



VARIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO EM TRÊS AMOSTRAGENS APÓS CULTURA DO MILHO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

Wagner Henrique Moreira¹, Guilherme Anghinoni², Cássio Antonio Tormena³, Edner Betioli Junior², Rafaela Watanabe², Camila Jorge Bernabé Ferreira²

RESUMO: Estudos em sistema plantio direto ainda não deixam claro se a movimentação do solo restrita à linha de semeadura e a ocorrência sistemática do tráfego podem causar alta variabilidade nos atributos físicos do solo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação da densidade do solo (Ds) e a possibilidade de apresentar valores de Ds restritivos em três amostragens sucessivas num Latossolo vermelho após longo tempo sob SPD. As coletas de amostras indeformadas de solo foram realizadas em uma transeção após a colheita do milho de segunda safra em setembro de 2010 (amostragem 1), 2011 (amostragem 2) e 2012 (amostragem 3) em uma área cultivada sob SPD desde 1980 em Maringá - PR. Na amostragem 1, 40 pontos foram locados na linha (L) e 40 na entrelinha (E), sendo recuperados nas amostragens 2 e 3. Foi determinada a Ds e calculados os índices de capacidade do processo Cp e Cpk. Os resultados indicam que o comportamento da Ds apresentou variação. Porém, houve homogeneização do ambiente na L decorrente do revolvimento na semeadura (utilizando o sulcador), como mostrado Cp e Cpk (maiores valores em P2 - amostragem 1). A variação da Ds nas posições P1 e P2 da segunda e terceira amostragem em relação a primeira, indicam que as variações em SPD são complexas e estudos baseados em amostragem única podem resultar em interpretações equivocadas.

PALAVRAS-CHAVE: cp; cpk; índice de capacidade do processo; sistema plantio direto.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo sob sistema plantio direto (SPD) por um determinado período, seja superior a cinco anos (Nicolodi et al., 2008) ou mais de 10 anos (Franchini et al., 2008), têm sido denominado de “plantio direto consolidado”. A utilização deste termo remete ao sentido de estabilizado ou com pequena variabilidade. Contudo, do ponto de vista da física do solo, ainda não está claro se essa estabilidade ocorre em magnitude que permita afirmar que o SPD, quando manejado de forma adequada, possui pequena variabilidade nos atributos físicos do solo.

De forma geral, solos sob SPD, podem apresentar maiores valores de densidade do solo (Ds) nos primeiros anos após a implantação sendo possível apresentar tendência de redução da Ds com o passar do tempo. Assim, atinge-se um ponto em que o sistema pode não apresentar diferenças de Ds, conforme reportado por Rosseti e Centurion (2015) em comparações de áreas cultivadas sob SPD por 5, 7 e 9 anos.

No SPD, ocorre movimentação do solo restrita à linha de semeadura, no entanto a ocorrência sistemática do tráfego pode causar compactação do solo, fatores estes que podem proporcionar aumento da variabilidade espacial nos atributos físicos. Assim, é necessário compreender melhor a variabilidade dos atributos físicos do solo sob SPD. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a variação da Ds e a possibilidade de apresentar valores de Ds restritivos em três amostragens sucessivas num Latossolo Vermelho após longo tempo sob SPD.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram realizadas em uma área cultivada sob SPD desde 1980 em Maringá - PR, situada a 23° 30' S, 51° 59' W e em altitude de 454 m, declividade média de 3%. O solo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférico conforme EMBRAPA (2013). A análise granulométrica na camada de 0-0,1 m indicou 690 g kg⁻¹ de argila, 90 g kg⁻¹ de silte.

As amostragens de solo foram realizadas após a colheita do milho de segunda safra em setembro de 2010 (amostragem 1), 2011 (amostragem 2) e 2012 (amostragem 3) cultivado com espaçamento de 0,90 m. Na primeira coleta, uma transeção de aproximadamente 72 m e perpendicular às linhas da cultura do milho foi estabelecida. Nela foram selecionadas 40 linhas, de forma intercalada e então os pontos foram locados utilizando

¹ Pós doutorando em Agronomia do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – PR. Bolsista CAPES. wh.moreira@hotmail.com

² Discente do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – PR. Bolsista CAPES. gui.anghi@gmail.com; betioli jr@gmail.com; rafaelawatanabe@gmail.com; camilajbferreira@gmail.com

³ Professor associado do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista CNPq. catormena@uem.br



uma estação total com erro máximo de 0,005 m (Leica TC 407) (Leica Geosystems AG, 2008). Em seguida a posição entrelinha (E), localizada a 0,45 m da posição linha (L), foi demarcada. Foram coletadas 40 amostras indeformadas de solo de cada posição (L e E), nas camadas de 0-0,1 m, totalizando 80 amostras em cada amostragem. Os pontos demarcados na E nessa primeira amostragem, receberam a denominação de P1, enquanto os pontos da L receberam a denominação de P2. Para a segunda e terceira amostragens, recuperou-se o posicionamento original dos pontos (P1 e P2) obtidos na primeira amostragem e realizou-se a coleta.

Para determinação da Ds, as amostras foram secas em estufa a ± 105 °C por 24 h. A partir da massa do solo seco e do volume de cada cilindro, a Ds (kg m^{-3}) foi calculada por meio da equação 1, conforme Grossman e Reinsch (2002). Foram calculados os índices de capacidade do processo Cp e Cpk conforme Gonçalves e Werner (2009). O limite superior foi obtido com base nos resultados de Moreira (2014), através da determinação da Ds em que o intervalo hídrico ótimo (IHO) é igual a 0, sendo assumido como limitante, $Ds > 1,40 \text{ Mg m}^{-3}$. Para o limite inferior, conforme Reynolds et al. (2008), valores de $Ds < 0,90 \text{ Mg m}^{-3}$ podem resultar em solo incapaz de sustentar a planta, redução da água disponível e redução de disponibilidade de nutrientes às plantas. De forma geral, quando $Cp < 1$, é dito que o processo é incapaz; $1 \leq Cp \leq 1,33$, o processo é identificado como aceitável ou relativamente capaz; e, $Cp \geq 1,33$ é identificado como processo potencialmente capaz. Os mesmos valores podem ser utilizados para Cpk.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 mostra a variação da Ds nas posições P1 e P2 nas três amostragens. A Ds do P1 e do P2 apresentaram comportamento diferenciado na amostragem 1. Isto é justificado por apresentar $P1=E$ e $P2=L$. Porém, na segunda e terceira amostragens esse comportamento não foi observado, possivelmente em função das posições E e L não coincidirem com o local de semeadura da amostragem 1. Assim, há P1 que a Ds foi alta e no ponto ao lado que a Ds foi baixa, conforme pode ser observado na transeção em 25 m (Figura 1b) e 10 m (Figura 1c).

O índice Cp sugere que, exceto para amostragem 1 em P2, todos os dados condizem com um processo incapaz, ou seja há grande chance de obter valores fora do intervalo considerado ideal ($0,90-1,40 \text{ Mg m}^{-3}$). Os limites foram definidos com base em valores a partir do qual pode ocorrer redução da qualidade física do solo e não nos valores que a Ds pode atingir. Desta forma, a E poderia apresentar valores em que $Ds > 1,40 \text{ Mg m}^{-3}$ (IHO = 0). Por outro lado, na amostragem 1 em P2, ou seja posição composta exclusivamente por dados da L, o CP indicou valor > 1 , indicando um processo potencialmente capaz de produzir dados dentro do intervalo.

O índice Cp permite ter uma idéia de quanto o processo é potencialmente capaz de apresentar dados dentro do intervalo especificado, sendo necessário realizar sua avaliação juntamente com o Cpk, que pode indicar a distribuição encontra-se em torno da média (Gonçalves e Werner, 2009). Com base nisso, é importante ressaltar que todos os resultados de Cpk foram inferiores a 1, porém isso possui um significado muito diferente para E e L na amostragem 1. Na posição E, o Cpk indica uma distribuição deslocada para o limite superior, ou seja, com chance de apresentar valores superiores a $1,40 \text{ Mg m}^{-3}$. Por outro lado, na L os valores indicam que a distribuição está deslocada para o limite inferior. Um potencial problema com a baixa Ds seria diminuição na retenção de água e problemas para sustentação, que na prática, não pode ser afirmado visto que o Cp indicou distribuição dentro dos limites para a P2. Outro fator importante é que as partículas tendem a iniciar um processo de reorganização e reconsolidação, aumentando a Ds, logo após uma operação de revolvimento.

Os resultados indicam que o comportamento da Ds apresentou variação. Ao retornar em um ponto específico demarcado que anteriormente era E, pode ser encontrada menor Ds (possivelmente por essa posição ser L neste segundo momento), por outro lado caso seja E é possível que ocorra valores maiores, menores ou iguais. Isso ocorre pois, de certa forma, há homogeneização do ambiente na L decorrente do revolvimento na semeadura (utilizando o sulcador), como mostrado Cp e Cpk (maiores valores em P2 - amostragem 1). A variação da Ds nas posições P1 e P2 da segunda e terceira amostragem em relação a primeira, indicam que as variações em SPD são complexas e estudos baseados em amostragem única podem resultar em interpretações equivocadas.

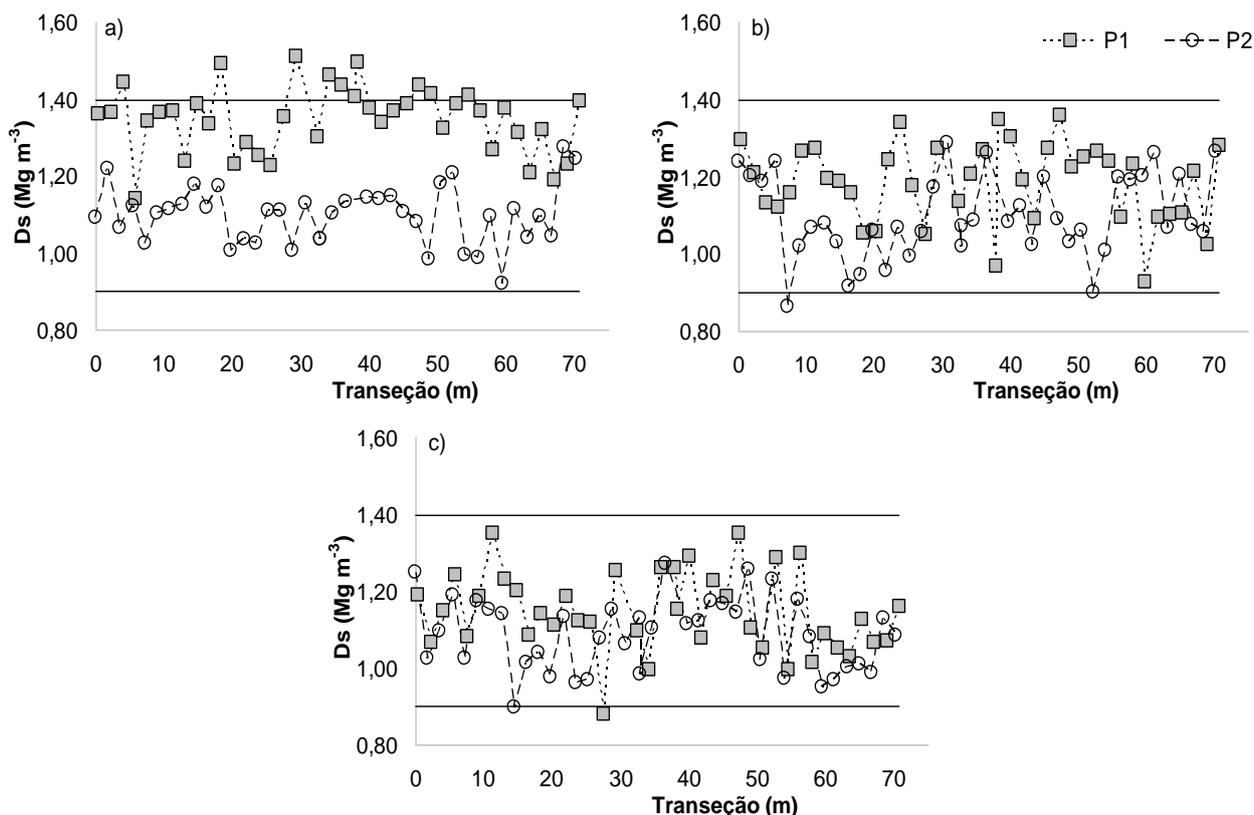


Gráfico 1: Densidade do solo (Ds) na transeção para as posições P1 e P2 nas amostragens 1 (a), 2 (b) e 3(c)

Tabela 1: Índices de capacidade para as posições de amostragem (P1 e P2).

Posição	Índice	Amostragem			Posição	Índice	Amostragem		
		1	2	3			1	2	3
P1	CP	0,96	0,81	0,80	P2	CP	1,16	0,77	0,88
	CPk	0,20	0,70	0,78		CPk	0,90	0,60	0,65

4 CONCLUSÃO

Houve variação da Ds em SPD nas sucessivas amostragens, com possibilidade de apresentar valores restritivos na E, enquanto o revolvimento na semeadura favoreceu a criação de um ambiente pouco heterogêneo para a Ds na linha da cultura.

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, 2013.

FRANCHINI, J.C.; TORRES, E.; GARBELINI, L.G.; MIYAZAWA, M.; FONTOURA, S.; COSTA, J.C.P.R.; PAULETTI, V. Correção da acidez subsuperficial no plantio direto pela aplicação de calcário na superfície e uso de plantas de cobertura e adubação verde. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 2006**. 2008.

GONÇALEZ, P.U.; WERNER, L. Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais. **Gestão da Produção**. 16(1):121-132, 2009.



GROSSMAN, R.B.; REINSCH, T.G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J.H.; TOPP G.C. editors. **Methods of soil analysis**. Part 4. 3.ed. ed. Madison American Society of Agronomy, Soil Science Society of America; p. 201-228. 2002.

LEICA GEOSYSTEMS AG. Leica TPS400 Series: **User Manual**. Switzerland, 2008.

MOREIRA WH. **Qualidade física do solo em sistemas de produção sob plantio direto em Latossolos Vermelhos**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá - UEM; 2014.

NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.32, p.237-247, 2008

REYNOLDS, W.D.; DRURY, C.F.; YANG, X.M.; TAN, C.S. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**. v.146, n.3-4, p.466-474, 2008.

ROSSETTI, K.D.V.; CENTURION, J.F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19 n.3, Mar. 2015.