

VARIABILIDADE ESPACIAL DA COMPACTAÇÃO DO SOLO ASSOCIADO A VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS USANDO A TÉCNICA DE KRIGAGEM

IGOR Q. M. VALENTE¹, ANAMARI V. DE ARAUJO MOTOMIYA², JORGE W. CORTEZ³, VICTOR H. CAVASSINI⁴, MAICOL R.FLEITAS⁵

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 Graduando em Eng. Mecânica FAEN/UFGD.

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

RESUMO: Objetivou-se avaliar a variabilidade espacial dos efeitos da compactação do solo utilizando valores máximos e mínimos sob sistema de semeadura direta em área de 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 estatística descritiva e geoestatística. Observamos amplitudes entre valores máximos e mínimos, indicativo de que pontos dentro da área precisa de um manejo diferenciado. A análise geoestatística revelou que os atributos estudados apresentaram ajuste a um modelo matemático teórico. Para estimar o valor das variáveis em locais não amostrados e confeccionar os mapas temáticos, foi utilizado o estimador por krigagem. Os dados de resistência à penetração do solo apresentaram variabilidade espacial, o que sugere que um manejo diferenciado na área pode melhorar as condições físicas do solo. Os valores máximos e mínimos são indicativos relevantes em que podemos estimar possíveis locais com níveis de compactação elevados, prevendo assim, o uso de subsolagem para reduzir o efeito de compactação e mesmo a redução o uso de máquinas para tal operação.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão ;compactação ; geoestatística

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL COMPRESSION ASSOCIATED WITH MAXIMUM VALUES AND MINIMUM USING THE TECHNICAL KRIGING

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the spatial variability of the effects of soil compaction using maximum and minimum values, under direct sowing system in red latosol area. The data collection have used an quadricycle+electronic penetrometer+data collector 0.40 m deep with sampling grid of 126 points distributed in area. The data were submitted to descriptive statistical analysis and geostatistics. Noted amplitude between maximum and minimum values, indicating that points in the área need a different management. The geostatistical analysis revealed that the studied attributes have fitted into a theoretical mathematical model. To estimate the variables in non-sampled places and make the thematic maps, the kriging estimator was used. The soil resistance to penetration data presented spatial variability, which suggests that a different management area can improve the physical

conditions of the soil. The maximum and minimum values are indicative relevant when we can estimate possible sites with high levels of compaction, thereby providing for the use of subsoil to reduce the effect of reducing compacting and even the use of such transaction machines.

KEYWORDS: precision agriculture, compaction, geostatistics

INTRODUÇÃO: O uso intensificado de máquinas e implementos agrícolas e as intervenções antrópicas no uso do solo, podem contribuir para modificar as propriedades físicas do solo, causando compactação do solo, com o aumento da densidade do solo, elevação da resistência à penetração e diminuição da porosidade total (OLIVEIRA et al., 2013). A compactação pode ser definida como a modificação da estrutura natural do solo no qual as partículas e seus agregados são reorganizados, resultando na redução da macroporosidade, porosidade total e aumento da microporosidade e densidade do solo (STONE et al., 2002). Portanto, é de fundamental importância o entendimento do padrão de distribuição espacial deste atributo para definir áreas específicas de manejo (ROSALEN et al., 2011). Os métodos geostatísticos juntamente com a variabilidade espacial tem se evidenciado uma ferramenta fundamental na interpretação dos resultados de atributos do solo (Souza et al., 2010a, b). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial dos efeitos da compactação do solo utilizando valores máximos e mínimos sob sistema de semeadura direta em área de 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.

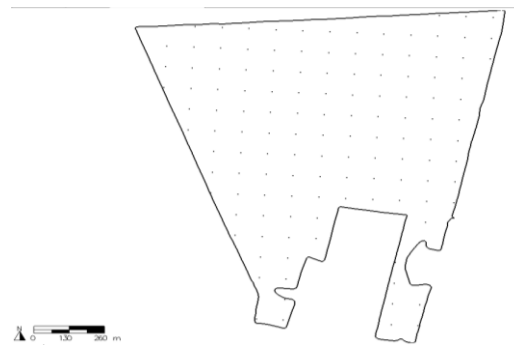


Figura 1. Área e grade amostral utilizada na coleta de dados

Para a coleta de dados foi utilizado um conjunto quadríciclo+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 e a amplitude das camadas (0-0,10; 0,10- 0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m). 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.

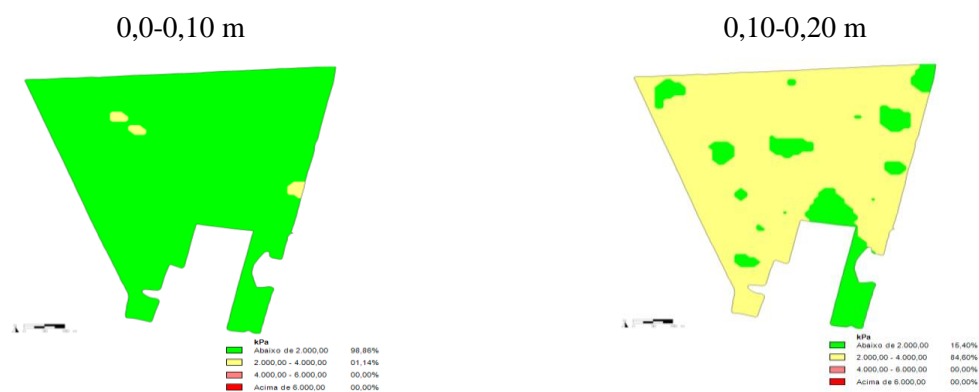
RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando os valores médios, observamos valores abaixo do nível crítico 3000 kPa (Tabela 1) para um Latossolo Vermelho Argiloso (GIRARDELLO et al., 2014). No entanto, houve grande amplitude entre os valores máximos e mínimos, o que

indica que os valores máximos foram superiores ao limite nas camadas 0,10-0,20 m, 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m, chegando próximo a 4000 kPa, indicando que pode haver limitação física ao crescimento do sistema radicular. 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. Devido à grande amplitude, houve variação em todas as camadas de RP, indicando que o uso de valores médios para a determinação da RP da área pode ocasionar em erros superestimando, o que poderia acarretar em decisões errôneas quanto ao manejo do solo na área. Observou-se que os coeficientes de variação (CV%) variaram de 15,45 a 37,26% (Tabela 1). De acordo com a classificação proposta por Wilding e Dress (1983), os valores de CV para a camada 0,0-0,10 m, apresentaram valores altos ($CV > 25\%$), e para as demais camadas apresentaram valores moderados ($15 < CV < 25\%$), e nenhum atributo foi detectado com 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, poia a mesma estima locais não amostrados. Valores de RP na camada 0,0-0,10 m foram abaixo de 2000 kPa (Figura 2), sendo que 98,86% se enquadraram nesta classe. Na camada de 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m observou maior porcentagem de área na classe de 2.000 a 4.000 kPa, sendo de 84,6% e 86,51. Na camada 0,30-0,40 m observou-se que apenas que 31,11% ficou entre os valores de 2.000 a 4.000 kPa e <2.000 kPa um valor de 68,89% respectivamente.

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

Parâmetros	Camadas (m)			
	0,0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
Média (kPa)	1182,9	2304,1	2290,0	1927,7
DP (kPa)	440,8	447,5	353,9	390,7
Variância	194295,0	200274,0	125241,2	152677,1
CV (%)	37,26	19,42	15,45	20,27
Mínimo (kPa)	246,3	1191,0	1501,7	1338,0
Máximo (kPa)	2594,0	3755,0	3609,0	3754,3
Assimetria	0,54	0,23	1,07	1,64
Curtose (k)	0,44	0,94	2,06	4,36
AD	0,027*	0,290*	<0,005	<0,005

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



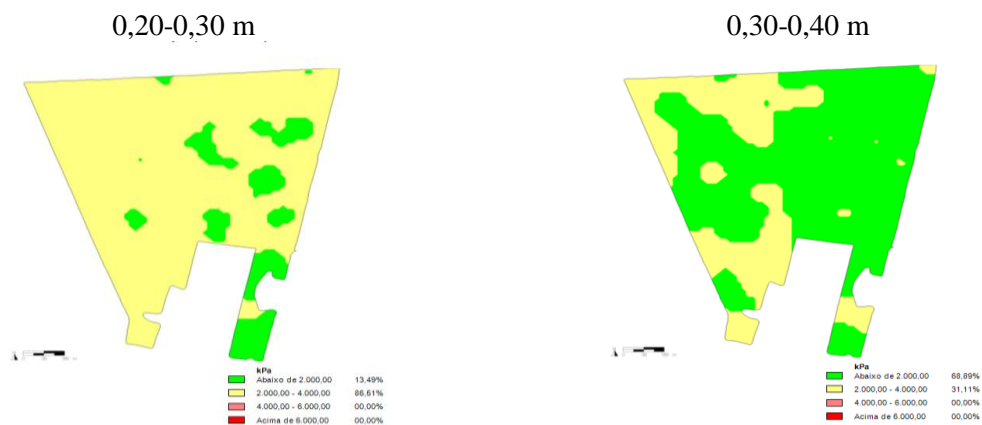


Figura 2. Mapas de isolinhas da resistência a penetração (kPa) nas camadas avaliadas

CONCLUSÕES: Ocorreu variabilidade dos valores de RP, com áreas limitadas ao crescimento radicular até 0,40 m. O uso dos valores máximos vem a ser um parâmetro de confiabilidade no que se diz respeito a compactação do solo, sendo assim, podemos diferenciar unidades de manejo a serem trabalhadas dentro da grade amostral proposta.

REFERÊNCIAS:

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.

Oliveira IA, Campos MCC, Soares MDR, Aquino RE, Marques Junior J, Nascimento EP. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **R Bras Ci Solo**. 2013;37:1103-12.

SOUZA Z.M, MARQUES JUNIOR J.; Pereira, G.T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ci Rural**. 2010a;40:48-56.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro – 1: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.

ROSALEN, D. L.; RODRIGUES, M. S.; CHIORDEROLI, C. A.; BRANDÃO, F. J. C.; SIQUEIRA, D. S. GPS receivers for georeferencing of spatial variability of soil attributes. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1162-1169, 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.