

Estacionariedade do conteúdo de água no solo ⁽¹⁾.

Tatiana da Silva Santos ⁽²⁾, Thiago Irving Nunes de Brito ⁽²⁾, Gustavo André de Araújo Santos ⁽²⁾, Glécio Machado Siqueira ⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMA/CNPq.

⁽²⁾ Estudante de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, CP 35, Centro, Chapadinha, Maranhão, CEP 65500-000; ⁽³⁾ Professor, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, CP 35, Centro, Chapadinha, Maranhão, CEP 65500-000.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a estacionariedade de dados de umidade em um Latossolo Amarelo Distrocoeso. Os dados foram coletados em um transepto de 1300 m contendo 130 pontos, espaçados a cada 10 m. O conteúdo de água no solo foi determinado na camada de 0,0-0,2 m. A análise estatística demonstrou que os dados apresentaram distribuição de frequência normal para a umidade do solo e log normal para a altitude (m). Os valores de umidade variaram com as variações de relevo. O conteúdo de água no solo apresentou efeito pepita puro. A estacionariedade dos dados de umidade foi evidenciada porém com influência dos valores de altitude.

Termos de indexação: hipótese intrínseca, geoestatística, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

A hipótese intrínseca é normalmente a mais utilizada por ser menos restritiva, quando comparada às demais hipóteses da geoestatística, exige apenas a existência de estacionariedade do semivariograma, sem nenhuma restrição quanto à existência de variância finita (Vieira, 2000; Siqueira et al., 2015).

A estacionariedade dos dados permite que um experimento possa ser repetido, pois considera que todas as amostras são diferentes realizações da mesma função aleatória. De acordo com Honarkhah & Caers (2012) e Siqueira et al. (2011) a variação espacial é estacionária apresentando estrutura e escala de padrões, não sendo formada apenas por variações. Yamamoto descreve ainda que a mesma deve se reconhecer em todas as partes do espaço, e o semivariograma é o mesmo em qualquer lugar do espaço.

Diferentes autores descrevem que a estacionariedade é uma questão local, ou seja, no processo de planejamento de um experimento deve-se ter em mente que indiferente de como as amostras sejam coletadas elas sempre pertenceram à mesma população (Ching e Lin, 2014, Siqueira et al., 2013; Siqueira et al., 2015) descrevem que um fenômeno é estacionário quando os valores de média e variância forem constantes, podendo haver

estacionariedade de cada um dos parâmetros de maneira independente.

Assim, O objetivo deste trabalho foi avaliar a estacionariedade de dados de umidade em um Latossolo Amarelo Distrocoeso, no município de Mata Roma no Leste do Estado do Maranhão.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo possui cerca de 1,93 ha e está localizada no Município de Mata Roma no Leste do Estado do Maranhão (03° 42' S e 43° 11' W). A área de estudo vem sendo manejada desde 2004 sob o sistema de semeadura direta com cultivo de soja e milho, não havendo rotação de culturas de maneira periódica.

Na parte central da área de estudo foram demarcados 130 pontos de amostragem em um transepto com 1300 m, sendo a distância entre pontos de 10 m, onde foi determinada a umidade volumétrica do solo por meio de um equipamento TDR e a altitude em metros por meio de GPS com altímetro barométrico.

A estacionariedade dos dados foi testada por meio da estacionariedade da média e da variância, de acordo com SIQUEIRA et al., (2008), Vieira (2000) e Siqueira et al. (2015). Os dados foram inicialmente analisados por meio da estatística descritiva e posteriormente por meio de ferramentas de geoestatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de coeficiente de variação são baixos para o conteúdo volumétrico de água no solo e para a altitude. A umidade volumétrica (%) apresentou distribuição de frequência normal, enquanto que os dados de altitude apresentaram distribuição de frequência lognormal. A diferença entre os valores máximo e mínimo para os dados de umidade podem indicar a presença de valores extremos ou "outliers", mesmo com a presença de um valor de coeficiente de variação baixo (12,499%, Tabela 1).

O valor médio de umidade foi de 17,178 % (Tabela 1), quando relacionamos com a Figura 1, verificamos que a maior parte dos dados está em

torno deste valor, indicando estacionariedade dos dados.

A análise da Figura 1 demonstra que há relação inversa entre os valores de umidade e de altitude da ordem $-0,809$, ocorrendo um valor de correlação linear elevado. De acordo com Siqueira et al. (2015) a altitude é um dos parâmetros que mais interferem sobre a manifestação da estacionariedade dos dados de umidade volumétrica do solo.

A estacionariedade do valor de variância é difícil de ser conformada, porém pode ser verificada pela baixa variabilidade dos dados ao longo do transepto.

A análise geoestatística demonstrou que os dados de umidade apresentaram efeito pepita puro, ou seja, o espaçamento não foi suficiente para detectar a variabilidade espacial entre as amostras, indicando neste caso a necessidade do uso de um espaçamento menor que 10 m.

Os dados de altitude apresentaram ajuste ao modelo matemático gaussiano, com elevado valor de grau de dependência espacial (Tabela 2), e um valor de alcance de 300 m.

CONCLUSÕES

A estacionariedade dos dados de umidade volumétrica foi evidenciada, porém com influencia direta dos valores de altitude. O espaçamento utilizado não foi possível para se determinar a variabilidade espacial dos dados de umidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

CHING, J.; LIN, C. J. Probability Distribution for Mobilized Shear Strengths of Saturated Undrained Clays Modeled by 2-D Stationary Gaussian Random Field-A 1-D Stochastic Process View. *Journal of Mechanics*, v.30, p.229-239, 2014.

HONARKHAH, M.; CAERS, F. Direct Pattern-Based Simulation of Non-stationary Geostatistical Models. *Mathematical Geosciences*, v.44, p.651-672, 2012.

SIQUEIRA, G. M.; BEZERRA, J. M.; DAFONTE DAFONTE, J.; VIDAL VÁZQUEZ, E.; VALCARCEL ARMESTO, M. Analysis of geostatistics through roughness data sampling of soil at different scales. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v.2, p.019-031, 2013.

SIQUEIRA, G. M.; VIEIRA, S. R.; CAMARGO, M. B. P. Variabilidade espacial do armazenamento e perda média diária de água pelo solo no sistema de semeadura direta em Campinas (SP). *Bragantia*, v.67, p.213-223, 2008.

SIQUEIRA, G. M.; VIEIRA, S. R.; PAZ GONZÁLEZ, A.; DAFONTE DAFONTE, J.; CEDDIA, M. B. Análise da hipótese intrínseca da geoestatística utilizando dados de densidade do solo. *Revista de Ciências da Vida*, v.31, p.75-87, 2011.

SIQUEIRA, G.M.; SILVA, J.S.; BEZERRA, J. M.; SILVA, E.F.F.E.; DAFONTE, J.D.; MELLO, R.F. Estacionariedade do conteúdo de água de um Espodossolo Humilúvico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)*, v. 19, p. 439-448, 2015.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V.H., SCHAEFER, G.R. (ed.) *Tópicos em Ciência do solo I*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, 2000. p.1-54.

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos para os atributos em estudo.

	Umidade 0-20 cm	Altitude (m)
Número de valores	130	130
Valor mínimo	9,8	103
Valor máximo	22,6	111
Média	17,178	107,577
Variância	4,610	2,494
Desvio Padrão	2,147	1,579
Coefficiente de variação (%)	12,499	1,468
Assimetria	-0,507	-0,605
Curtose	1,549	0,030
D	0,104n	0,221Ln

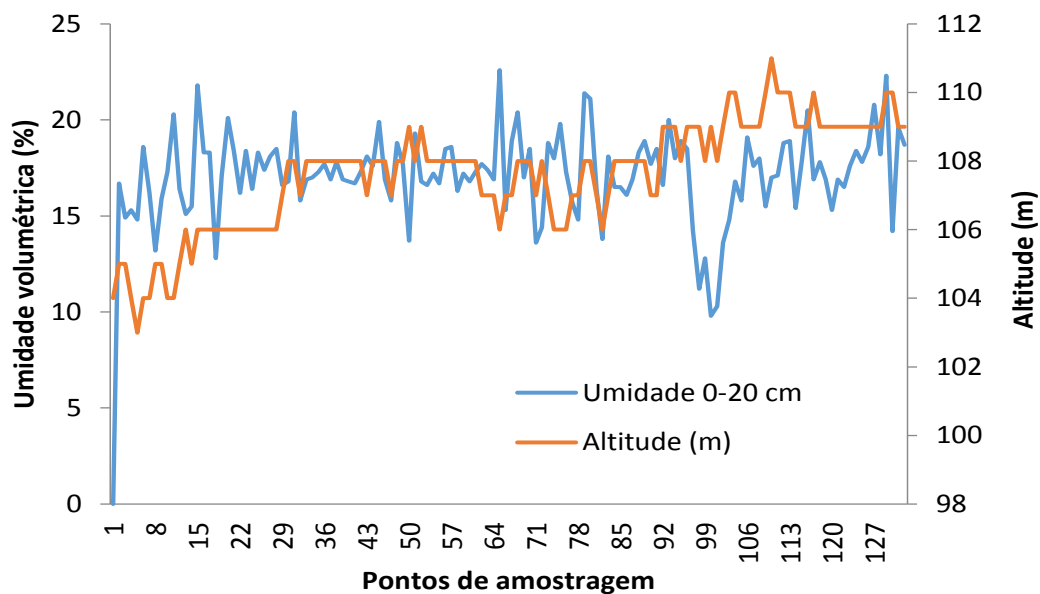


Figura 1 – Distribuição dos valores de umidade na camada de 0-20 cm e da altitude (m) ao longo do transepto com 130 pontos (1300 m).

Tabela 2 – Parâmetros geoestatísticos para os atributos em estudo.

	Umidade 0-20 cm	Altitude (m)
C_0		0,5
C_0+C_1		1,85
a (m)	Efeito pepita puro	300
Modelo		Gaussiano
Grau de dependência espacial		27,02

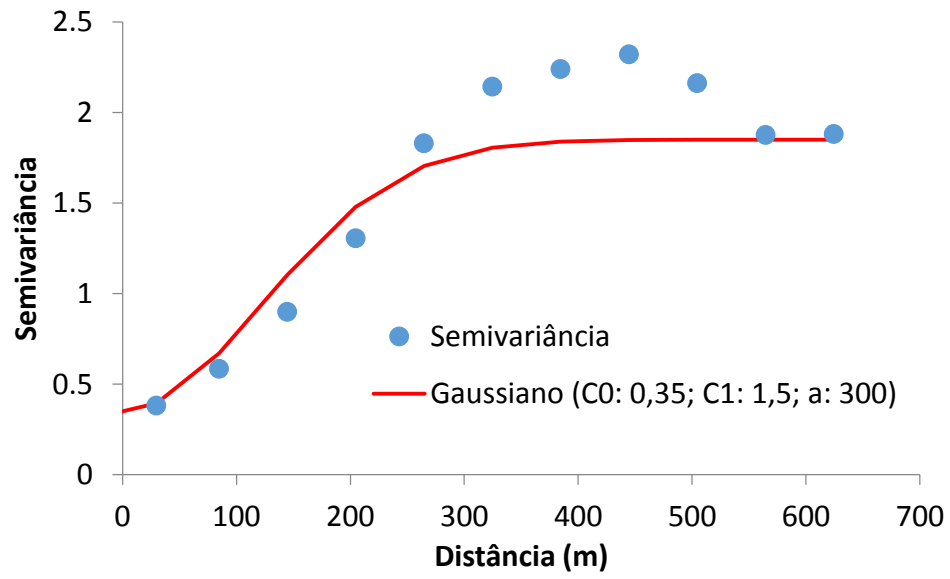


Figura 1 – Semivariograma ajustado para os dados de altitude para o transepto na área de estudo..