

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E O EFEITO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE PRESSÃO MÁXIMA UTILIZANDO A TÉCNICA DE KRIGAGEM

IGOR Q. M. VALENTE¹, ANAMARI V. DE ARAUJO MOTOMIYA², JORGE W. CORTEZ³, VICTOR H. CAVASSINI⁴, PAULO H. N. DE SOUZA⁵

¹ Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, FCA/UFGD

² Eng. Agrônoma, Prof. Dr., Faculdade de Ciências Agrárias – FCA na Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Fone (67) 3410-2389.

³ Eng. Agrônoma, Prof. Dr., Faculdade de Ciências Agrárias – FCA na Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Fone (67) 3410-2389.

⁴ Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, FCA/UFGD.

⁵ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, FCA/UFGD.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O trabalho teve como objetivo o mapeamento da pressão máxima sob os efeitos da resistência à penetração em um latossolo vermelho. A coleta de dados utilizou um conjunto quadriciclo+penetrômetro eletrônico+coletor de dados, até 0,40 m de profundidade com malha amostral de 126 há, totalizando um ponto por há, ou seja, 126 pontos amostrais distribuídos na área. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, para determinação das medidas estatísticas média, valores máximos e mínimos, coeficientes de assimetria e curtose, coeficiente de variação (CV) e distribuição de frequência dos dados. A análise geoestatística foi realizada para verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial do atributo estudado, sendo assim, ajustando-se um modelo de semivariograma teórico. Para estimar o valor das variáveis em locais não amostrados e confeccionar os mapas temáticos, foi utilizado o estimador por krigagem. Em relação a pressão exercida, notamos que 96,79% da área está ocupada com valores até 4000 kpa, ou seja, nas camadas iniciais, já se encontra um certo indicio de compactação no solo. Os dados ajustados, possibilitou uma melhor representatividade da área em estudo, possibilitando assim a confecção dos mapas temáticos da pressão máxima exercida sob a resistência à penetração do solo.

PALAVRAS-CHAVE: mapeamento; geoestatística; agricultura de precisão

SPATIAL VARIABILITY ASSESSMENT AND THE EFFECT OF PRESSURE ON SOIL COMPACTION USING THE MAXIMUM TECHNICAL KRIGING

ABSTRACT: This paper had the objective the mapping of Maximum pressure under the influence of penetration resistance in red latossol. The data collection have used an quadricycle+electronic penetrometer+data collector 0.40 m deep with sampling grid of 126 points distributed in área. The data were submitted to descriptive statistical analysis, for the determination of the measures average statistics, the maximum and minimum measurements, the skewness and kurtosis coefficients, the variation coefficient and data distribution frequency. The geostatistic analysis was made in order to verify the existence and quantify the grade of spatial dependence evaluated, therefore, adjusting a semivariogram model to. To estimate the variables in non-sampled places and make the thematic maps, the kriging estimator was used. In relation to pressure exerted noted that 96.79% of the area is occupied

with values up to 4000 kPa, ie the initial layers, already some evidence of soil compaction. The adjusted data, provides a better representation of the study area, thus enabling the preparation of thematic maps of the maximum pressure in the soil resistance to penetration.

KEYWORDS:, mapping; geostatistics; kriging; precision agriculture

INTRODUÇÃO: A trafegabilidade de máquinas agrícolas e uso inadequado de implementos agrícolas, tem favorecido o aparecimento de camadas compactadas. Tais operações de preparo do solo em condições de umidade inadequada (consistência no estado plástico) provocam deformações plásticas nele (MAZURANA et al., 2011) e podem acarretar zonas de compactação ao longo do seu perfil. A compactação verificada no solo pode ser definida como incremento na densidade resultante da aplicação de cargas ou pressão. Esse aumento de densidade é influenciado pelo esforço/pressão de compactação e pela umidade do solo. A força requerida para compactar um solo decresce exponencialmente com a sua umidade (BAVER; GARDNER, 1973). Para Hillel (1998), o solo, quando sujeito a uma pressão, tende a se comprimir, isto é, a elevar sua densidade. O objetivo do trabalho teve como o mapeamento da pressão máxima sob os efeitos da resistência à penetração em um latossolo vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Hilda no município de Dourados, MS. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006). A umidade do solo no momento da coleta de dados estava próximo a capacidade de campo.

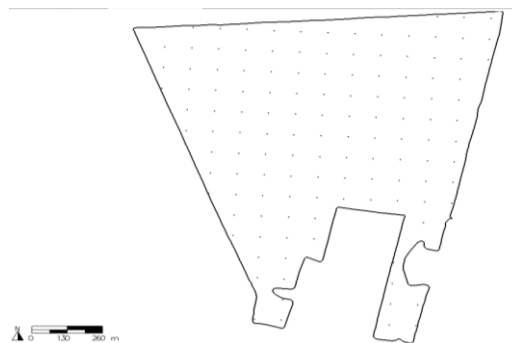


Figura 1. Área e grade amostral utilizada na coleta de dados

Para a coleta de dados foi utilizado um conjunto quadriciclo+penetrômetro eletrônico+coletor de dados. A coleta de dados de RP foi até 0,40 m de profundidade com uma malha amostral de 126 pontos distribuídos regularmente. Posteriormente os dados foram analisados considerando a média, a pressão máxima e a profundidade que se encontrou a pressão máxima exercida. A modelagem dos semivariogramas foi realizada no software FalkerMap Plus (FALKER, 2011). Posteriormente, foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. Por meio da interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos dados coletados, utilizando uma grade de interpolação de 20 m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando os valores médios total da pressão máxima (Tabela 1) notamos que ocorreu diferença intermediária em relação aos valores máximos e mínimos comparados a sua média, o que indica que os valores médios ficaram abaixo de 3000 kPa (Tabela 1), considerado como valor crítico para Latossolo Vermelho argiloso (GIRARDELLO et al., 2014). No entanto ao avaliar a pressão máxima (kPa), nota-se que sua média encontra-se acima do nível crítico de compactação, e ao mensurar seu valor máximo,

verifica-se que o mesmo encontra-se superestimado em relação a sua média com um valor estimado em 5114,7 kPa, o que limita o crescimento do sistema radicular da planta. Onde o sistema de semeadura direta é adotado, a ausência de revolvimento tem provocado um aumento da densidade o que refletira em um aumento em sua pressão exercida sob o solo podendo vir causar compactação da mesma. A profundidade máxima (cm) indica qual a profundidade que precisa ser descompactada/subsolada, visando que a média em todos parâmetros avaliados mascara os resultados obtidos. Estes resultados demonstram que a tomada de decisão baseado nos valores médios podem acarretar erros, desta forma, é necessário o conhecimento padrão da distribuição espacial da RP para o manejo específico da área. Os valores do coeficientes de variação (CV%) variaram de 14,53 a 30,71% (Tabela 1). De acordo com a classificação proposta por Wilding e Dress (1983), os valores de CV para o profundidade da pressão máxima, apresentou valores altos ($CV > 25\%$), para o atributo pressão máxima apresentou valores moderados ($15 < CV < 25\%$), para o atributo Media Total da Pressão Máxima foi detectado um baixo coeficiente de variação ($CV < 15\%$). Valores elevados de CV podem ser considerados como os primeiros indicadores da existência de heterogeneidade nos dados (FROGBROOK *et al.*, 2002). Os valores observados de assimetria e curtose sugerem que os dados não apresentam distribuição normal. Os resultados referentes ao teste de Anderson-darling indicaram não normalidade para todas as profundidades estudadas. Os semivariogramas experimentais foram ajustados ao modelo teórico esférico com um ajuste de 20 m, e os mapas de isolinhas foram feitos através da krigagem, pois a mesma estima locais não amostrados. Os valores da Media Total da Pressão Máxima (kPa) foram abaixo de 2.000 kPa (Figura 2), sendo 73,2% se enquadraram nesta classe, e entre as classes 2.000 – 4.000 kPa, se enquadraram em 26,7%. Para o atributo Pressão Máxima (kPa), notamos que 96,79% se enquadraram na classe de 2.000-4.000 kPa, o que indica que toda a área será necessária a utilização de subsolador/escarificador para romper as camadas compactadas (Figura 2). Analisando a profundidade da pressão máxima (Figura 2), temos 57,62% para a profundidade 10-20 cm e 39,78% para a profundidade 20-30, indicando que nestas profundidades, ocorreram impedimento do crescimento do sistema radicular das plantas.

TABELA 1. Estatística descritiva para a resistência a penetração (RP kPa).

Parâmetros	Media Total da Pressão Máxima (kPa)	Pressão Máxima (kPa)	Profundidade da Pressão máxima (cm)
Média	1893,5	3146,7	19,49
DP	275,1	599,6	5,98
Variância	75698,1	359475,4	35,82
CV (%)	14,53	19,05	30,71
Mínimo	1184,7	1822	6,33
Máximo	2885,3	5114,7	36,33
Assimetria	0,35	0,79	0,54
Curtose	1,18	0,83	0,33
AD	0,432	<0,005	0,036

DP: desvio padrão. CV: coeficiente de variação. AD: Anderson Darling

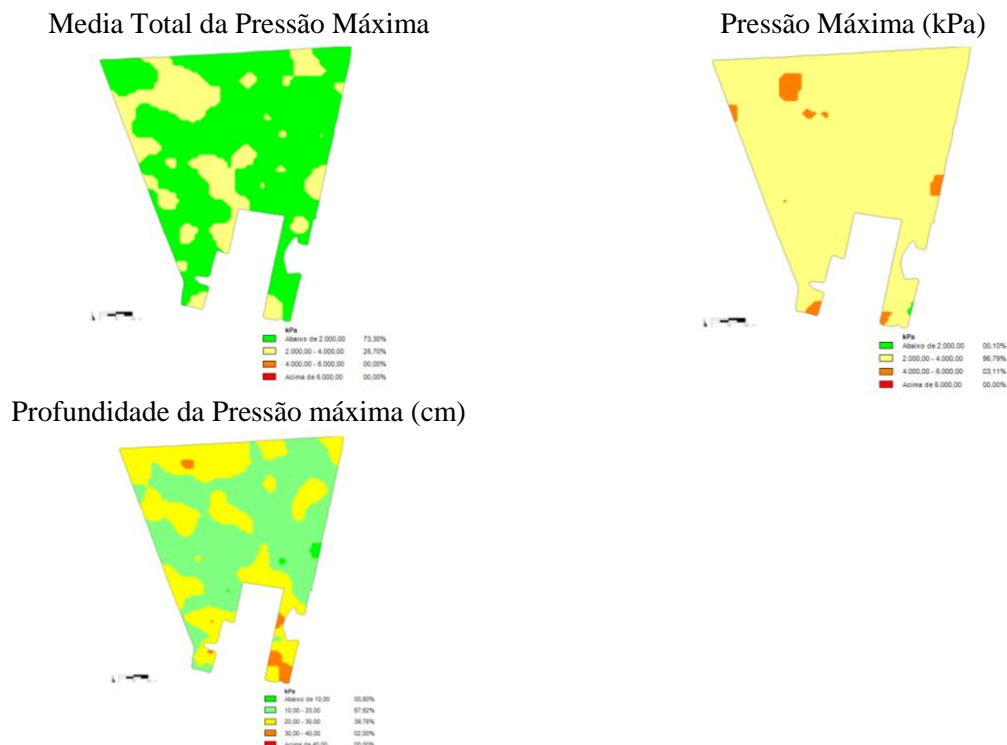


Figura 2. Mapas de isolinhas da Media Total da Pressão Máxima, Pressão Máxima (kPa) e Profundidade da Pressão máxima (cm)

CONCLUSÕES: Ocorreu variabilidade dos atributos avaliados, a compactação do solo continua provocando alterações nas propriedades físicas do solo devido a trafegabilidade das máquinas. Através das pressões máximas e profundidade onde ocorre tais pressões, podemos identificar unidades de manejo e aplicar o tratamento localizado para corrigir a compactação.

REFERÊNCIAS:

- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H. Física del suelos. México: Hispano-Americana, 1973.
- HILLEL, D. Flow of water in unsaturated soil. In: HILLEL, D. Environmental soil physics. New York: Academic Press, 1998. p.203-241.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 370p.
- FALKER Automação Agrícola. **Manual: software para geração de mapas**. Porto Alegre: Falker, 2011. 52p.
- FROGBROOK, Z. L. *et al.* Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, v. 18, n. 01, p. 01-09, 2002.
- GIRARDELLO, V.C.; AMADO, T.J.C.; SANTI, A.L.; CHERUBIN, M.R.; KUNZ, J.; TEIXEIRA, T.G.. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.4, p.1234-1244, 2014.
- HILLEL, D. Flow of water in unsaturated soil. In: HILLEL, D. **Environmental soil physics**. New York: Academic Press, 1998. p.203-241.
- MAZURANA, M.; LEVIEN R.; MÜLLER, J. & CONTE, O. Sistemas de preparo de solo: Alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. R. Bras. Ci. Solo, 35:1197- 1206, 2011.
- WILDING, L.P.; DRESS L.R. Spatial variability and pedology.,In L.P. WILDING, N. SMECK.; HALL G.F. (ds.). Pedogenesis and Soil Taxonomy. Wageningen. Netherlands. p. 83-116,1983.