

## ROTAÇÃO DE CULTURAS E OS EFEITOS NA RESISTÊNCIA DO SOLO

CAMILA MISSIO<sup>1</sup>, JORGE W. CORTEZ<sup>2</sup>, LUIZ CARLOS F. DE SOUZA<sup>3</sup>, ANAMARY V. DE ARAUJO MOTOMIYA<sup>4</sup>, EVANDRO FORTUNA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, FCA/UFGD

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr., Faculdade de Ciências Agrárias – FCA na Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Fone (67) 3410-2389, [jorgecortez@ufgd.edu.br](mailto:jorgecortez@ufgd.edu.br) Bolsista de Produtividade do CNPq.

<sup>3</sup> Prof. Dr, FCA/UFGD.

<sup>4</sup> Prof (a). Dr, FCA/UFGD

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, FCA/UFGD.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a variabilidade espacial da resistência do solo à penetração (RP) no sistema de rotação de culturas em área de Latossolo Vermelho. Para a coleta de dados de RP utilizou-se um penetrômetro de impacto até 0,60 m de profundidade com uma malha amostral de 0,25 x 0,10 m totalizando de 54 pontos distribuídos regularmente. Nos tratamentos desenvolvidos observa-se grande amplitude entre valores máximos e mínimos, indicativo de que há pontos críticos na área, devendo receber manejo diferenciado. A análise geostatística revelou que atributos estudados apresentaram ajuste ao modelo matemático teórico dentro da grade amostral adotada. A rotação de culturas surtiu efeitos positivos nos tratamentos que utilizaram as culturas de inverno niger/crambe/crotalária e na área que ficou em pousio.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura de precisão, compactação, física do solo.

## CROP ROTATION AND EFFECTS ON SOIL RESISTANCE

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the spatial variability of soil penetration resistance (PR) soil compaction on crop rotation system in Red Latosol (Oxisol) area. The RP data collection required an impact penetrometer 0.60 m deep with a sampling grid of 0.25 x 0.10m totaling 54 points regularly distributed. In the treatments developed it is observed that there is great amplitude between maximum and minimum values, indicating that there are critical points in the area and should receive different management. The geostatistical analysis revealed that the studied attributes have fitted into a theoretical mathematical model adopted within the sampling grid. The rotation of crops has had positive effects in the treatment of rotations which used winter cultures Niger / crambe / Sunn Hemp and in the area in which fallow was used.

**KEYWORDS:** precision agriculture, compaction, soil physics.

**INTRODUÇÃO:** A compactação do solo é um tema em crescente estudo devido a sua importância face ao aumento da mecanização nas atividades agrícolas, que acarreta alteração no arranjo das partículas do solo, tornando-o mais denso. Os principais efeitos negativos da compactação do solo são o aumento da resistência mecânica ao crescimento radicular, redução da aeração e da disponibilidade de água e nutrientes, e, conseqüentemente, decréscimo na produtividade agrícola (GOEDERT et al., 2002). A resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo diretamente relacionada com o crescimento das plantas (LETEY, 1985) e modificada pelos sistemas de preparo do solo (TORMENA, 2002). A rotação de culturas, pela inclusão de espécies com sistema radicular

agressivo e pelos aportes diferenciados de matéria seca, também pode alterar as propriedades físicas do solo. A intensidade da alteração depende do período de cultivo, do número de cultivos por ano e das espécies cultivadas (STONE & SILVEIRA, 2001). A geoestatística é utilizada para estudar a variabilidade espacial, pois possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, considerando a dependência espacial dentro do intervalo de amostragem (MACHADO et al, 2007).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, localizada no município de Dourados/MS. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2006). A sequência de rotação das parcelas avaliadas está descrita na (Tabela 1).

TABELA 1. Sequência de rotação de cultura dos últimos 3 anos

Tratamento	Ano agrícola 2011/2012		Ano agrícola 2012/2013		Ano agrícola 2013/2014	
	Verão	Outono/inverno	Verão	Outono/inverno	Verão	Outono/inverno
1	Soja	Crambe	Milho	Crot. spectabils	Soja	Níger
2	Soja	Níger	Milho	Crambe	Soja	Crot. spectabils
3	Soja	Trigo	Milho	Níger	Soja	Crambe
4	Milho	Pousio	Milho	Pousio	Milho	Pousio
5	Milho	Girassol	Soja	Braquiaria	Milho	Canola

Foram extraídos os valores da RP nas camadas de 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,30 m, 0,30-0,40 m, 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m, e o teor de água no solo no momento da coleta foi de 22,42%, 28,58%, 24,78%, 27,03%, 29,07%, 23,30%, respectivamente. Em cada parcela coletou-se dados com o penetrômetro com intuito de verificar no perfil do solo o efeito da RP, sendo a coleta no sentido transversal ao deslocamento das máquinas, desse modo, montou-se uma malha regular com pontos equidistantes de 0,25 m e cada 0,10 m de profundidade, de modo que se obteve uma malha amostral com 54 pontos. Inicialmente, os dados foram submetidos a uma análise estatística descritiva, exploratória sendo determinadas a média, DP, variância, máximo, mínimo, coeficientes de assimetria e curtose e coeficiente de variação (CV). O ajuste do semivariograma foi observado pelo maior valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e menor valor da soma de quadrados dos desvios (RSS), utilizando-se o programa GS+. A análise da dependência espacial (ADE) foi realizada segundo LANDIM (1998) em fraco <25%, moderado entre 25 e 75%, e forte >75%, respectivamente. Os mapas foram confeccionados utilizando a Krigagem.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** RIBEIRO (2010), analisando a variabilidade espacial da RP em Latossolo Vermelho Eutroférico típico, estabeleceu a seguinte classificação para os valores de RP, sendo considerado baixo (0 a 2 MPa); médio (2 a 4 MPa); alto (4 a 6 MPa) e muito alto (acima de 6 MPa). Observa-se que a média da RP apresentou valores médios (2 a 4 MPa) para as parcelas 2, 4 e 5 e alto (4 a 6 MPa) para as parcelas 1 e 3 (Tabela 2). Houve grande amplitude entre os valores máximos e mínimos nas parcelas estudadas, o que indica que a área em estudo precisa de um manejo diferenciado, pois há indícios de que haja pontos críticos na área. Segundo NOGUEIRA (2007), um coeficiente de variação maior que 35% revela que a série é heterogênea e a média tem pouco significado; se for maior que 65%, a série é muito heterogênea e a média não tem significado algum, porém se for menor que 35% a série é homogênea e a média tem significado, podendo ser utilizada como representativa da série de onde foi obtida. Apesar dos valores discrepantes de máximo e mínimo, seguindo a classificação apresentada acima, o coeficiente de variação das parcelas 3, 4 e 5 indica que a média tem representatividade, apresentando uma série homogenea, as parcelas 1 e 2 apresentaram uma série heterogenea indicando que a média tem pouco significado. Os semivariogramas experimentais foram ajustados aos modelos teóricos esféricos parcelas 1 e 3 e exponencial parcelas 2 e 4, a parcela 5 apresentou efeito pepita puro, significando que a variável não pode ser visualizada na escala utilizada, os ajustes foram realizados buscando o maior valor do coeficiente de determinação e o menor valor da soma de quadrados dos desvios (Tabela 3). Os dados das parcelas 2, 4 e 5 apresentaram um grau de dependência espacial forte, para a parcela 1 e 3 uma classe moderada. O alcance indica a distância limite entre pontos correlacionados entre si. Pontos

coletados com distância maiores que o alcance são independentes e, para sua análise, pode-se utilizar a estatística clássica (VIEIRA, 2000). O alcance nas parcelas estudadas variou de 40,4 até 76 m. A partir dos valores estimados, foram gerados mapas de distribuição espacial da resistência à penetração do solo (Figura 1). Analisando os mapas apresentados na (Figura 1), pode-se perceber que a rotação envolvendo as culturas crambe/crotalaria/níger e trigo/Níger/crambe no inverno apresentaram maior quantidade de área compactada.

TABELA 2. Resultados da análise estatística descritiva para a resistência à penetração RP (MPa).

	Parcelas				
	1	2	3	4	5
Média	4,10	3,34	4,25	3,35	3,96
DP	1,44	1,22	1,26	1,01	1,37
Variância	2,07	1,50	1,60	1,02	1,88
CV	35,12	36,53	29,65	30,15	34,60
Mínimo	1,90	1,90	2,58	1,22	1,90
Máximo	8,65	7,30	10,01	5,95	7,98
Assimetria	0,96	1,24	2,13	0,49	1,05
Curtose	0,90	1,47	6,49	0,14	0,66

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

TABELA 3. Análise geoestatística da resistência à penetração (MPa)

	Parcelas			
	1	2	3	4
Modelo	Esférico	Exponencial	Esférico	Exponencial
Co	0,4480	0,4900	0,4010	0,3460
Co+C	2,1610	2,1700	1,8400	1,4730
A (m)	40,40	53,20	45,40	76,00
R <sup>2</sup> *	0,60	0,88	0,75	0,96
RSS	0,62	0,10	0,26	0,02
ADE	0,68	0,79	0,67	0,76
Classe	Moderado	Forte	Moderado	Forte

Co: efeito pepita; Co+C: patamar; A: alcance; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; RSS: soma de quadrados de resíduo; ADE: análise da dependência espacial.

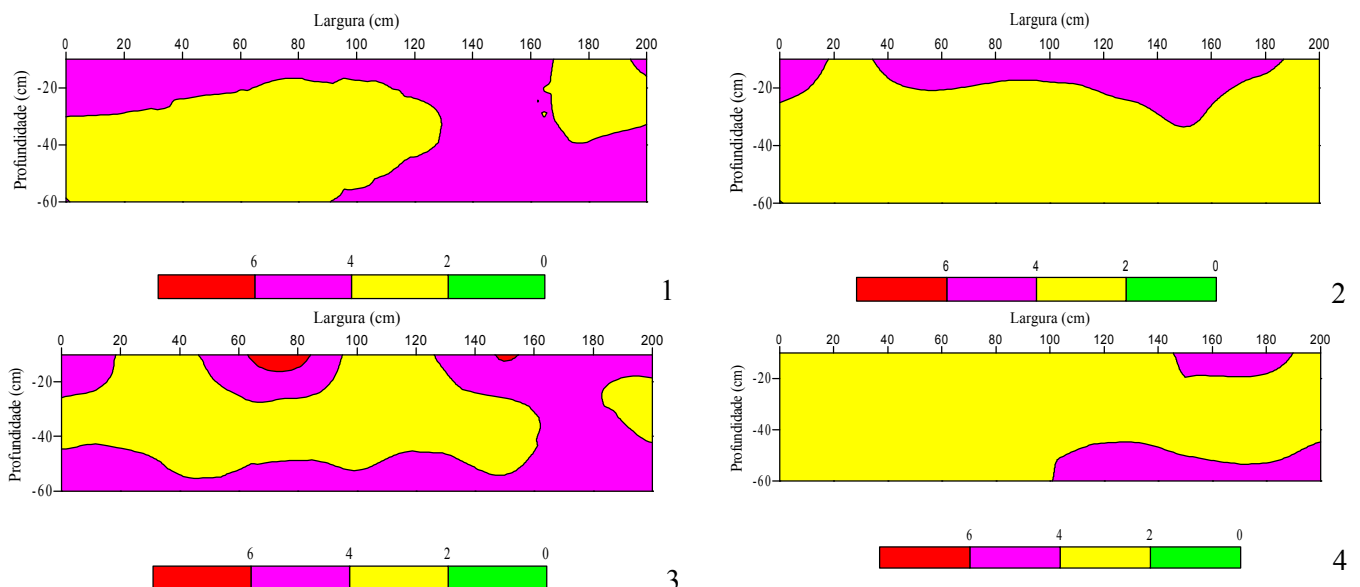


FIGURA 1. Distribuição espacial dos dados de resistência à penetração.

**CONCLUSÕES:** A rotação de culturas surtiu efeitos positivos nos tratamentos que utilizaram as culturas de inverno niger/crambe/crotalária e na área que ficou em pousio.

**AGRADECIMENTOS:** A CAPES pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade ao segundo e terceiro autor.

#### **REFERÊNCIAS**

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 370p.

GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M.J.; DE FREITAS, F.C. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.223-227, 2002.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 226p. (Ciência e Tecnologia).

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*, v.1, p.277-294. 1985.

MACHADO, L.O.; LANA, A.M.Q.; LANA, R. M.Q.; GUIMARÃES, E.C.; FERREIRA, C.V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.591-599, 2007.

NOGUEIRA, M. C. S. Experimentação agrônômica I. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2007. 463p.

RIBEIRO, C. A. Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas em função do número de cortes da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). 69p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia Agricola*, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-53.