

Variabilidade espacial do teor de umidade e da variação de armazenamento de água em Latossolo Bruno Distrófico

Mara Adriane Scheren¹, Jacson Luis Klassmann², Marcio Antonio Vilas Boas³

¹ Bióloga pela UNIOESTE Campus Cascavel/PR, Especialista em Gestão Ambiental pela UNIJUÍ-RS e Mestre em Agronomia – UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon. Rua Pernanbuco, 1777, Marechal Cândido Rondon, Paraná /PR.

² Engenheiro Agrícola pela UNIOESTE, Campus Cascavel/PR; Especialista em Engenharia da Segurança do Trabalho pela UNIOESTE, Campus Cascavel/PR.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr^o em Irrigação, Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Campus Cascavel/PR. Rua Universitária 2069 – Jardim Universitário, Cascavel/PR.

mara.scheren@yahoo.com, jack_eng_agri@hotmail.com, mvilasboas@unioeste.br

Resumo: Este trabalho objetivou estudar a variabilidade espacial da umidade volumétrica e do armazenamento da água no solo utilizando um aparelho de reflectometria de ondas no domínio do tempo - TDR. A umidade volumétrica foi medida em três dias diferentes (08, 16 e 22/07/2005) na profundidade de 15 cm através do (TDR). De posse desses valores foi determinado o armazenamento da água no solo em dois intervalos de tempo para a profundidade de 15 cm. Os teores de umidade para os dias 08 e 16 tiveram ajuste de modelo esférico com valores de coeficiente de correlação (R^2) acima de 70%. Para o dia 22 o melhor modelo de ajuste foi o exponencial com coeficiente de correlação $R^2 = 0,037$. A variação de armazenamento da água no solo apresentou ajuste de modelos esféricos e exponencial com valores de R^2 acima de 90%. A TDR apresentou vantagens na obtenção dos dados de umidade em relação ao método padrão da estufa.

Palavras-chave: TDR, irrigação, umidade volumétrica e armazenamento da água.

Spacial variability of amount of moisture and of the variation of water storing in a Brune Distrofic Latossoil

Abstract: This study aimed to investigate the spatial variability of soil moisture and water storage in the soil using a device reflectometry wave time domain - TDR. The water amount was measured on three different days (08, 16, 07/22/2005) at a depth of 15 cm through (TDR). With these values we determined the water storage in soil in two time intervals to the depth of 15 cm. The moisture for days 08 and 16 had a spherical model fit with values of correlation coefficient (R^2) greater than 70%. For the 22nd best model fit was exponential with a correlation coefficient $R^2 = 0.037$. The variation of the water storage in soil showed adjusting spherical and exponential models with R^2 values above 90%. The TDR has advantages in obtaining moisture data over the standard method of emissions.

Key words: TDR, irrigation, volumetric moisture and water storage.

Introdução

A maioria das culturas possui períodos críticos quanto à deficiência hídrica, durante os quais a falta de água causa sérios decréscimos na produção final; os prejuízos causados dependem da sua duração e severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (Bernardo *et al.*, 2008).

A obtenção de uma alta produção também requer adoção de práticas de manejo que visem melhorar a irrigação e esta adoção só é possível com o conhecimento das necessidades hídricas das culturas. Segundo Corrêa *et al.*, (2009), para cada intervalo de tempo do ciclo da cultura, a necessidade de irrigação dependerá da demanda hídrica e das possíveis dotações ou suprimentos naturais de água ao solo.

O manejo de qualquer projeto de irrigação deve considerar os aspectos sociais e ecológicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água minimizar os custos, quer de mão de obra de capital, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada, bem como ter em mente a necessidade de melhorar ou, no mínimo, manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pois isto afetará em muito o comprimento do período de vida útil do projeto (Scherpinski, 2010; Silva, 1998).

É de capital importância que o projeto de irrigação não seja considerado apenas a captação e a condução d'água, ou somente a aplicação d' água dentro da parcela. Mas, sim, uma operação integrada, incluindo também, a equidade na distribuição da água, as práticas culturais, a retirada do excesso d' água da área irrigada e a relação solo- água- planta e clima (Guedes, 2009; Guedes *et al.*,2010).

Existem diversos aparelhos para determinação o momento de irrigar. Um método que vem se destacando com algumas vantagens é o reflectômetro no domínio do tempo – TDR (Carvalho *et al.*, (2010). Desta maneira, este trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade espacial da umidade volumétrica e do armazenamento da água no solo utilizando um aparelho de reflectometria de ondas.

Material e Métodos

Local de realização do experimento

O experimento foi realizado em uma área piloto de LATOSSOLO BRUNO distrófico pertencente ao Centro de pesquisa Eloy Gomes da Cooperativa Central Agropecuária de

Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda – COODETEC, em Cascavel – PR.

Amostragem da área

A área foi considerada plana, com declividades determinadas apresentando valores menores que 0,19% (Carvalho *et al.*, 2010).

A área projeto piloto de pesquisas do Núcleo de Inovações Tecnológicas foi demarcada em 256 parcelas, com área útil total de 1,33 ha. Os locais de amostragem sendo geo-referenciados com GPS Figura 1. A localização do ponto de amostragem, em cada parcela, foi aleatoriamente seguido o procedimento denominado de amostragem desalinhada sistemática estratificada (Robertson, 1998).

Parâmetros Avaliados

O atributo do solo avaliado na área experimental foi a umidade volumétrica medida em três dias diferentes na profundidade de 15 cm através de reflectômetro no domínio do tempo (TDR), de fabricação americana pertencente ao laboratório de hidráulica e irrigação do curso de Engenharia Agrícola – UNIOESTE –PR. De posse dos valores de umidade foi determinado o armazenamento da água no solo em dois intervalos de tempo para a profundidade de 15 cm.

Análise Estatística

Com os dados determinados de umidade e armazenamento de água no solo se procedeu as análises de estatísticas descritivas e análises de geoestatística através dos programas computacionais (GEO-EAS e GS+ Robertson, 1998; Crespo, 2009).

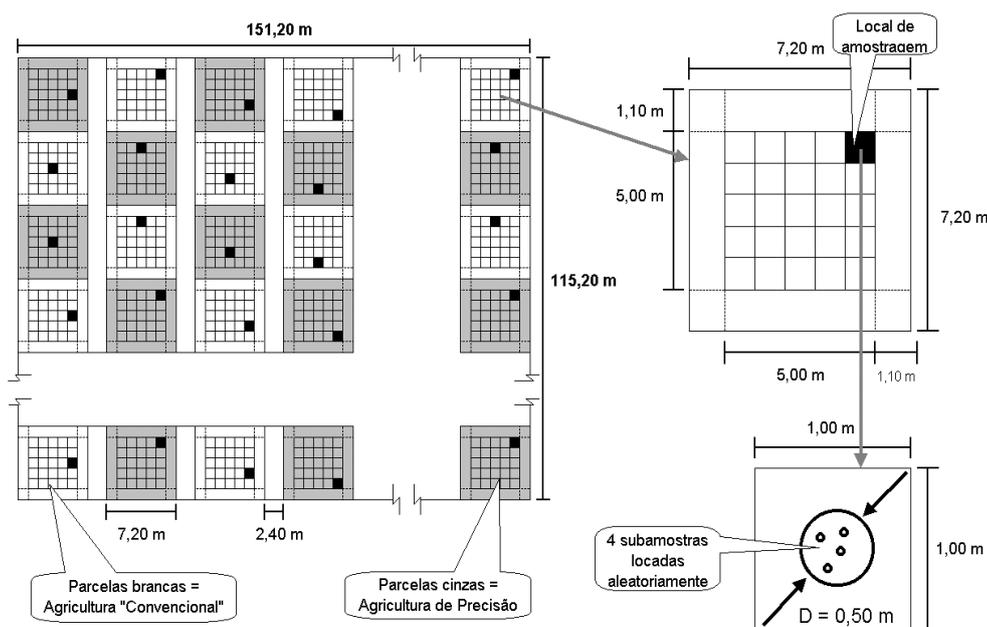


Figura1. Área experimental dividida em parcelas

Resultados e Discussões

Análise descritiva

Nas Tabelas 1 e 2 estão demonstrados os momentos estatísticos do teor de umidade e do armazenamento da água no solo em três datas de leitura na profundidade estudada que de 15 cm. Foi analisado os momentos estatísticos como: média, desvio padrão, variância, valor mínimo, valor máximo, simetria e curtose.

Tabela 1 - Valores de parâmetros estatísticos para os teores de umidade para três períodos de leitura com uso de TDR

Momentos Estatísticos			
	Teor de Umidade1 (08-06-2005)	Teor de Umidade 2 (16-06-2005)	Teor de Umidade 3 (22-06-2005)
Umidade Média (mm/mm)	0,4704	0,1776	0,2411
Desvio padrão	0,00332	0,0451	0,0261
Variância	0,0011	0,0020	0,0007
Valor Mínimo (mm/mm)	0,380	0,080	0,150
Valor Máximo (mm/mm)	0,560	0,300	0,310
N.º de amostras	256	256	256
Simetria	-0,29	0,48	-0,61
Curtose	0,26	-0,45	0,61

Analisando os dados da Tabela 1 pode se verificar que as médias da primeira leitura do teor de umidade apresentam valor médio maior que a segunda leitura, assim, verifica-se uma perda água neste período. No entanto na segunda leitura dos dados o valor médio do teor de umidade é menor do que na terceira leitura, verificado um acréscimo de água neste período (Silva, 1998).

A Tabela 2 apresenta os dados de variação do armazenamento de água para as leituras do dia 08 - 16 - 22 de julho de 2005 onde o armazenamento é feito do dia 08 para o dia 16 designado de armazenamento 1-2; e do dia 16 para o dia 22 sendo o armazenamento 2-3.

Pode-se verificar a ocorrência de maiores perdas de água para o período 1-2 em relação ao período 2-3 como mostra a Tabela 2. Onde estão relatados os valores de parâmetros estatísticos para a variação de armazenamento de água no solo para o período de 08/07/2005 para 16/07/2005 e 16/07/2005 para 22/07/2005.

Tabela 2 - Valores de parâmetros estatísticos para a variação de armazenamento de água no solo para o período de 08/07/2005 para 16/07/2005 e 16/07/2005 para 22/07/2005

Momentos Estatísticos	Armazenamento de água	Armazenamento de água
	no solo 1-2	no solos 2-3
Umidade média (cm ³ /cm ³)	43,8814	9,9627
Desvio padrão	9,0586	8,0311
Variância	82,0575	64,4981
Umidade mínimo(cm ³ /cm ³)	16,350	-12,900
Umidade máximo (cm ³ /cm ³)	67,200	28,350
N de amostras	256	256
Simetria	-0,30	-0,13
Curtose	-0,10	-0,40

Análise geoestatística dos parâmetros estudados

Os resultados oriundos da Estatística casualizada são muito importantes para a análise do universo amostral, porém ela peca em desconsiderar a posição em que foi retirada a amostra que é um dado muito importante no momento de analisar a variabilidade de armazenamento de água deste solo. A geoestatística considera que os dados mais próximos devem ter maior semelhança que aqueles mais distantes procurando descobrir até que

distância a variação dos dados esta relacionada com os pontos amostrados (GEO-EAS e GS+ Robertson, 1998; Silva, 1998).

Gráficos post-plot para os teores de umidade e variação de armazenamento de água no solo

Na Figura 2 a variação entre o máximo teor de umidade 1 é de $0,300 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$ e mínimo de $0,140 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$. Foi demonstrado para esses dados um comportamento uniforme quanto ao teor de umidade, traduzindo dessa maneira, uma dependência espacial dos dados amostrados.

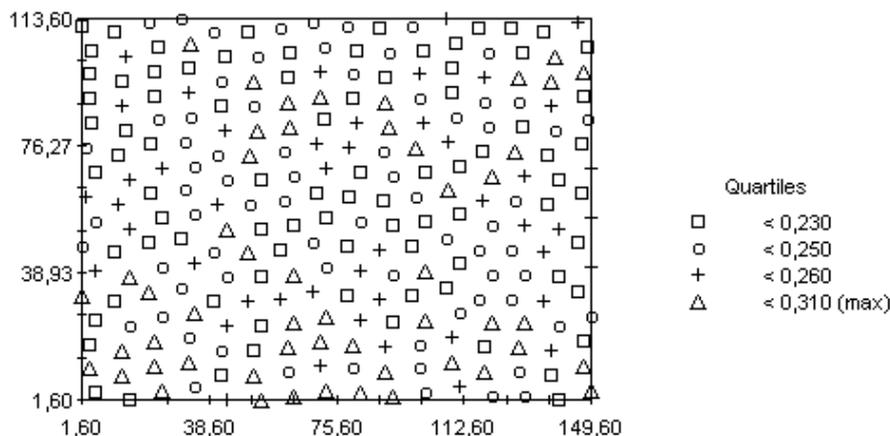


Figura 2. Gráfico post-plot para o teor de umidade 1 do dia 08/06/2005

Na Figura 3 é expresso um teor de umidade onde o máximo é de $0,300 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$ e o mínimo de $0,140 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$, o que indica que em relação a figura 4 houve uma perda de água. A Figura 4 mostra o teor de umidade da leitura 3 onde o valor máximo é de $0,310 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$ e mínimo de $0,230 \text{ (cm}^3/\text{cm}^3)$, sendo verificado um aumento no teor de umidade devido a precipitação pluviométrica neste período .

As Figuras 5 e 6 apresentam respectivamente os gráficos da variação de armazenamento de água no solo entre os dias 08/07/2005 e 16/07/2005 e dos dias 16/07/2005 e 22/07/2005.

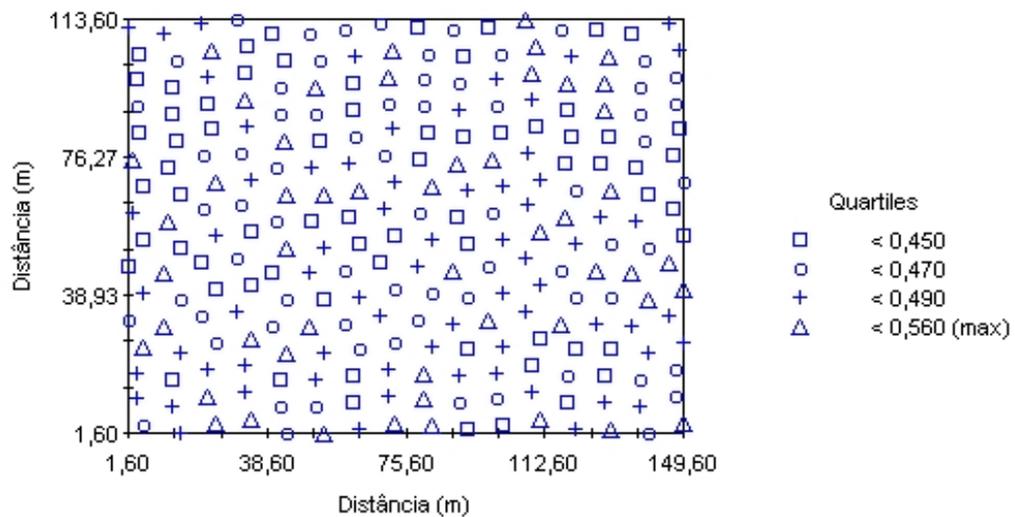


Figura 3. Gráfico post-plot para o teor de umidade 2 do dia 16/07/2005

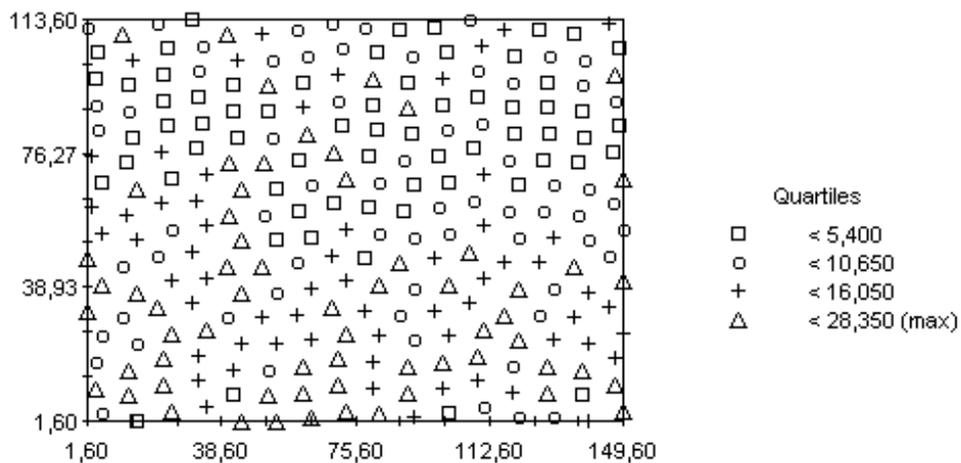
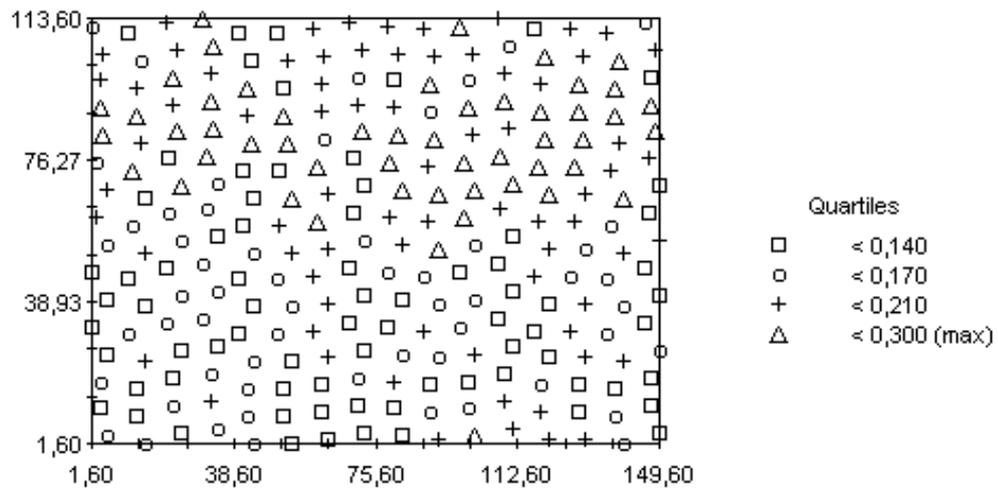
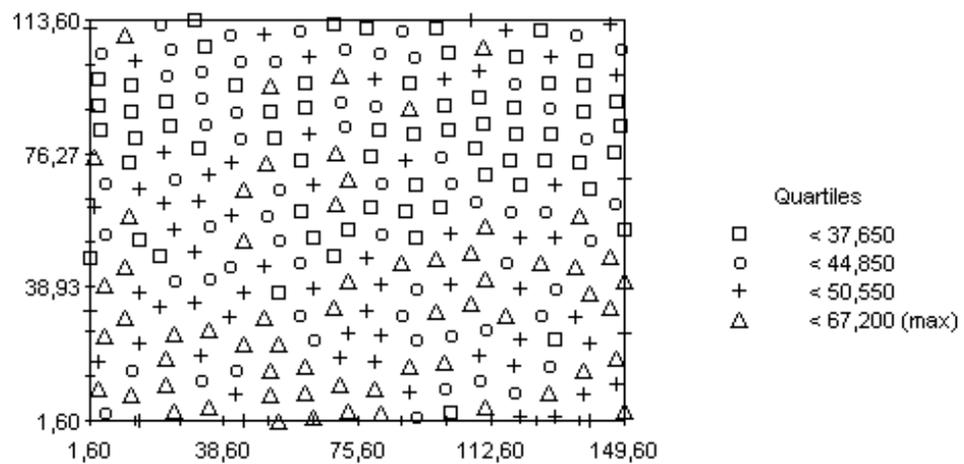


Figura 4. Gráfico post-plot para teor de umidade 3 do dia 22/07/2005.**Figura 5.** Gráfico de post-plot para a variação de armazenamento de água no solo 1-2.**Figura 6.** Gráfico de post-plot para a variação de armazenamento de água no solo 2-3

Determinação da Semivariância e Ajuste de Modelos Experimentais

Para as umidades volumétricas dos dias 08 e 16 e variação de armazenamento do dia 16 para o dia 22 foi ajustado o semivariograma para o modelo esférico, onde se verifica o efeito pepita (C_0) tendendo para zero e um coeficiente de correlação de $r^2 = 0,734$; $r^2 = 0,988$; $r^2 = 0,982$; o que nos indica uma estrutura de correlação espacial que aumenta com a distância até um certo ponto (alcance) a partir da qual semivariância se torna constante, limitando a área de influência de cada amostra. Conforme figuras 7, 8 e 9.

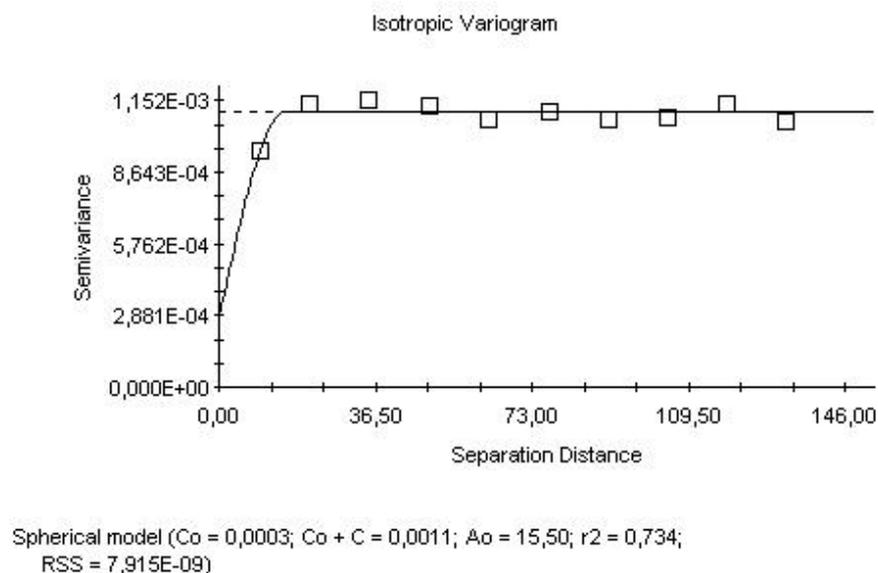


Figura 7. Teor de umidade volumétrico usando TDR, no dia 08/06/2005.

Para o teor de umidade do dia 22 e armazenamento do dia 08 para 16, foi verificado um ajuste para o modelo exponencial, no entanto para a umidade do dia 22 o coeficiente de determinação se apresentou muito baixo, $r^2 = 0,037$; para a variação de armazenamento o valor de $r^2 = 0,986$. Este modelo atinge o patamar assintoticamente, com o alcance prático definido com a distância na qual o valor do modelo é 95% do patamar. Sendo $0 < L < d$ onde d é a máxima distância na qual o semivariograma é definido. Os semivariogramas são vistos nas figuras 10 e 11 respectivamente (Carvalho, 2009).

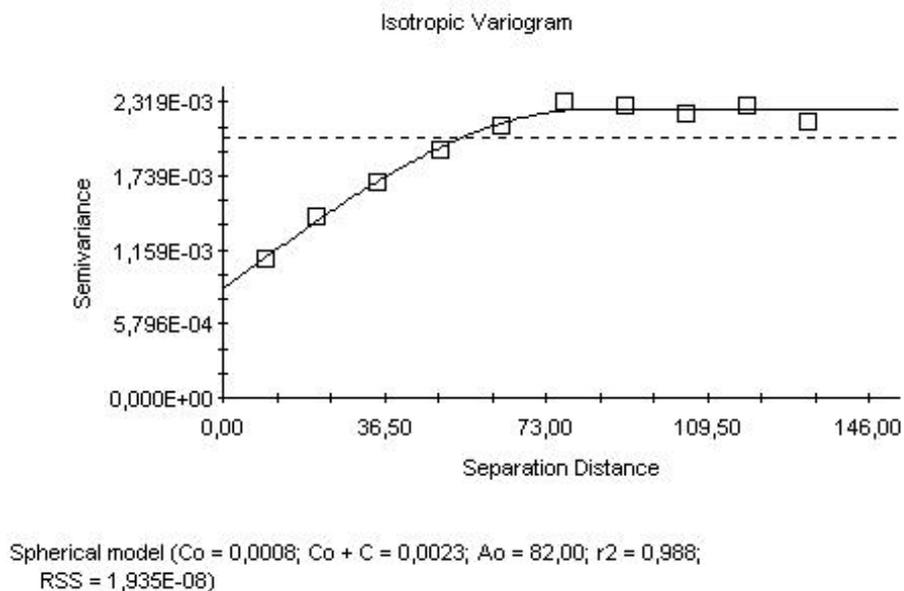


Figura 8. Teor de umidade volumétrico usando TDR, no dia 16/06/2005.

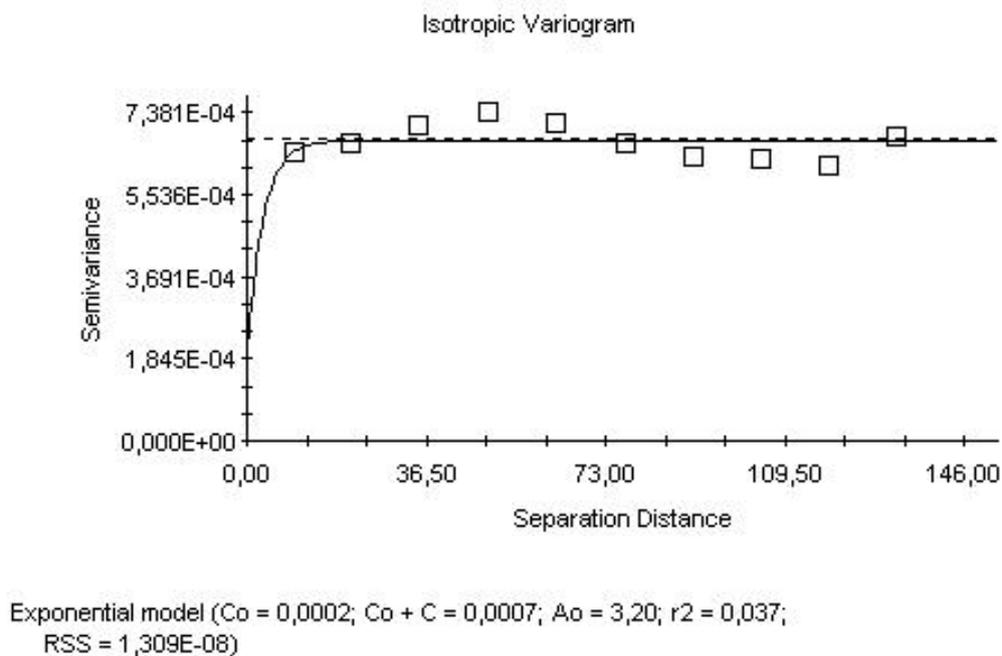


Figura 9. Teor de umidade volumétrico usando TDR, no dia 22/06/2005

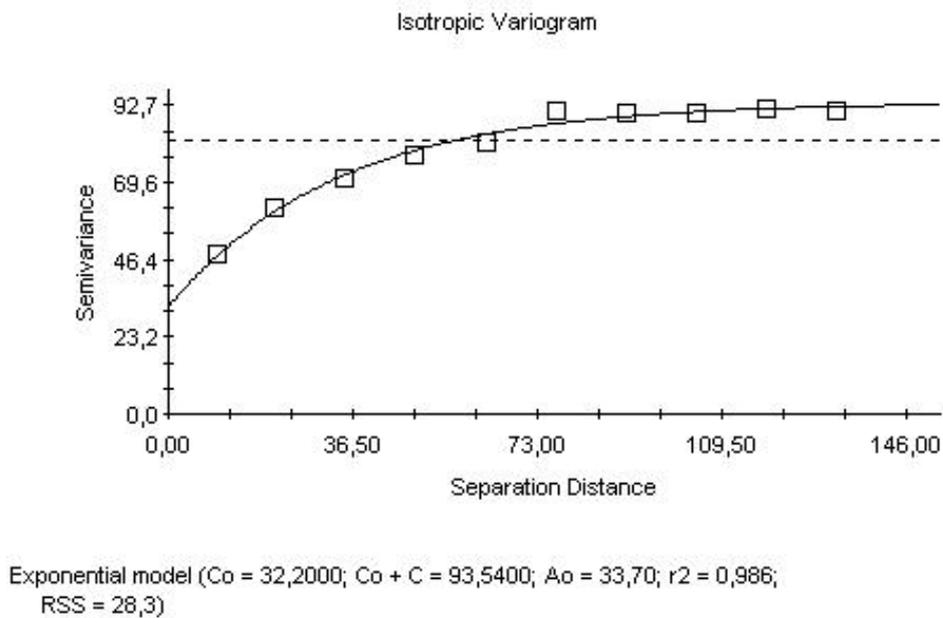


Figura 10. Semivariograma para a variação de armazenamento de água no solo entre os dias 08/06/2005 e 16/06/2005

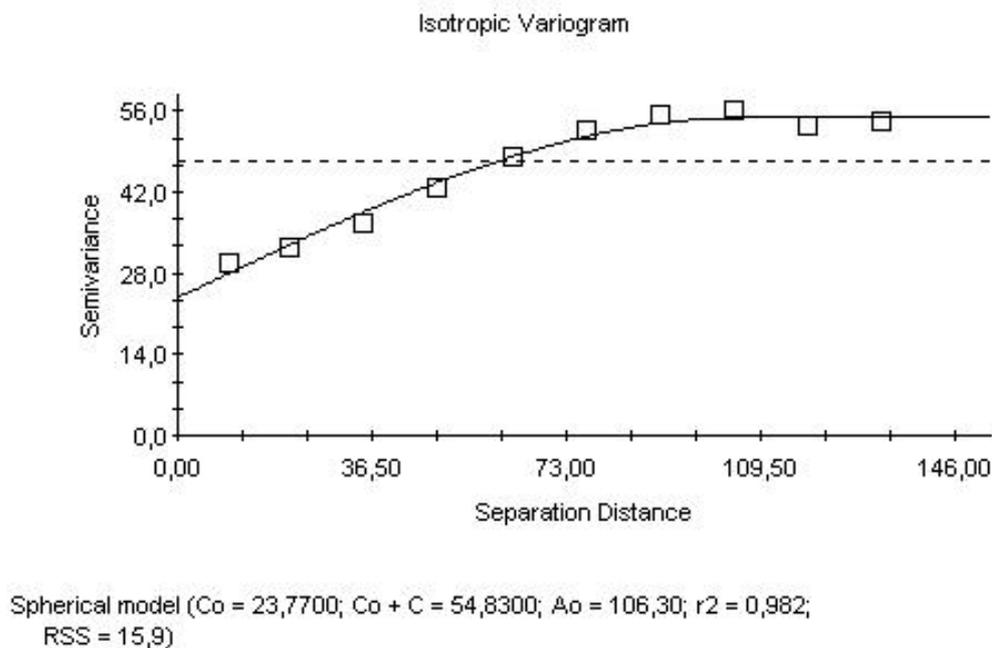


Figura 11. Semivariograma para a variação de armazenamento de água no solo entre os dias 16/06/2005 e 22/06/2005

Mapas de Krigagem

O mapa da Figura 12 apresenta uma visão da distribuição de água na área. É possível observar que mais de 90% desta área apresenta um teor de umidade elevado sendo que a maior porcentagem de umidade está entre 0,44 e 0,50 mm com poucos pontos com umidade acima ou abaixo destes teores de umidade (Tavares Filho e Tessier, 2010; Scherpinski, 2010).

Esse fato ocorreu devido a precipitações que houve dias antes da leitura que ocasionando um alto teor de umidade.

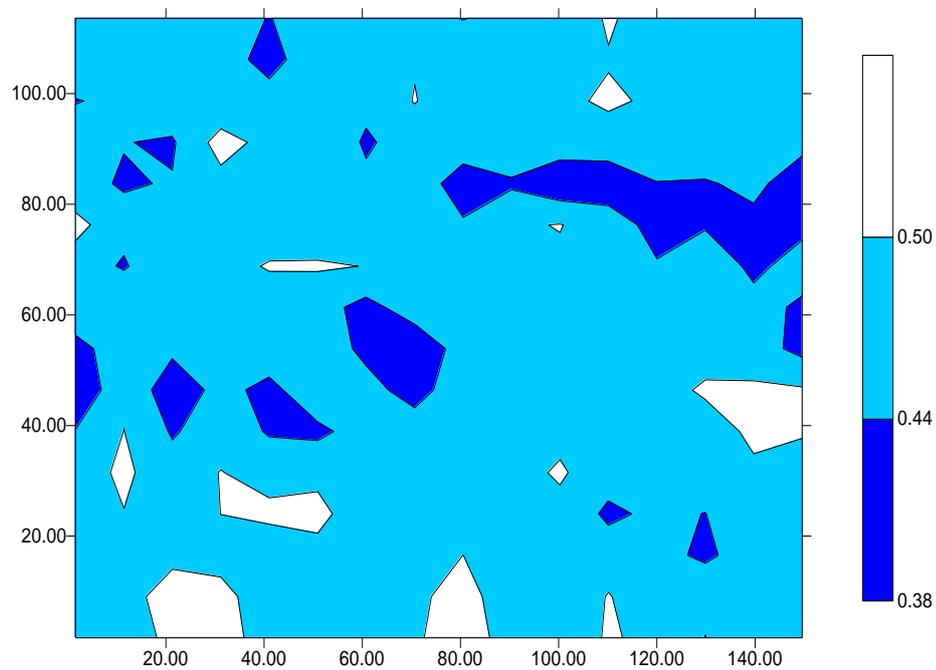


Figura 12. Mapa de alinhamento do teor de umidade do dia 08/07/2005

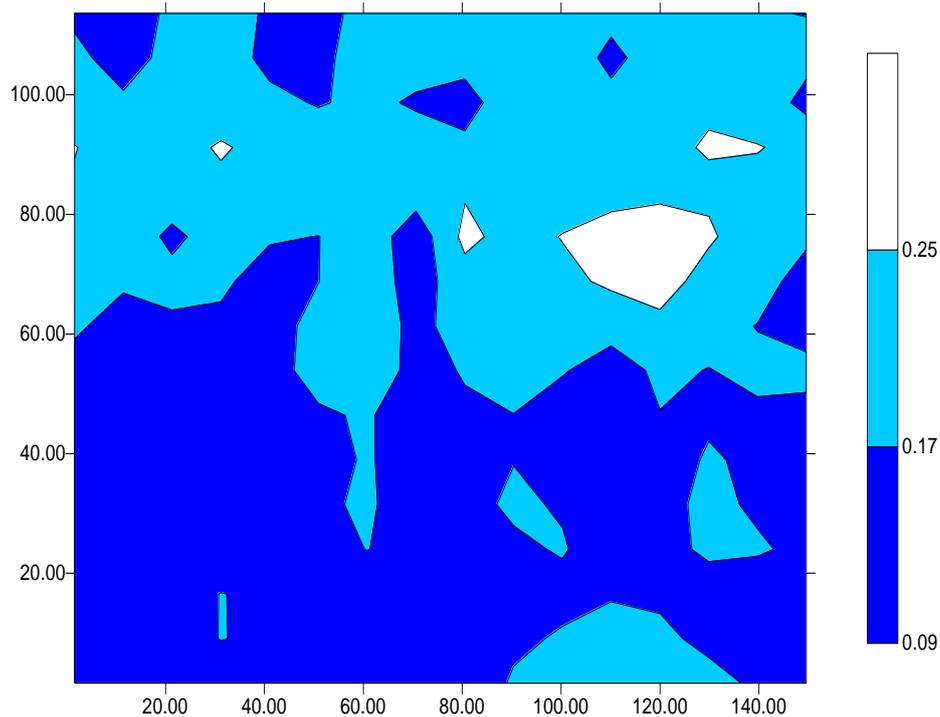


Figura13. Mapa de alinhamento do teor de umidade do dia 16/07/2005

A Figura 13 mostra o mapa da segunda leitura do teor de umidade realizado no dia 16/07/2005. Esse teor de umidade diminuiu em relação à primeira leitura da Figura 12. Neste mapa os teores de umidade variam na sua maior parte de 0,09 mm entre 0,17 mm, o que ocasiona uma perda do teor de umidade em relação à primeira leitura da Figura 12.

Na Figura 14 o mapa do teor de umidade do dia 22/07/2005 mostra que a área apresenta um teor de umidade médio entre 0,22 e 0,26mm em aproximadamente 90% da área.

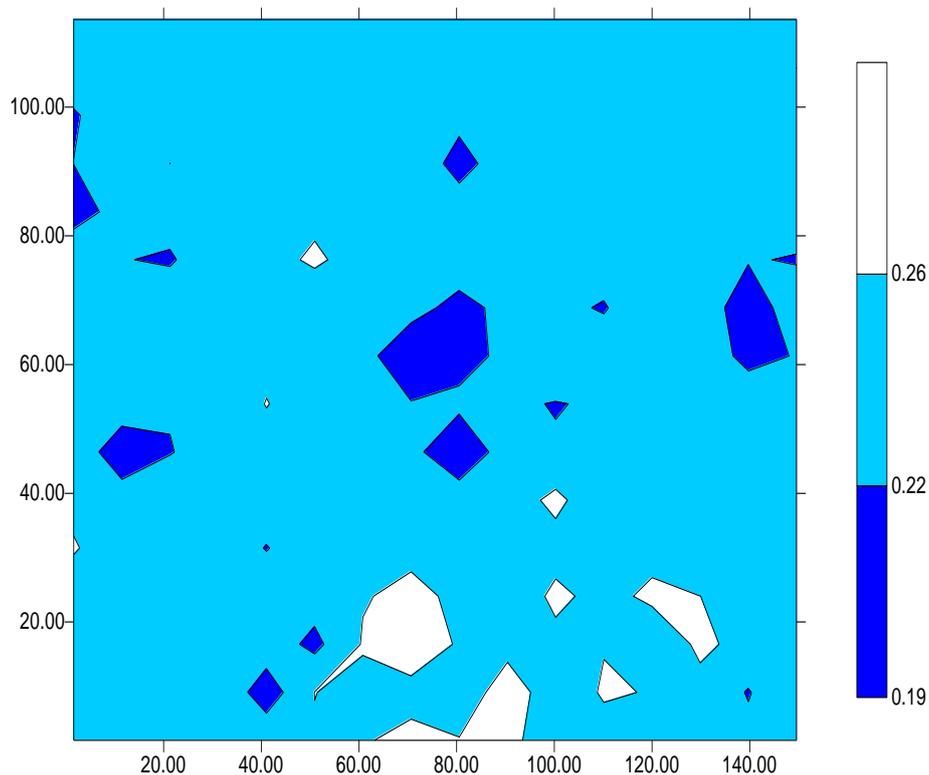


Figura 14. Mapa de alinhamento do teor de umidade do dia 22/07/2005

Ocorreu um acréscimo no teor de umidade no mapa da segunda leitura na Figura 13 em relação ao mapa da terceira leitura na Figura 14.

A primeira e segunda leitura dos valores de armazenamento de água no solo originou o mapa de krigagem da variação de armazenamento entre as duas leituras

Portanto essa variação do teor de umidade originado entre a primeira e a segunda leitura apresentou uma média entre 40 a 60 mm em mais de 50% da área. Dessa maneira houve uma perda significativa de água neste período como demonstrado na Figura 15.

A Figura 16 demonstra o mapa da variação de armazenamento de água no solo entre as datas 16/07/2005 e 22/07/2005. Onde se verifica que mais de 50% da área apresenta uma variação de entre 0,00 mm e 12,0 mm de água neste solo. Quando comparados os mapas dos dias 16/07/2005 e 22/07/2005 os dados demonstram que ocorreu um acréscimo de água neste período.

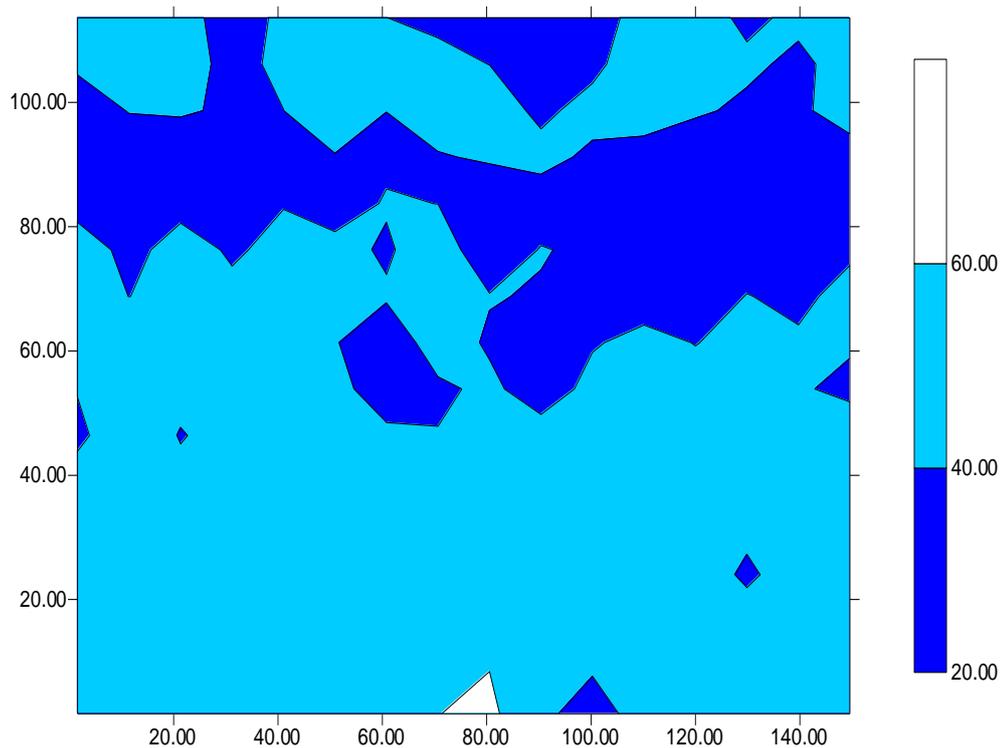


Figura 15. Mapa de alinhamento da variação de armazenamento de água no solo entre as datas 08/07/2005 e 16/07/2005

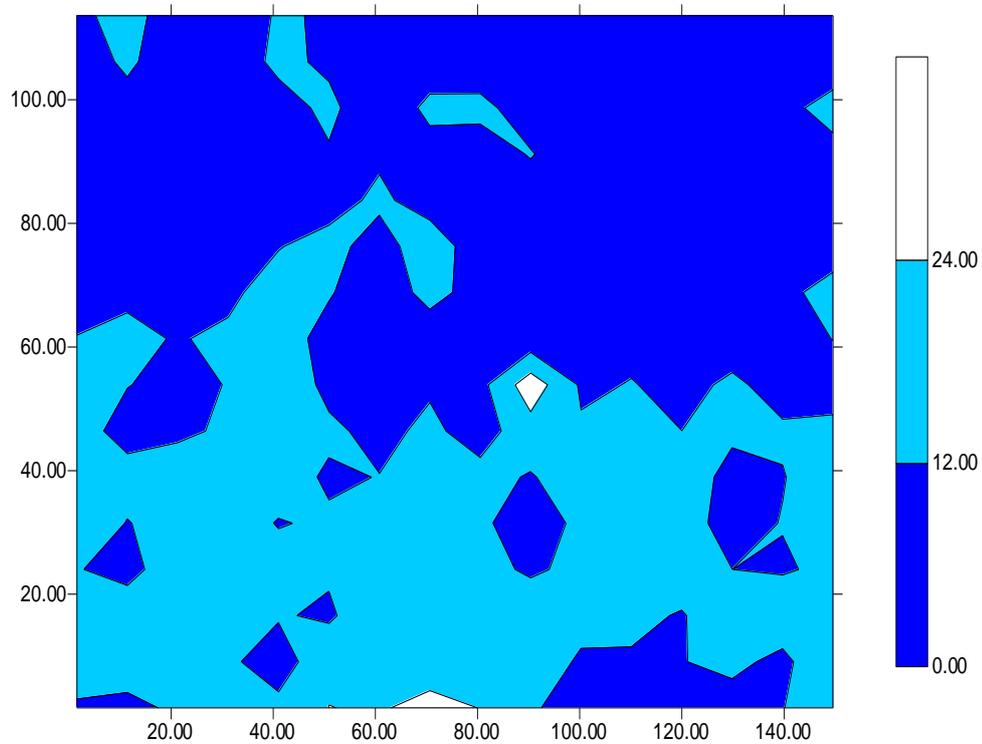


Figura 16. Mapa de alinhamento da variação de armazenamento de água no solo entre as datas 16/07/2005 e 22/07/2005

Conclusões

A partir dos dados analisados é possível concluir que:

- . Os teores de umidade para os dias 08 e 16 tiveram ajuste de modelo esférico com valores de coeficiente de correlação (R^2) acima de 70%.
- . Para o dia 22 o melhor modelo de ajuste foi o exponencial com coeficiente de correlação $R^2 = 0,037$.
- . A variação de armazenamento da água no solo apresentou ajuste de modelos esféricos e exponencial com valores de R^2 acima de 90%.
- . A TDR apresentou vantagens na obtenção dos dados de umidade em relação ao método padrão da estufa.
- . O armazenamento de água no solo é menor quanto mais se aproxima da rua principal que atravessa a área experimental, devido a tráfego constante de carros e maquinários que causam compactação do solo.

Referências

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa, Imprensa Universitária, 2008. 625 p.
- CARVALHO, S.R.L.; VILAS BOAS, G.S.; FADIGAS, F.S. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos em solos originados nos sedimentos da formação barreiras. **Cadernos de Geociências**, Bahia, v. 7, n. 2, novembro 2010.
- CARVALHO, J. R. P.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R. Comparação de métodos para ajuste de modelos de semivariograma da precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.443-448, 2009.
- CLARK, I. **Practical geostatistics**. England, Applied Science Publishers, 1979, 129p.
- CORRÊA, A. N.; TAVARES, M. H. F.; URIBE-OPAZO, M. A., Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e seus efeitos sobre a produtividade do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-94, jan./mar. 2009.
- CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 19ª ed. Saraiva. São Paulo, 2009. 218p.
- GUEDES, F. O. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta**. / Osvaldo Guedes Filho. Campinas: Instituto Agrônômico, 2009. 97 fls.
- GUEDES F. O.; VIEIRA, S. R.; CHIBA, M. K.; NAGUMO, C. H.; DECHEN, C. F. Spatial and temporal variability of crop yield and some rhodic hapludox properties under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1-14, 2010.

ROBERTSON, G. P. **GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

SCHERPINSKI, C; URIBE-OPAZO, M. A.; VILAS BOAS, M. A.; SAMPAIO, S. C.; JOHANN, J .A. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da infiltração da água no solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p.7-13, 2010.

SILVA, E.L.da. Determinação automática do teor de água em Latossolo Roxo Distrófico com uso de reflectometria de onda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. Poços de Caldas, MG, 1998. **Anais...** Poços de Caldas: UFLA, SBEA, 1998.

TAVARES FILHO. J.; TESSIER, D. Effects of different management systems on porosity of oxisols in Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.899-906, 2010.