

Aplicação dos conceitos geoestatísticos para o manejo da irrigação em videira no Vale do Submédio São Francisco**

Patricia dos Santos Nascimento*¹, Juliano Athayde Silva*²,
Bruno Ricardo Silva Costa*², Luís Henrique Basso*³

¹Doutora em Agronomia pela UNESP FCA campus de Botucatu

²Pós-graduandos em Engenharia Agrícola, Univasf campus de Juazeiro

³Pesquisador da Embrapa Semiárido Petrolina (PE)

*E-mails: patyysn@yahoo.com.br, julianoathayde@hotmail.com, bruno.ricardo.silva@hotmail.com, luis.basso@embrapa.br

**Parte da Tese de Doutorado da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Irrigação e Drenagem), da FCA/UNESP campus de Botucatu

Resumo: A otimização na aplicação dos recursos hídricos constitui uma das preocupações da agricultura irrigada. Nesse sentido, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de aplicar o conceito de zonas homogêneas do solo para a realização do manejo diferenciado da irrigação em um pomar de videira. O experimento foi conduzido em área de produção comercial, localizada no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE. Foi selecionada uma área com 40 fileiras de plantas e 82 plantas por fileira, em um pomar de videira cultivar Thompson Seedless sobre o porta-enxerto SO4, com 1 difusor por planta e conduzida no sistema de latada. Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m para a determinação da curva de retenção de água no solo. A visualização da distribuição espacial da água disponível na profundidade de 0,2-0,4 m possibilitou a seleção de 6 zonas homogêneas para a característica avaliada, as quais nortearam a instalação de equipamentos para a medida da umidade do solo. Durante os ciclos de cultivo (2011 e 2012) foram quantificados o número de cachos produzidos na área de produção. Com base nos resultados foi possível observar as diferenças quanto a quantidade de água armazenada no solo, o que auxiliou o ajuste das lâminas de irrigação aplicada em cada uma das zonas. Assim, o volume de água aplicado foi reduzido em algumas dessas zonas sem prejuízo à produtividade da cultura.

Palavras-chave: água disponível no solo, geoestatística, dependência espacial

Application of geostatistical concepts for irrigation scheduling in grapevine in the Lower Middle São Francisco Valley

Abstract: The optimization in the water resources use is a major concern of irrigated agriculture. In this sense, this research was developed with the goal of applying the concept of soil homogeneous zones to perform a differential management of irrigation in a vine orchard. The experiment was carried out in a commercial production area, located in the Senador Nilo Coelho Irrigation Scheme, in Petrolina, State of Pernambuco, Brazil. It was selected an area with 40 rows of plants and 82 plants per row. The grapevine cv. Thompson Seedless grafted on SO4 was irrigated by one microsprinkler per plant, and vines were conducted in the overhead trellis system. Soil samples were collected in 0.0-0.2 and 0.2-0.4 m depths for the determination of soil water retention curve. The visualization of the spatial distribution of the available soil water at 0.2-0.4 m depth enabled the definition of 6 homogeneous zones which guided the installation of soil moisture sensors. In 2011 and 2012 growing seasons, the number of cluster per vine were counted in the cropped area. It was possible to observe the differences in the soil water stored in all zones, which helped the adjustment of irrigation depth applied in each zone. Thus, the volume of water applied was reduced in some of them without reduction of crop yield.

Keywords: available soil water, geostatistics, spatial dependence



1. Introdução

Um dos princípios para o correto manejo do solo e da água consiste no prévio conhecimento acerca da variabilidade espacial dos atributos físico-hídricos do solo. Conhecer a variabilidade espacial de atributos do solo que controlam a produtividade das culturas, os riscos de contaminação do ambiente e investigar as causas dessa variabilidade são fatores importantes em um sistema de produção que vise sustentabilidade por meio do manejo regionalizado de insumos e práticas agrícolas, como é o sistema de agricultura de precisão - AP (CORÁ et al. 2004). As aplicações dos conceitos associados à AP imprimiram um novo paradigma na cadeia produtiva de alimentos, num momento em que a necessidade por técnicas mais precisas e sustentáveis são imprescindíveis para a conservação do meio ambiente.

O conhecimento de características físico-hídricas do solo como a capacidade de retenção de água, densidade do solo e granulometria, dentre outras, é muito importante na escolha do sistema de irrigação a ser utilizado, no cálculo da quantidade de água a ser aplicada na irrigação, bem como sua frequência de aplicação, tornando-se óbvio que o conhecimento da variabilidade destas propriedades dentro da área a ser irrigada é de extrema importância (SOUSA; QUEIROZ; GHEYI, 1999). O conhecimento da localização de áreas onde estão concentrados os maiores e/ou menores valores de determinada característica físico-hídrica, são importantes para o planejamento do manejo da irrigação, tanto na agricultura convencional como na AP (LIMA et al., 2006). Essa nova forma de visualização da área de produção tem sido facilitada graças aos avanços das tecnologias, que possibilitaram o estudo da variabilidade espacial dos atributos do solo e a geração de mapas de rendimento georreferenciados.

A utilização da descrição espacial das variáveis mais importantes no manejo de irrigação auxilia um manejo mais racional de água na área e o controle local pode ser realizado após a subdivisão da área, em zonas mais homogêneas (COELHO FILHO; COELHO; GONCALVES, 2001). A racionalização do uso da água tem sido o alvo de muitas investigações na agricultura, por meio de sistemas que possibilitem uma maior eficiência,

procurando explorar os recursos naturais de uma forma mais direcionada e consciente (BATISTA, 2006).

A irrigação é uma prática agrícola que quando bem manejada contribui para a rentabilidade das cadeias produtivas em diferentes regiões. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi a aplicação de zonas homogêneas do solo para a realização do manejo diferenciado da irrigação em um pomar de videira em Petrolina-PE.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado no Vale do Submédio São Francisco, em Petrolina-PE, no lote 180 do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Núcleo 5, em um Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006). Foi selecionada uma área com 40 fileiras de plantas e 82 plantas por fileira, em um pomar de videira cv. Thompson Seedless sobre o porta-enxerto SO4, plantada em maio de 2004 no espaçamento de $4 \times 2,5$ m, irrigada por microaspersão, com 1 difusor por planta com vazão aferida de 30 L.h^{-1} . Registros de linha foram instalados entre as videiras 22 e 23 e 62 e 63 para que a aplicação de água pudesse ser dividida em três partes, pois foi constatada pelo produtor ao longo dos anos a presença de drenagem mais lenta em partes da área, compreendidas entre as plantas 1 a 22 (Figura 1b). Quatro válvulas derivavam a água de irrigação para a área, sendo uma para cada 10 fileiras. Para avaliar a variabilidade espacial da água disponível (AD) na área de 3,2 ha e a delimitação de zonas homogêneas de manejo, foram coletadas amostras deformadas de solo a 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, em 4 transeções (fileiras 5, 15, 25 e 35), totalizando 40 amostras por fileira de plantas e camada de solo avaliada (Figura 1b). As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido, onde foi obtida a relação entre o potencial mátrico e a umidade do solo por meio do método da centrífuga (SILVA; AZEVEDO, 2002), sendo considerada como umidade a capacidade de campo (θ_{cc}) a umidade retida à 0,006 MPa e o ponto de murcha permanente a umidade retida à 1,5 MPa (θ_{pmp}). A água disponível (AD, mm) foi obtida a partir da diferença entre θ_{cc} e θ_{pmp} em cada camada

de solo analisada. O programa GS+, versão 7.0 (ROBERTSON, 1998) foi utilizado para avaliar a variabilidade e a dependência espacial entre as amostras coletadas no campo. Uma vez ajustado um modelo matemático ao variograma, utilizou-se a técnica de krigagem para realizar a interpolação dos dados para os locais não amostrados sem tendência e com variância mínima (VIEIRA, 2000). Para a construção dos mapas de isolinha da AD foi utilizado o programa SURFER 7.0 (GOLDEN..., 1999). A água disponível da camada 0,2-0,4 m foi considerada para a delimitação das zonas homogêneas (Figura 1a), pois essa apresentou um alcance de 188 m, maior que o alcance de 101 m obtido para a camada de 0-0,2 m. Selecionaram-se então 3 zonas homogêneas para o atributo avaliado, entre as fileiras 1 e 20, correspondentes as 2 primeiras válvulas de derivação de água do sistema de irrigação (1,6 ha), de modo que cada uma das zonas representasse um ponto dentro de zona com alta, média e baixa AD (respectivamente zonas 3, 5 e 6). Também foi intenção desse estudo que cada zona estivesse inserida em uma das subáreas originadas pela instalação pelo produtor dos registros de linhas nas mangueiras de irrigação (zonas 1, 2 e 4). Assim, em cada uma das 6 zonas de manejo foi instalada 1 bateria composta tensiômetros nas profundidades de 0,20, 0,40 e 0,60 m, os quais foram utilizados para o monitoramento de θ durante dois ciclos de produção da videira (18 de abril a 5 de agosto de 2011 e 19 de março a 7 de julho de 2012). O manejo de irrigação foi realizado com base na evapotranspiração da cultura (ET_c , mm), estimada pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ET_o , mm), medida em estação agrometeorológica instalada na fazenda, e os coeficientes de cultura (k_c) em cada uma das fases fenológicas adotadas pelo produtor. A lâmina bruta de irrigação (LB , mm) foi estimada pela relação entre a ET_c e a eficiência de aplicação de água (E_a), considerada como sendo de 90%. A diferenciação da lâmina de irrigação ocorreu mediante o monitoramento de θ para o cálculo da AD, e foi feito com base na abertura ou fechamento dos registros de linhas instalados pelo produtor, e que dividia cada válvula de irrigação em três partes. O volume de água por planta (V , m^3) correspondente à LB aplicada por planta, foi calculado pelo produto entre o tempo

de irrigação (TI , h), número de emissores por planta (n) e vazão aferida do difusor ($30 L \cdot h^{-1}$). O produto foi dividido por 1000 para obtenção do volume em metros cúbicos.

Em ambos os ciclos, o número de cachos por planta foi contabilizado em toda a área submetida ao manejo diferenciado da irrigação.

3. Resultados e Discussão

No ciclo de produção de uva de 18 de abril a 5 de agosto de 2011, a aplicação da lâmina de irrigação ocorreu sem diferenciação entre as zonas homogêneas até os 70 dias após a poda de produção - dapp. Os volumes de água aplicado por planta corresponderam a $3,5 m^3$ na válvula 1 (fileiras 1 a 10) e $3,3 m^3$ na válvula 2 (fileiras 11 a 20). Os altos valores de volume de água no início do ciclo são decorrentes da elevação da umidade do solo antes da poda de produção, por meio de irrigação excessiva. Essa é uma prática comum no sistema de produção de uva no Vale do Submédio São Francisco, pois uma vez que as folhas são removidas na poda (transpiração é cessada temporariamente), o umedecimento na profundidade do solo onde se encontram as raízes se faz necessário para que a absorção de água pelas raízes ocorra pela interceptação radicular.

De acordo com a Figura 2, a umidade do solo da zona 1 (AD intermediária) apresentou-se mais baixa entre 71 e 109 dapp, quando comparada as zonas 2 (AD alta) e 4 (AD intermediária), as quais apresentaram valores de umidade mais próximos entre si. Nas zonas homogêneas 3 e 5, caracterizadas por valores intermediários de AD, o comportamento da umidade do solo foi semelhante. A zona 6 (AD baixa), apresentou variações umidades variadas ao longo do ciclo de cultivo. O volume total de água aplicado por planta entre 71 e 109 dapp nas zonas 1 e 6, foi de $1,44 m^3$, ao passo que nas zonas 2, 3, 4 e 5, esse valor foi de $1,28 m^3$.

O segundo ciclo de cultivo avaliado (19 de março a 7 de julho de 2012) caracterizou-se pela maior aplicação da proposta de manejo diferenciado da irrigação pelos técnicos da fazenda. O manejo de irrigação baseou-se na aplicação da lâmina de água sem diferenciação em todas as zonas até 69 dapp. As zonas 1, 2 e 3,

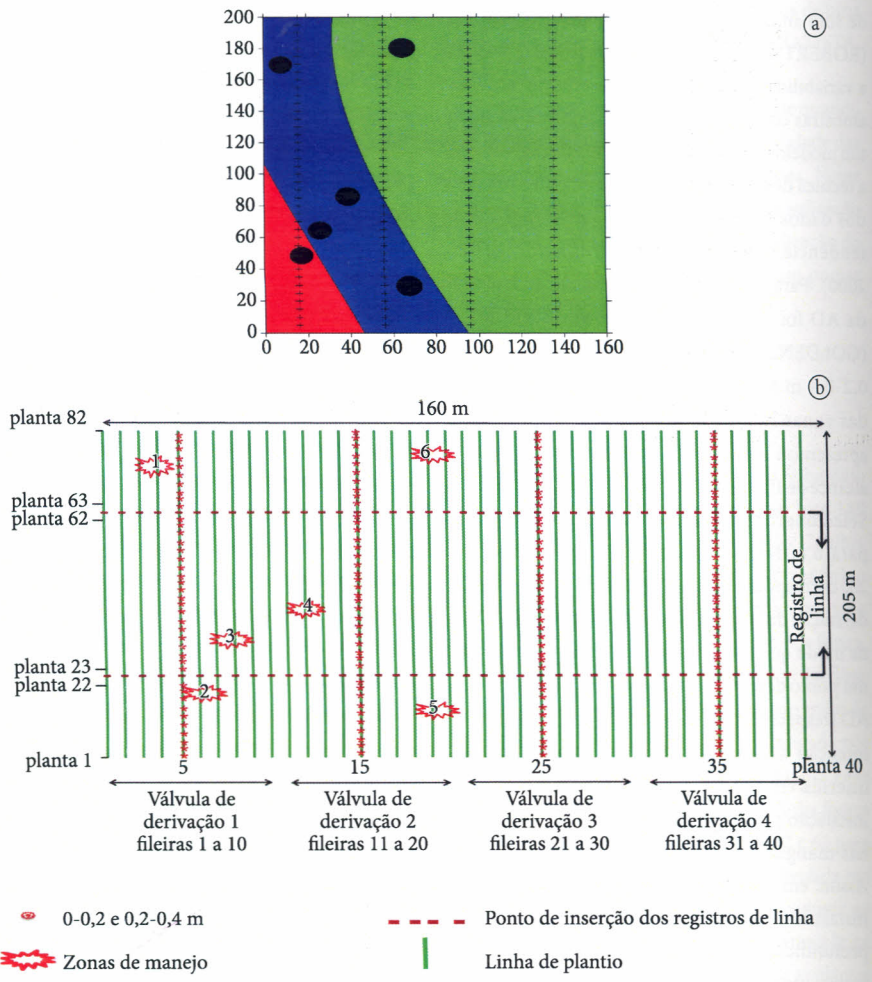


Figura 1. Mapa de distribuição da água disponível (AD) na profundidade de 0,2-0,4 m em pomar de videira cv. Thompson Seedless (a); Croqui da área experimental, com as transeções para as coletas de amostras de solo (fileiras 5, 15, 25 e 35), e os 6 pontos de monitoramento da umidade do solo (b).

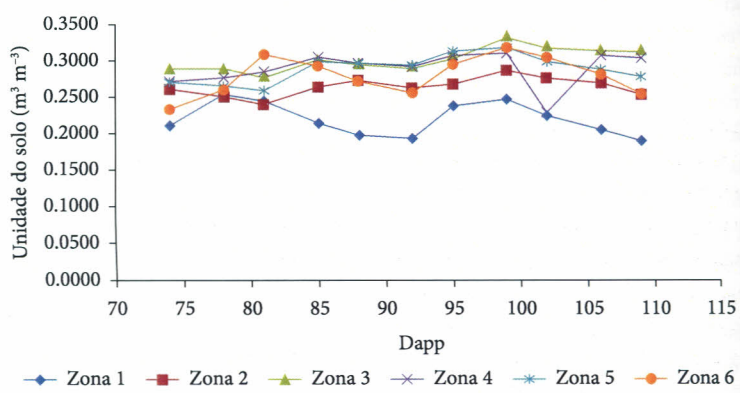


Figura 2. Umidade do solo (θ , $m^3 \cdot m^{-3}$) medida por tensiômetros a partir dos 70 dias após a poda de produção (dapp) na camada 0,0-0,60 m durante o ciclo de 2011, nas zonas homogêneas.

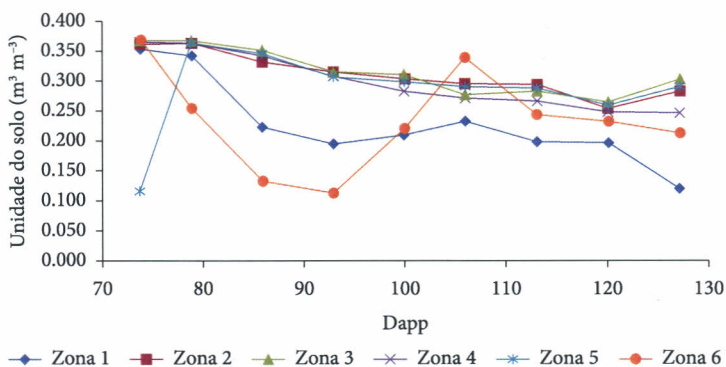


Figura 3. Umidade do solo (θ , $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) medida por tensiômetros a partir dos 70 dias após a poda de produção (dapp) na camada 0,0-0,60 m durante o ciclo de 2012, nas 6 zonas homogêneas.

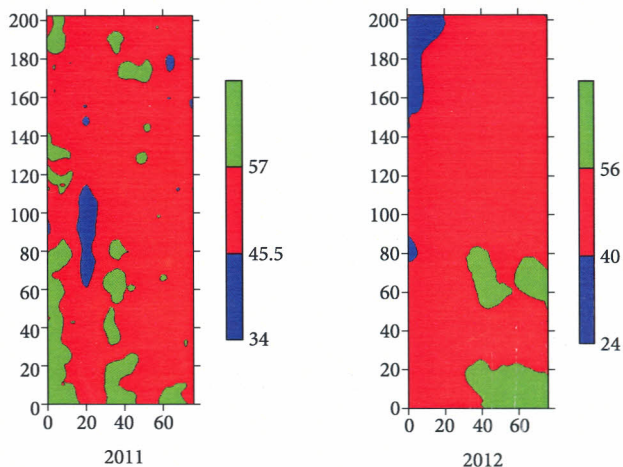


Figura 4. Variabilidade espacial do número de cachos de uva produzido na área nos ciclos de 2011 e 2012.

presentes na válvula de derivação 1 (fileiras 1 a 10) receberam, respectivamente, um total de $4,4 \text{ m}^3$ por planta, enquanto as zonas 4, 5 e 6, presentes na válvula 2 (fileiras 11 a 20), receberam $5,0 \text{ m}^3$ por planta. A partir de 70 dapp (Figura 3), as lâminas de irrigação foram diferenciadas entre as 6 zonas de manejo. O comportamento da umidade do solo nas zonas 1, 2 e 4 no segundo ciclo de produção assemelhou-se ao observado durante o ciclo anterior (2011), onde a zona 1 manteve menores valores de umidade; no entanto, no

ciclo de 2012 houve uma maior proximidade nos valores de umidade coletados entre as zonas de manejo avaliadas. Os volumes de água aplicados por videira entre 70 e 110 dapp foram maiores nas zonas 1 e 6 ($1,8 \text{ m}^3$ em cada uma delas), enquanto que nas zonas 3 e 4, as videiras receberam $1,5 \text{ m}^3$ por planta, e nas zonas 2 e 5, $1,6 \text{ m}^3$ por planta.

As zonas homogêneas quanto ao número de cachos por planta está apresentado na Figura 4, onde observa-se um comportamento similar entre ambos os anos.

4. Conclusões

O conhecimento da distribuição espacial da água disponível, em uma área de produção de uva de mesa no Vale do Submédio São Francisco, por meio da análise geoestatística, possibilitou a identificação de zonas de manejo. O manejo diferenciado da irrigação com base no monitoramento da umidade do solo em cada uma dessas zonas permitiu que aquelas que apresentaram maiores valores recebessem um menor volume de água.

Agradecimentos

À fazenda Sasaki, pela concessão da área, fornecimento de dados e apoio, e à FACEPE, pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Referências

- BATISTA, I. F. **Uso racional da água em alface desenvolvida em ambiente protegido considerando a variabilidade espacial**. 2006. 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- COELHO FILHO, M. A.; COELHO, R. D.; GONCALVES, A. C. A. Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas do solo em um pomar de lima ácida tahiti, irrigado por microaspersão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 239-246, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000200011>
- CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, n. 6, p. 1013-1021, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa SPI, Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- GOLDEN SOFTWARE - **SURFER for windows**. Release 7.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers. User's guide. New York: Golden Software, 1999. 619 p.
- LIMA, J. A. G.; MENDES, A. M. S.; DUDA, G. P.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de características físico-hídricas de um Cambissolo cultivado com mamão no semiárido do RN. *Caatinga*, v. 19, n. 2, p. 192-199, 2006.
- ROBERTSON, G. P. **GS+**: geostatistics for the environmental sciences. **GS+** user's guide. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152 p.
- SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 10, p. 1487-1494, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002001000017>
- SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E.; GHEYI, H. R. Variabilidade espacial de características físico-hídricas e de água disponível em um solo aluvial no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 3, p. 140-144, 1999.
- VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 1-54. v. 1.