



## VARIABILIDADE E PERSISTÊNCIA DAS PROPRIEDADES FÍSICAS EM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO NOROESTE DO PARANÁ

Guilherme Anghinoni<sup>1</sup>, Camila Jorge Bernabé Ferreira<sup>1</sup>; Hélio Henrique Soares Franco<sup>1</sup>, Rafaela Watanabe<sup>1</sup>,  
Edner Betioli Junior<sup>1</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>2</sup>

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi determinar, em diferentes posições e amostragens as propriedades físicas: densidade do solo, porosidade do solo e macroporosidade de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado por mais de 30 anos em SPD. As propriedades físicas do solo: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT) e macroporosidade (MA) foram determinadas. O solo deste estudo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférico, classe textural muito argilosa, e que é cultivado por mais de 30 anos em SPD. Quarenta amostras de solo com estrutura indeformada foram coletadas após a colheita da cultura do milho espaçada em 0,90 m, em três posições: linha (P1); entrelinha (P2); e, posição intermediária entre P1 e P2 (P3) da cultura do milho, na camada de 0,0-0,1 m; e duas amostragens foram feitas: em setembro de 2010 e 2012, chamadas de amostragem 1 e 2, respectivamente, totalizando 120 amostras por amostragem. Sendo que na amostragem 2 foi cultivado braquiária na entrelinha da cultura do milho. A Ds, PT e MA apresentaram os menores valores na posição P1 para ambas as amostragens justificada pela atuação da haste sulcadora. Na amostragem 2, P2 superou P3 em Ds, PT e MA devido a presença de entrelinha com braquiária (P2) que contribuiu para a melhoria do ambiente físico do solo na entrelinha resultado do vigoroso sistema radicular e elevada produção de fitomassa da braquiária.

**PALAVRAS-CHAVE:** densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, braquiária.

### 1 INTRODUÇÃO

Em sistema de plantio direto (SPD) ocorre a variação espacial e temporal de condições físicas do solo associadas às linhas e entrelinhas, principalmente devido às diferentes culturas utilizadas. A variação espacial está associada às diferenças de espaçamento das culturas e aos mecanismos de abertura de sulcos pelas semeadoras. Por outro lado, a persistência espacial depende da coincidência ou não das linhas das culturas, do tráfego de máquinas e implementos e de processos naturais ligados à resiliência e à reconsolidação do solo. Nas camadas mais superficiais, propriedades dinâmicas, tais como aeração e transmissão de água, podem ser modificadas pelas modificações impostas aos solos pela mobilização e compactação nas linhas e entrelinhas das culturas. Alguns trabalhos indicam que os processos biológicos e os ciclos de umedecimento e secagem são mais intensos em SPD devido a maior atividade do sistema radicular das plantas e maior quantidade de matéria orgânica nas camadas superficiais. Esses processos, em conjunto, podem promover mudanças espaciais e temporais nas propriedades físicas do solo em SPD.

Atualmente em algumas regiões do Estado do Paraná, a utilização de forrageiras tropicais perenes, como as plantas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* spp., pode se constituir em boas alternativas para a produção de cobertura de solo e para a diminuição do grau de compactação do solo devido ao seu vigoroso sistema radicular e elevada produção de fitomassa (FRANCHINI et al., 2011) promovendo uma melhoria do ambiente físico do solo.

A hipótese deste trabalho é que as propriedades físicas do solo em SPD variam espacialmente com as posições de amostragem referentes às linhas das plantas (P1), entrelinhas (P2) e posição intermediária (P3) entre P1 e P2 e que estas posições e propriedades físicas persistem temporalmente no SPD. O objetivo deste estudo foi determinar, em diferentes posições e amostragens as propriedades físicas: densidade do solo, porosidade total e macroporosidade de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado por mais de 30 anos em SPD.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de lavouras comerciais, localizada no município de Maringá – PR, cultivada em SPD desde 1980 envolvendo rotação de culturas com milho, aveia, soja, trigo e milho de

<sup>1</sup>Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CAPES. [gui.anghi@gmail.com](mailto:gui.anghi@gmail.com); [camilajbferreira@gmail.com](mailto:camilajbferreira@gmail.com); [hsfranco@hotmail.com](mailto:hsfranco@hotmail.com); [rafaelawatanabe@gmail.com](mailto:rafaelawatanabe@gmail.com); [betioliir@gmail.com](mailto:betioliir@gmail.com).

<sup>2</sup> Professor adjunto do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Maringá-PR, Bolsista CNPq. [catormena@uem.br](mailto:catormena@uem.br).



segunda safra. O solo utilizado neste estudo foi identificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013), classe textural muito argiloso ( $750 \text{ g kg}^{-1}$  de argila e  $200 \text{ g kg}^{-1}$  de areia, na camada de 0-0,20 m).

As amostragens de solo foram realizadas após a colheita do milho de segunda safra cultivado com espaçamento de 0,90 m em setembro de 2010 (amostragem 1) e 2012 (amostragem 2), no entanto, em 2012, houve a presença de milho consorciado com braquiária na entrelinha da cultura. Em ambas as amostragens foram coletadas 40 amostras indeformadas de solo em três posições de amostragem linha (P1); entrelinha (P2); posição intermediária entre linha e entrelinha (P3) da cultura do milho, na camada 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m, totalizando 120 amostras por amostragem. As amostras foram submetidas à drenagem no potencial mátrico ( $\Psi_m$ ) de -6 kPa, utilizando mesa de tensão. Após atingir equilíbrio hidráulico no  $\Psi_m$ , as amostras foram pesadas e em seguida levadas à estufa a  $105^\circ\text{C}$  por 24 horas e transferidas para dessecadores e em seguida foram novamente pesadas. A partir da massa do solo seco e do volume de cada cilindro, a  $D_s$  ( $\text{Mg m}^{-3}$ ) foi calculada conforme Grossman e Reinsch (2002).

A porosidade total do solo foi determinada como sendo o teor de água do solo saturado, calculado pela diferença entre a massa saturada do solo ( $m_{\text{sat}}$ ) e a massa de solo seco em estufa ( $m_{\text{ss}}$ ) dividido pelo volume total do cilindro ( $V_t$ ) (Equação 1).

$$PT = (m_{\text{sat}} - m_{\text{ss}}) / V_t \quad (1)$$

Em que,  $PT$  = porosidade total do solo ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ );  $m_{\text{sat}}$  = massa de solo saturado (kg);  $m_{\text{ss}}$  = massa de solo seco (kg) e  $V_t$  = volume total do cilindro ( $\text{m}^3$ ).

A macroporosidade do solo foi calculada subtraindo-se o teor de água equivalente ao potencial de -6kPa do teor de água equivalente a porosidade total do solo (Equação 2).

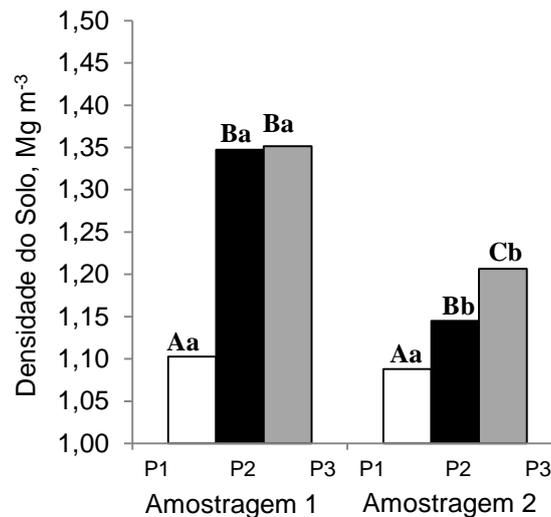
$$MA = PT - \theta_{(-6\text{kPa})} \quad (2)$$

Onde,  $MA$  = Macroporosidade do solo ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ );  $PT$  = porosidade total do solo ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e  $\theta_{\text{sat}}$  = teor de água no potencial de -6 kPa ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).

Para cada uma das variáveis estudadas, os dados foram submetidos à análise de variância, quando o teste F mostrava-se significativo foi feita análise dos dados por meio de comparação de médias (Teste t), por meio do software SAS (STATISTICAL ANALYSES SYSTEM INSTITUTE, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na amostragem 1, observou-se uma menor  $D_s$  na posição de amostragem P1 quando comparada com P2 e P3 (Gráfico 1), justificado pela mobilização do solo na abertura da linha de plantio nessa posição. Estes resultados corroboram com Correchel et al. (1999) que encontraram menores valores de  $D_s$  na linha da cultura. Por outro lado, na amostragem 2, a  $D_s$  em P1 continuou estatisticamente diferente de P2 e P3, no entanto, P2 apresentou menor  $D_s$  que P3. Este fato é explicado pela presença de plantas de braquiária na entrelinha da cultura (P2) que contribuiu para a diminuição da  $D_s$  devido ao seu vigoroso sistema radicular e elevada produção de fitomassa (Franchini et al., 2011). Quando a comparação é feita entre as amostragens, em P2 e P3 houve uma diminuição nos valores de  $D_s$  evidenciando uma melhoria da qualidade física do solo nessas posições, sendo que em P2 a presença de braquiária pode ter refletido em maior número de ciclos de umedecimento e secagem do solo devido a elevada taxa transpiratória da cultura cultivada na entrelinha que pode ter influenciado P3, visto que esta, se encontrava a 0,23 m de distância de P2. Na posição de P1 não houve modificações entre as amostragens pois essa posição já apresentava uma boa qualidade física do solo e suas condições mantiveram-se as mesmas.

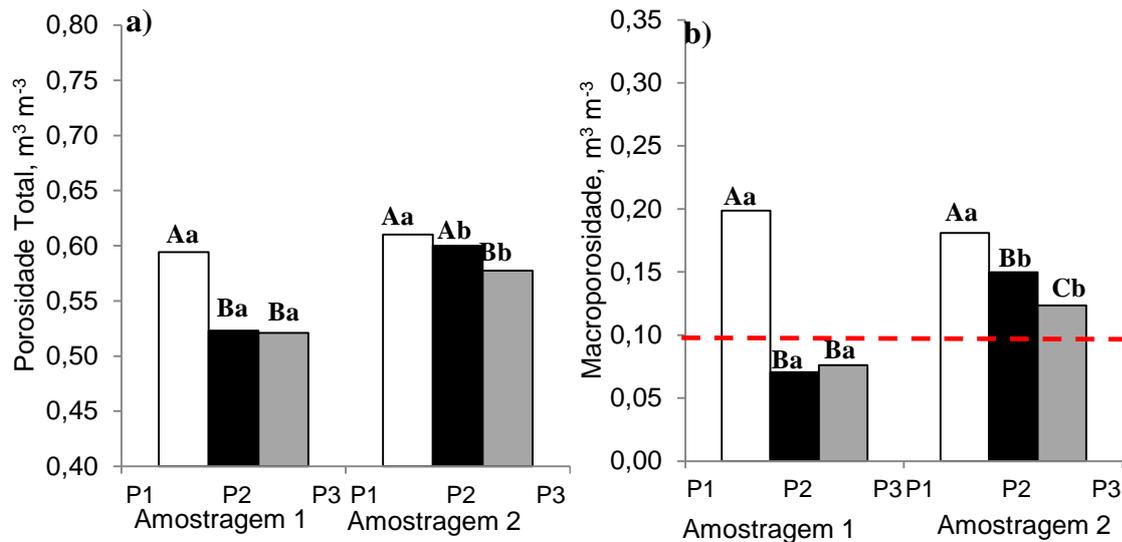


**Gráfico 1:** Valores médios de densidade do solo para as posições de amostragem P1, P2 e P3 nas amostragens 1 e 2. Letras minúsculas diferem amostragem dentro das mesmas posições e letras maiúsculas diferem posições dentro da mesma posição (Teste t,  $p < 0,05$ )

**Fonte:** dados da pesquisa

Na amostragem 1, para PT e MA (Gráfico 2 a,b), P1 foi maior do que P2 e P3. Na amostragem 2, a PT não diferiu entre P1 e P2, os quais apresentaram maiores valores que P3, o que pode ser explicado pelos menores valores de MA encontrados em P3. Os maiores valores de PT e MA encontrados em P2 são justificados pela presença de entrelinha com braquiária. Quando a comparação é feita entre as amostragens, a PT e MA aumentaram em P2 e P3 na amostragem 2 e em P1 não diferiu. Essa modificação se deve aos menores valores de Ds encontrados nessa amostragem, que condicionaram melhores condições físicas no solo refletindo em maiores valores de PT e MA. Esses resultados demonstraram que apesar de todas as diferenças encontradas entre P2 e P3 entre as amostragens, a posição P1 permaneceu relativamente constante, permitindo uma maior infiltração e aproveitamento da água da chuva.

Grable e Siemer (1968) preconizam que quando o valor de macroporosidade é menor que  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , a taxa de fluxo de oxigênio em direção ao sistema radicular é prejudicada e, conseqüentemente, o crescimento das raízes das plantas. Considerando a variação dos dados de MA na amostragem 1, P2 e P3 apresentaram 77,5 e 80 % dos valores abaixo do valor mínimo necessário ( $MA < 0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) (linha tracejada Gráfico 2 b), respectivamente. Esses resultados indicam possível restrição física do solo nestas posições em anos com excesso hídrico. Por outro lado, P1 apresentou todos os valores acima de  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  para ambas as amostragens. Esses resultados demonstraram que a qualidade física do solo foi dependente da posição de amostragem, com melhor qualidade na área relativa à linha da cultura. Para a amostragem 2, houve uma melhoria da macroporosidade do solo em P2 e P3 com 17,5 e 40 % das amostras inferiores a  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , confirmando a importância da utilização da entrelinha do milho consorciado com braquiária para possibilitar a manutenção do SPD de longo prazo produtivo sem a utilização de intervenções mecânicas.



**Gráfico 2:** Valores médios de porosidade total do solo (a) e macroporosidade (b) para as posições de amostragem P1, P2 e P3 nas amostragens 1 e 2. A sobreposição do intervalo de confiança da média indica ausência de diferença estatística entre os valores ( $p < 0,05$ )

**Fonte:** dados da pesquisa

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o efeito da mobilização da linha de plantio na semeadura promoveu modificações espaciais das propriedades físicas do solo avaliadas, com as melhores condições físicas do solo na linha da cultura (P1). Na amostragem 2, a presença de entrelinha com braquiária possibilitou uma melhoria das condições físicas do solo na entrelinha da cultura (P2).

#### REFERÊNCIAS

- CORRECHEL, V.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Influência da posição relativa à linha de cultivo sobre a densidade do solo em dois sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.1, p.165-173, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2013. 353p.
- FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).
- GRABLE, A.R.; SIEMER, E.G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Science Society*, v.32, n.2, p.180-186, 1968.
- GROSSMAN, R.B.; REINSCH, T.G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J.H.; TOPP, G.C. (Eds.). *Methods of soil analysis*. 3.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 2002. Part 4. p.201-228.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT Procedure guide for personal computers. Version 5, SAS Inst. Cary, NC. 1999.