102465. Acesso em: 18 ago 2023