



Mapas de Contorno da Capacidade de Água Disponível em Solo Cultivado com Videiras Irrigadas

L.H. BASSOI⁽¹⁾, L.S. AQUINO⁽²⁾, N.L. RECKZIEGEL⁽²⁾, L.C. TIMM⁽³⁾, C.M.P. VAZ⁽⁴⁾, J. MANIERI⁽⁵⁾ & V.E.Q. TAVARES⁽³⁾

RESUMO – A delimitação de zonas homogêneas, quanto aos valores da capacidade de água disponível (CAD) no solo, pode auxiliar o manejo da água na profundidade efetiva das raízes das plantas, tanto pelo conhecimento da extensão dessas zonas em uma área cultivada, como pela possibilidade de realizar um manejo diferenciado da irrigação, quanto ao momento e quantidade de água a ser aplicada. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura de dependência espacial da CAD de um Neossolo Quartzarênico cultivado com videiras irrigadas por microaspersão, nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m; e, no caso de dependência espacial, confeccionar os mapas de contorno dos valores de CAD, para ambas as profundidades, usando o interpolador geoestatístico krigagem. Em 2006, foi estabelecida uma malha retangular de 14 x 12 pontos (168 pontos em cada profundidade), totalizando 336 amostras de solo, nas quais foram determinados os valores do conteúdo de água no solo referentes a capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente, e calculados os valores de CAD. Logo após, foi feita a análise exploratória de cada conjunto de dados por meio da estatística clássica e, em seguida, a estrutura de dependência espacial de cada variável (CAD na profundidade de 0-0,20 m e CAD de 0,20-0,40 m) foi analisada por meio da técnica de Geoestatística, possibilitando a elaboração dos mapas de contorno. Resultados mostram que os dados de capacidade de água disponível, em ambas as profundidades, seguem a distribuição normal, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov aos níveis de 10%, 5% e 1% de probabilidade. Os valores de CAD na

profundidade de 0-0,20 m apresentaram uma estrutura de dependência espacial (com alcance real de 6,45 m), tornando possível a construção do mapa de contorno, por meio do interpolador geoestatístico krigagem, e a identificação das zonas homogêneas. Já os valores de CAD referentes a profundidade de 0,20-0,40 m apresentaram um semivariograma sem patamar, não sendo possível a construção do mapa de contorno por meio deste interpolador, necessitando, desta forma, um estudo mais aprofundado do comportamento da CAD nesta profundidade.

Excluído: videira

Excluído: solo (Areia Quartzosa)

Introdução

A clássica definição de capacidade de água disponível no solo (CAD), como a quantidade de água disponível entre o potencial da água no solo correspondente à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente, tem gerado controvérsias ao longo de décadas devido a complexidade dos aspectos de planta, solo e atmosfera envolvidos (Reichardt & Timm [1]). Entretanto, para fins de estudos de manejo da água no solo a capacidade de água disponível é utilizada, assumindo-se determinados conceitos. A variabilidade espacial de atributos do solo, como a densidade e textura, ocorre devido aos processos de formação e às práticas de manejo (McGraw [2]), e influenciam a CAD. A delimitação de zonas homogêneas, quanto aos valores de CAD na profundidade efetiva das raízes, pode auxiliar o manejo da água no solo, tanto pelo conhecimento da extensão dessas zonas em uma área cultivada, como pela possibilidade de realizar um manejo diferenciado da irrigação, quanto ao momento e quantidade de água a ser aplicada. Isso pode ser útil, principalmente, onde a irrigação é primordial para a obtenção da produção

Excluído: F

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Semi-Arido – Caixa Postal 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970. E-mail: lhbassoi@cparams.embrapa.br (apresentador do trabalho).

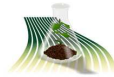
⁽²⁾ Graduandos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário – Caixa Postal 354, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900.

⁽³⁾ Professores Adjuntos do Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário – Caixa Postal 354, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária – Caixa Postal 741, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

⁽⁵⁾ Bolsista DTI – CNPq da Embrapa Instrumentação Agropecuária – Caixa Postal 741, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

Apoio financeiro: CNPq e FAPERGS



agrícola, como é o caso da produção de uvas de mesa no Vale do São Francisco, no semi-árido brasileiro. A Geoestatística permite a análise da variabilidade espacial das propriedades do solo e a construção dos mapas de contorno, por meio da técnica de krigagem, para obter as zonas homogêneas que possibilitem um manejo diferenciado da área (Nielsen & Wendroth, [3]). A krigagem, como interpolador geoestatístico, apresenta um diferencial aos outros interpoladores, pois considera a dependência espacial da variável em estudo, expressa pelos parâmetros do semivariograma ajustado, para estimar valores em qualquer posição dentro da área em estudo. Porém, em muitos casos as variáveis em estudo não apresentam uma estrutura de dependência espacial sendo recomendado o uso de outros interpoladores, como o inverso do quadrado da distância, para construção dos mapas de contorno. Esse método utiliza a distância entre o ponto a ser estimado e os vizinhos para estimar os valores, i.e., não considera a estrutura de variabilidade espacial da variável em estudo. Baseado nisto, o presente trabalho tem como objetivos: avaliar a estrutura de dependência espacial da CAD de um Neossolo Quartzarênico cultivado com videiras irrigadas por microaspersão, nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m; e, no caso de dependência espacial, confeccionar os mapas de contorno dos valores de CAD, para ambas as profundidades, usando o interpolador geoestatístico krigagem.

Palavras-Chave: semivariograma, krigagem, dependência espacial, atributos físico-hídricos do solo, interpoladores espaciais.

Material e Métodos

Em 2006, uma malha retangular de 14 x 12 pontos (total de 168 pontos) foi estabelecida em uma área experimental cultivada com videira Festival sobre porta-enxerto SO4 (espaçamento de 3,5 m entre linhas e 4 m entre plantas), pertencente à Fazenda Alpha Vale, em Petrolina-PE. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico. Foram coletadas 336 amostras de solo (168 amostras na profundidade de 0-0,20 m e 168 amostras na profundidade de 0,20-0,40 m) nas quais foram determinadas os valores do conteúdo de água no solo referentes a capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente, usando metodologia descrita em Naime *et al.* [4]. A partir desses valores foram calculados os valores de CAD. Os conjuntos de dados (CAD de 0-0,20 m e CAD de 0,20-0,40 m) foram analisados usando a estatística clássica, calculando as medidas de posição (média e mediana), de dispersão (coeficiente de variação e valores mínimo e máximo) e a forma da distribuição dos dados (coeficientes de assimetria e curtose). A hipótese de normalidade dos dados foi

testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Para a análise geoestatística foi utilizado o Software GS+ (Gamma Design Software [5]), versão 7.0, que fornece os semivariogramas experimental e o teórico com os respectivos parâmetros de ajustes (efeito pepita, C_0 ; patamar, C_0+C ; e alcance A_0). A escolha do melhor modelo de ajuste do semivariograma teórico se dá pelo menor valor de SQR (Soma de Quadrados do Resíduo) e o maior valor do coeficiente de correlação (r^2). Para analisar o grau de dependência espacial dos valores de CAD, em ambas as profundidades, utilizou-se a classificação de Cambardella *et al.* [6], o qual considera a dependência espacial forte quando a relação $C_0/(C_0+C) \leq 25\%$, moderada quando $25 < C_0/(C_0+C) \leq 75\%$, e fraca quando $C_0/(C_0+C) > 75\%$.

A partir do semivariograma teórico, foram gerados os mapas de contorno para os valores de CAD na área experimental, por meio do interpolador geoestatístico krigagem (Vieira [7]).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise descritiva dos dados de CAD. De acordo com a classificação proposta por Wilding & Drees [8] ($CV < 15\%$), os dados de CAD, em ambas as profundidades, podem ser considerados de baixa variabilidade em torno da média já que a faixa de variação dos coeficientes de variação (CVs) foi de 9,38% e 10,31% para as profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, respectivamente.

O valor da média e da mediana, para ambas as profundidades, são bastante próximos, ou seja, ambas as séries tendem a uma distribuição normal, o que está de acordo com os valores dos coeficientes de assimetria e de curtose (Tabela 1) para a profundidade de 0-0,20 m. Já na profundidade de 0,20-0,40 m, os coeficientes de assimetria e curtose tiveram um afastamento dos valores considerados corretos para a distribuição normal, i.e., coeficientes de assimetria e curtose iguais a zero (Landim [9]). Em vista disso, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, em ambas as séries, aos níveis de 10%, 5% e 1%, e constatou-se que os valores de CAD do solo nas profundidades estudadas poderiam ser considerados normais.

Na Fig. 1-A₁ é apresentado o semivariograma experimental e teórico, com seus respectivos parâmetros de ajuste, dos valores de CAD na profundidade de 0-0,20 m. Também é apresentado o semivariograma experimental dos valores de CAD na profundidade de 0,20-0,40 m (Fig. 1-A₂).

Analisando a Fig. 1-A₁, verifica-se que os valores de CAD, referentes a profundidade de 0-0,20 m, possuem uma estrutura de dependência espacial. O grau de dependência espacial, segundo Cambardella *et al.* [6], é classificado como forte, pois a relação $C_0 / (C_0+C)$ é igual a 10,50%. O modelo matemático ajustado (semivariograma teórico) foi o modelo exponencial, indicando um alcance efetivo (A_0) de 2,15 m. Segundo Guimarães [10], o valor de A_0 ajustado pelo modelo exponencial deve ser multiplicado

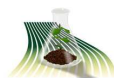
Excluído: solo (Areia Quartzosa)

Excluído:

Excluído:

Excluído: U

Excluído: Areia Quartzosa



pelo fator 3, pois o software GS+ não utiliza esse fator na fórmula de ajuste desse modelo matemático. Portanto, o alcance real é igual a 6,45 m, indicando que os valores de CAD separados por distâncias superiores a essa são independentes entre si.

Os valores de CAD₂ na profundidade 0,20-0,40 m, apresentaram um semivariograma experimental (Fig. 1-A₂) em que as semivariâncias crescem, sem limites, em função da distância h, o que na literatura é chamado de semivariograma sem patamar (Guimarães [10]). Esse autor destaca que semivariogramas desse tipo indicam que os dados possuem alguma tendência para determinada direção, e que a máxima distância h entre os pontos não foi capaz de exibir toda a variância dos dados. Portanto, num primeiro momento, não foi possível a construção do mapa de contorno para os valores de CAD nessa profundidade, tendo-se a necessidade de realizar um estudo mais aprofundado deste tipo de comportamento. Assim, o mapa de contorno, usando o interpolador geoestatístico krigagem, foi construído para os valores de CAD na profundidade de 0-0,20 m (Fig. 2). Analisando o mapa, pode-se observar a ocorrência de grandes áreas homogêneas, com teores de CAD predominantes nas classes de 19,1 a 20,9 mm e de 20,9 a 22,6 mm. A identificação das zonas homogêneas possibilitará a execução de um manejo diferenciado da irrigação na área em estudo, quanto ao momento e quantidade de água a ser aplicada.

Conclusões

A CAD, na profundidade de 0-0,20 m, apresentou uma estrutura de dependência espacial, com alcance de 6,45 m, sendo o seu grau de dependência classificado como forte. O mapa de contorno gerado permitiu identificar as zonas homogêneas de CAD. Os valores de CAD na profundidade de 0,20-0,40 m apresentaram semivariograma sem patamar, não sendo possível, num

Tabela 1. Medidas de posição (média e mediana), de dispersão (valor mínimo, valor máximo e coeficiente de variação), coeficientes de assimetria e curtose e o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para as séries capacidade de água disponível, nas camadas de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade.

Profundidade (m)	Média (mm)	Mediana (mm)	Coeficiente de Variação (%)	Valor Mínimo (mm)	Valor Máximo (mm)	Assimetria	Curtose	K-S
0 - 0,20	20,59	20,41	9,38	14,27	25,31	-0,27	0,12	0,058*
0,20 - 0,40	19,79	19,95	10,31	7,36	24,09	-1,68	7,63	0,077*

* Valores referentes ao teste de Kolmogorov-Smirnov foram inferiores em todos os níveis de significância (10%, 5% e 1%).

primeiro momento, o uso do interpolador de krigagem para a construção do mapa de contorno nessa profundidade.

Agradecimentos

Ao CNPq e a FAPERGS pelo auxílio financeiro e pela concessão das bolsas. À Fazenda Alpha Vale, pela concessão da área para realização do experimento.

Referências

- [1] REICHARDT, K. & TIMM, L.C. Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Editora Manole, 2004. 478p.
- [2] MCGRAW, T. Soil test level variability in Southern Minnesota. Better Crops with Plant Foods, v.78, p.24-25, 1994.
- [3] NIELSEN, D.R. & WENDROTH, O. Spatial and temporal statistics: sampling field soils and their vegetation. Reiskirchen: Catena Verlag, 2003. 398p.
- [4] NAIME, J.M.; SHINYA, V.T. & VAZ, C.M.P. Programa para Estimativa Indireta da Curva de Retenção da Água no Solo. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 3p (Comunicado Técnico, 60).
- [5] GAMMA DESIGN SOFTWARE. GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences. Plainwell: Gamma Design Software, 2004.
- [6] CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R. F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Science Society America Journal, v.58, p. 1501-1511, 1994.
- [7] VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.1-54.
- [8] WILDING, L.P. & DREES, L.R. Spatial variability and pedology. In: WILDING, L.P. & DREES, L.R., eds. Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions. New York, Elsevier, 1983. p.83-116.
- [9] LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 253p.
- [10] GUIMARÃES, E.C. Geoestatística básica e aplicada. Uberlândia: Faculdade de Matemática-Universidade Federal de Uberlândia, 2004. 77p. (Apostila).

Excluído: .

Excluído: .

Excluído: que possibilitará um manejo diferenciado da área experimental quanto ao momento e quantidade de água a ser aplicada.¶

Excluído: ¶

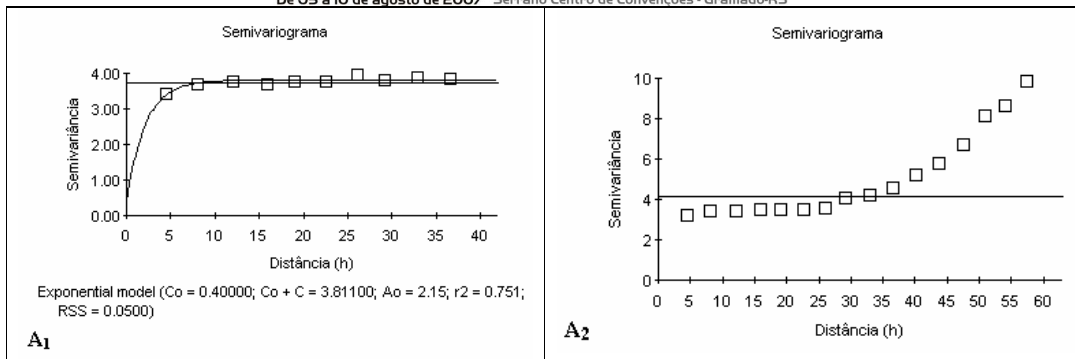
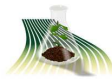


Figura 1. Semivariograma experimental e teórico dos dados de capacidade de água disponível do solo (CAD) na profundidade de 0-0,20 m (A₁) e 0,20-0,40 m (A₂).

Excluído: (A₁)

Excluído: e semivariograma experimental (A₂) dos dados de capacidade de água disponível (CAD) na profundidade

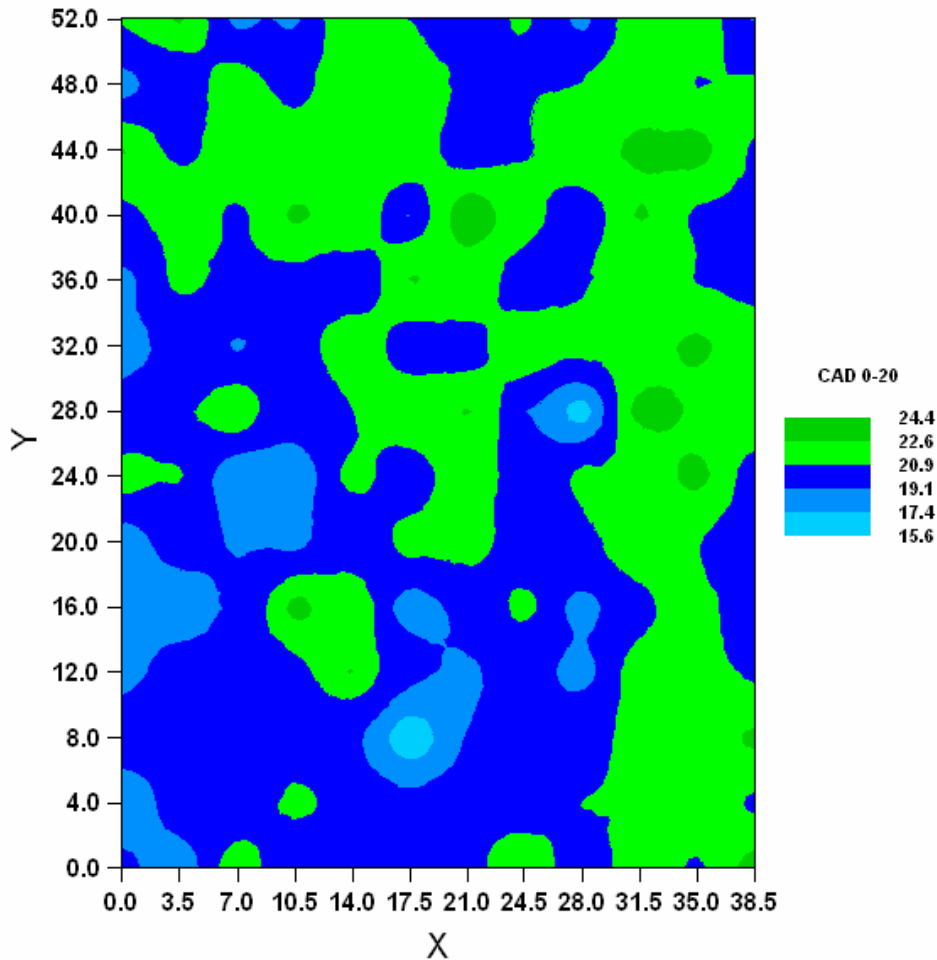


Figura 2. Mapa de contorno gerado, através do interpolador geoestatístico krigagem, para os valores de CAD na profundidade de 0-0,20 m.