



## Avaliação do sistema de irrigação por gotejamento através de métodos convencionais e geoestatísticos<sup>(1)</sup>.

**Givaldo Dantas Sampaio Neto<sup>(2)</sup>; Rafael Ludwig<sup>(3)</sup>; Josué Ferreira Silva Junior<sup>(3)</sup>; Raimundo Leite Cruz<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

<sup>(2)</sup> Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso; Confresa, Mato Grosso; givaldo.neto@cfs.ifmt.edu.br.

<sup>(3)</sup> Estudante de doutorado em irrigação e drenagem da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho;

<sup>(4)</sup> Professor adjunto da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

**RESUMO:** Para que as plantas possam expressar seu máximo potencial produtivo é necessário que o teor de água no solo esteja em níveis adequados. A obtenção deste ponto ideal, pode ser alcançada com o uso de sistemas de irrigação. Sabe-se, ainda, da necessidade de racionalização dos recursos hídricos, neste sentido, este trabalho teve por objetivo fazer uma avaliação da uniformidade de distribuição e coeficiente de uniformidade de Christiansen com os dados coletados pela metodologia de Keller e Karmeli e o método de Deniculi. Avaliando-se a espacialização por meio da geoestatística de forma a verificar a distribuição na área. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com emissores autocompensantes do tipo DRIPNET, espaçados em 0,60 m com vazão de 1,0 L h<sup>-1</sup>. Os mesmos dados de vazão coletados pelas duas metodologias tornaram possível a espacialização da vazão na área irrigada. Para isso, utilizou o software GS+ Geostatistics for the Environmental Science. Os dados do CUC ficaram em 86 e 87% para o método de Keller e Karmeli e o de Deniculi respectivamente. Já em relação aos dados geoestatísticos, o IDE indica forte dependência espacial dos dados, pois se encontram acima de 75%. As vazões variaram de 792 à 1364 ml sendo que esta análise foi realizada no primeiro ano de operação do sistema o qual não passou por nenhuma calibração a qual segundo Bernardo (1995) é importante para que se tenha eficiência no sistema.

**Termos de indexação:** Uniformidade, solo, CUC.

### INTRODUÇÃO

A adoção da irrigação, além de garantir um suprimento adequado de água à planta, é também um veículo prático para a aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas (Alves et al., 2000), o que torna necessário a utilização de métodos mais eficientes, no sentido de uso consciente e criterioso deste insumo. Para saber a eficiência do sistema é importante avaliar a uniformidade da irrigação, a

qual indica se o sistema está sendo eficiente na distribuição de água na área.

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo fazer uma avaliação da uniformidade de distribuição e coeficiente de uniformidade de Christiansen Avaliando-se a espacialização por meio da geoestatística.

### MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação da uniformidade de irrigação levantou-se as vazões dos emissores através de dois métodos, o proposto por Keller e Karmeli e o proposto por Deniculi. Com a obtenção desses dados foi possível calcular a uniformidade de distribuição (UD) e o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC). Ao todo foram amostradas as vazões em 155 pontos. Com estes dados e a utilização do software foi possível elaborar o variograma pela estimativa dos valores correspondentes ao alcance (A), efeito pepita (C0), componente estrutural (C) e patamar (C+C0). Calculou-se também o índice de dependência espacial (IDE) citado por Moraes et al. (2012) e realizada a validação cruzada para verificação dos valores estimados com os reais. Para o IDE considera-se que valores  $\leq 25\%$  indicam fraca dependência espacial; entre 25% e 75% moderada dependência espacial e  $\geq 75\%$  forte dependência espacial. Posteriormente realizou-se a interpolação dos dados através do método de krigagem, com distância entre os pontos amostrais de 458, 56 metros:

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A uniformidade de distribuição e o coeficiente de uniformidade de Christiansen para os dados levantados podem ser observados na Tabela 1.

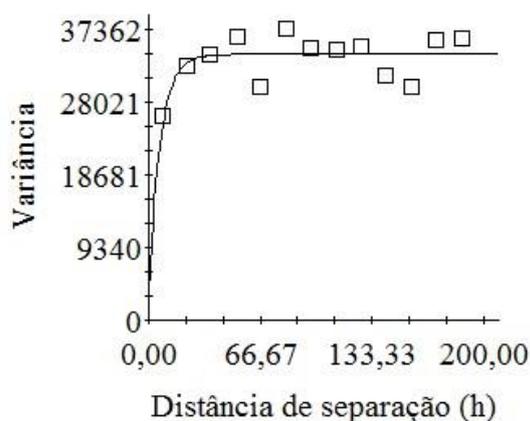
**Tabela 1** – Dados de uniformidade de distribuição e de Christiansen calculados com os dados coletados pelo método de Keller e Karmeli (KK), e a técnica de Deniculi (DE) além da soma dos dados coletados pelos dois métodos(KK+DE).



| Método  | KK | DE | KK + DE |
|---------|----|----|---------|
| CUD (%) | 75 | 78 | 78      |
| CUC (%) | 86 | 87 | 87      |

Tanto o CUD quanto o CUC não apresentaram diferença significativa para o método de Keller e Karmeli e o de Denículi. O CUD está classificado de acordo com Brauer (2010) em uma uniformidade regular, ficando aproximadamente 10% inferior ao CUC para todos os métodos, isto pode estar relacionado ao fato desta metodologia ser mais severa ao utilizar a média das 25% menores vazões o que não ocorrer com o CUC, que utiliza a representação geral dos dados. Já em relação aos dados geostatísticos pode ser observado na Figura 3 o variograma das vazões coletadas na área. O ajuste do variograma ocorreu por meio do modelo exponencial conforme os dados apresentados na Tabela 2 que está no fim do trabalho.

**Figura 3** – Variograma das vazões coletadas na área irrigada.



O IDE indica forte dependência espacial dos dados, pois se encontra acima de 75%. A validação cruzada obteve um coeficiente de regressão de 0,71 entre valores estimados e observados.

A obtenção do variograma e a validação cruzada aceitável permitiu a elaboração do mapa da estimativa de vazões (Figura 4). É possível observar no mapa duas zonas com vazões distintas. A primeira, a esquerda possui vazões inferiores a 1078 ml h<sup>-1</sup>. A área do mapa mais avermelhada, a direita, é a que apresentou maior vazão dos emissores, superior a 1078 ml h<sup>-1</sup>. Esta diferença é ocasionada pela declividade do terreno, que faz com que neste local tenha-se maior pressão na tubulação.

## CONCLUSÕES

Os coeficientes de uniformidade de distribuição e de Christiansen ficaram abaixo do esperado para um sistema de irrigação localizada no primeiro ano de uso, o que pode estar relacionado a não calibração do sistema.

O número de pontos coletados foram significativos geostatisticamente, permitindo através da obtenção do mapa observar uma alta variação de vazão.

## AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ); Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)

## REFERÊNCIAS

As referências devem ser listadas respeitando as normas vigentes da RBCS e redigidas em tamanho da fonte 9, com um espaço entre cada uma. A literatura citada, incluindo trabalhos citados no texto, quadro(s) ou figura(s), deve ser inserida em ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, da seguinte forma:

### a. Periódicos:

ALVES, M. E. B. et al. Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 219-225, 2000.

MORAES, D. A. De C.; ZIMBACK, C. R. L.; SPADOTTO, C. A. Espacialização das estimativas de contaminação de águas subterrâneas por Tebuthiuron. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 3, p.299-312, jul. 2012.

### b. Livro:

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 596p.

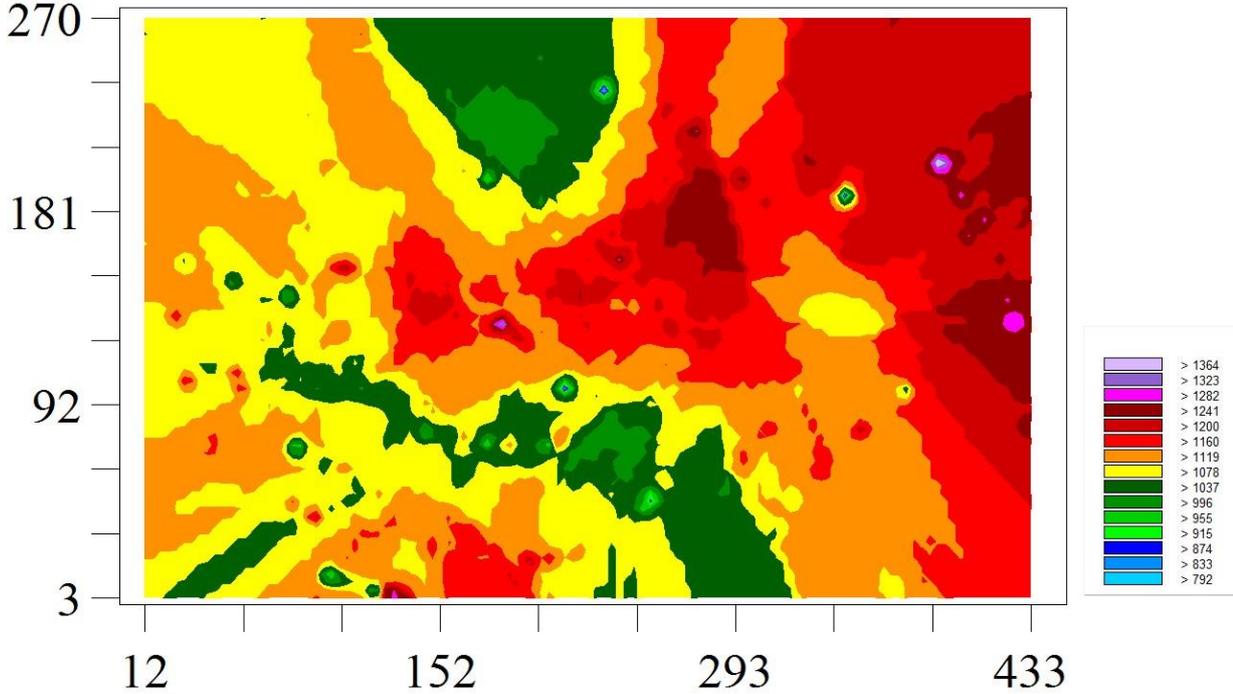
KONHNKE, H. Soil physics. 2.ed. New York: MacGraw Hill, 1969. 224p.



**Tabela 2** - Parâmetros de ajuste do variograma.

| Número de pontos | Modelo      | A (m) | C <sub>0</sub> | C | IDE (%) | CR   |
|------------------|-------------|-------|----------------|---|---------|------|
| 155              | Exponencial | 22,20 | 4130,00        |   | 88,10   | 0,71 |

Onde: A: Alcance; C<sub>0</sub>: efeito pepita; C: componente estrutural; C+C<sub>0</sub>: patamar; IDE: índice de dependência espacial; CR: Coeficiente de regressão obtido pela validação cruzada.



**Figura 4** - Mapa da estimativa de vazões dos emissores. Vazão em ml.