



Variabilidade espacial e temporal de agregados do solo em sistemas de ILPF.

Fábio Felipe Paranhos⁽²⁾; **Fernando Oliveira Franco**⁽³⁾; **José Eduardo Corá**⁽⁴⁾

⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-FCAV, Unesp – Jaboticabal, SP, f_paranhos_2@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado – Bolsista Capes; Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-FCAV, Unesp – Jaboticabal, SP, fernandooliveirafranco@yahoo.com; ⁽⁴⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-FCAV, Unesp – Jaboticabal, SP, cora@fcav.unesp.br

RESUMO: O sistema ILPF busca através de suas características otimizar o uso dos recursos naturais visando aumento de produtividade e preservação ambiental através de práticas adequadas de manejo. O DMP é uma forma de avaliar a qualidade ambiental que os diferentes sistemas de uso e manejo proporcionam ao solo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial e temporal do DMP do solo em diferentes sistemas de uso. O experimento foi conduzido no município de Jaboticabal, SP. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 3 + 2) e 4 repetições, onde o primeiro fator refere-se à posição cardinal em relação ao renque (NORTE e SUL) e o segundo fator refere-se a posição no entre renque (P1, P2 e P3) e os tratamentos adicionais foram o ILP e o P. Foi observado diferença significativa para a interação entre os fatores vs o tratamento adicional (ILP) vs a testemunha (P), portanto, as médias foram comparadas pelo Teste de Dunnett (bi-lateral) ao nível de 5% de probabilidade. Concluindo que o revolvimento do solo causou alteração na estrutura do solo, reduzindo o DMP, a pastagem reestruturou o solo já na segunda amostragem e a maior proximidade com a árvore possibilitou um maior DMP.

Termos de indexação: ILPF, estrutura do solo, estabilidade de agregado, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O sistema agrossilvipastoril (ILPF) é composto pelo conjunto de atividades, como, lavoura, pecuária e floresta. Busca otimizar o uso de recursos e aumentar rentabilidade por área de modo sustentável. Visando aumento de produtividade e preservação ambiental através de práticas adequadas de manejo.

Uma dessas práticas adequadas é a formação de pastagem utilizando o plantio direto, pois proporciona aumento de matéria orgânica no solo e proteção contra o impacto da gota da chuva, favorecendo a estrutura física do solo.

A estruturação do solo refere-se ao arranjo das partículas do solo e espaço poroso, formando

agregados. É um importante atributo do solo, influenciando na capacidade de infiltração da água, aeração do solo e penetração das raízes, podendo refletir a resistência do solo à erosão. Pois, quanto maior for o agregado, maiores serão o DMP e os espaços porosos entre agregados.

O tamanho dos agregados e o estado de agregação do solo podem ser determinados de várias formas. O diâmetro médio ponderado (DMP) é uma delas. O DMP é tanto maior quanto maior for a porcentagem de agregados grandes retidos nas peneiras com malhas maiores (PREVEDELLO et al., 2014).

É influenciado por diferentes sistemas de uso e manejo do solo. Os processos físicos relacionados com a implantação e tráfego de máquinas agrícolas e florestais, clima e crescimento de plantas podem causar alterações na estrutura do solo ao longo do tempo e em função do local da avaliação (PREVEDELLO et al., 2014).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial e temporal do DMP do solo em diferentes sistemas de uso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Jaboticabal, SP, localizado nas coordenadas geográficas 48°17'19,26" O e 21°13'55,87" S. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com base nos critérios propostos pela EMBRAPA (2013). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical, relativamente seco no inverno, com chuvas de verão, apresentando temperatura média anual de 22°C e precipitação de 1.552 mm. Em outubro de 2013 o solo da camada de 0 a 0,1 m de profundidade foi classificado como Franco-Argilo-Arenoso (680, 280 e 43 g kg⁻¹ de argila, areia e silte, respectivamente), e apresentou Diâmetro médio ponderado de 2,90 mm.

Em fevereiro de 2014 foi implantado o experimento constituído por três sistemas: um agrossilvipastoril (ILPF), composto pelo cultivo de *Corymbia citriodora*, milho e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu; um agropastoril (ILP), constituído somente



pelo cultivo de milho e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu e um pastoril (P), constituído somente pelo cultivo de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu. Em 2015 nos dois primeiros sistemas foram cultivados na safra soja em sistema de semeadura direta. No sistema P permaneceu a *Urochloa Brizantha* cv. Marandu em pousio.

No sistema ILPF as mudas de eucalipto, *Corymbia citriodora*, foram plantadas em renques de fileiras duplas, espaçadas de 20 m. O espaçamento entre fileiras foi de 3 metros e as plantas de eucalipto nas fileiras espaçadas de 3 metros. Assim, os renques, ocuparam 20% da área de um hectare com densidade de 500 árvores por hectare. Foi utilizado como adubação de plantio do eucalipto 105 g planta⁻¹ da fórmula N-P₂O₅-K₂O 4-20-20.

A forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi semeada em consorcio com o milho DKB 390 VT PRO 2. A semeadura das espécies foi realizada simultaneamente, com espaçamento entre linhas do milho de 0,76 m com população final de aproximadamente 60000 plantas por hectare, e da forrageira espaçadas de 0,35 m. Foi utilizado 10 kg de sementes *Urochloa brizantha* cv. Marandu por hectare, com valor cultural de 60%. Não foi realizada adubação de semeadura para a forrageira, no entanto, a adubação de plantio do milho foi de 300 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 correspondendo a 24-84-48 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, quantidade suficiente para suprir a necessidade da forrageira.

Em novembro de 2014 foi semeada nos sistemas ILPF e ILP a soja cultivar AS3575 intacta RR PRO, em semeadura direta com adubação de 300 kg ha⁻¹ do formulado 02-30-10, correspondendo a 6, 90 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Para o sistema ILP os procedimentos foram os mesmos adotados no sistema ILPF, exceto aqueles referentes ao plantio do componente florestal (eucalipto), o qual não foi realizado.

Como tratos fitossanitários foram realizados controle químico de plantas daninhas na linha de plantio do eucalipto, um mês após o plantio das mudas. Adicionalmente, foi realizada adubação de cobertura nas mudas de eucalipto com 100 g planta⁻¹ do formulado 10-10-10 e aplicação de Boro via foliar na dose de 3 L ha⁻¹ do fertilizante foliar YARAVITA Bortrac (11 % de B). Na cultura de milho para ambos os sistemas foi realizada adubação de cobertura a lanço em área total, com 50 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte uréia. O controle de formigas foi realizado através de iscas furmicidas a base de sulfuramida na dose de 10 g de isca por formigueiro. No sistema ILPF foi realizada aplicação de Boro no

final do período chuvoso (julho) na dose de 10g por planta de ácido bórico e de 10g por planta de sulfato de zinco, e uma desrama artificial em novembro de 2014. Na cultura da soja na safra de 2014 foram realizados os tratos fitossanitários para controle da ferrugem da soja e do complexo de percevejos.

Os sistemas foram divididos em 6 parcelas experimentais de dimensões de 9 m de largura por 20 de comprimento. No sistema ILPF foram divididas em três parcelas posicionadas ao Norte do renque e três parcelas posicionadas ao Sul do renque. Cada parcela foi subdividida em 3 subparcelas de 20 m de comprimento por 3 m de largura, totalizando uma área útil de 60 m². As subparcelas foram divididas em P1, P2 e P3, com a P1 alocada em uma faixa de 1 a 4 m afastadas do renque, a P2 na faixa de 4 a 7 m afastadas do renque e a P3 na faixa de 7 a 10 m afastadas do renque.

Nas subparcelas foi avaliado o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) em duas épocas: a primeira logo após a colheita do milho semeado na safrinha de 2004 (junho/14), quando o eucalipto estava com 6 meses de idade, apresentava altura média na face norte do renque 2,10 m e na face sul 1,74 m. E segunda amostragem logo após a colheita da soja (Março/15), com altura das árvores da face norte do renque de 4,34 m e da face sul de 4,24 m.

A amostragem foi realizada na camada de 0 a 0,1 m no perfil do solo, sendo coletada em cada parcela 4 amostras simples para compor uma amostra composta, a qual foi levada ao laboratório para a realização da análise.

A distribuição de agregados por classe de tamanhos, para a obtenção do DMG, foi medida por peneiramento úmido, seguindo-se o método de ANGERS et al. (2008), com imersão direta (sem pré-umedecimento) do solo na água. Uma fração da amostra composta obtida em cada parcela foi cuidadosamente quebrada e passada através de peneira com abertura de malha de 6,3 mm, na mesma umidade em que o solo foi obtido no campo. Logo após, o solo foi submetido à secagem ao ar por 48 h. Três conjuntos de 6 peneiras com aberturas de malha de 4,00, 2,00, 1,00, 0,50, 0,25 e 0,125 mm foi completamente imerso em água em aparelho similar ao descrito por BOURGET e KEMP (1957). Uma alíquota de 20 g de solo seco ao ar foi então espalhada cuidadosamente sobre a peneira superior no ponto mais baixo de oscilação do aparelho. O peneiramento úmido ocorreu com oscilação vertical por 10 minutos, com 31 ciclos/minuto e com amplitude de oscilação de 37 mm. Os agregados retidos em cada peneira após o



peneiramento úmido foram transferidos para latinhas de alumínio e colocados em estufa a 105°C por 24 h e, depois, pesados. Uma alíquota de 10 g de cada amostra de solo foi colocada em estufa junto com os agregados para posterior correção de umidade. A fração que passou pela peneira com 0,125 mm de abertura durante o peneiramento úmido foi estimada por subtração.

Com os dados de massa de agregados retidos em cada peneira, umidade das amostras e massa de partículas primárias, foi calculada a proporção de agregados estáveis para cada classe de tamanho em relação à massa inicial da amostra. Assim, o DMP dos agregados estáveis foi calculado da seguinte forma

$$DMP = \frac{\sum_{i=1}^7 (x_i - w_i)}{\sum_{i=1}^7 w_i}$$

onde w_i é a massa de agregados na i -ésima classe de tamanho com diâmetro médio x_i .

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 3 + 2) e 4 repetições, onde o primeiro fator refere-se à posição cardinal em relação ao renque (NORTE e SUL) e o segundo fator refere-se a posição no entre renque (P1, P2 e P3) e os tratamentos adicionais foram o ILP e o P. Os dados foram submetidas à análise de variância, empregando-se o programa estatístico ASSISTAT e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). E para os tratamentos foi aplicado o Teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade (bilateral).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo quadro de análise de variância não houve interação significativa entre a posição cardinal em relação ao renque (Fator 1) e posição no entre renque (Fator 2). No entanto foi observado diferença significativa para a interação entre os fatores vs o tratamento adicional (ILP) vs a testemunha (P), portanto, as médias foram comparadas pelo Teste de Dunnett (bi-lateral) ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

O DMP 2014 foi superior nos sistemas P, ILP e ILPF na posição P1 independentemente da posição cardinal. Os valores variaram de 2,05 a 2,48 mm, enquanto que os tratamentos ILPF nas posições P2 e P3 independente da posição cardinal apresentaram valores em torno de 1,61 mm. Esses valores observados foram inferiores ao obtido no momento da caracterização do solo (2,90 mm).

O revolvimento do solo para a implantação de uma cultura causa a quebra dos agregados de maior

diâmetro (FUENTES et al., 2009; KUMARIA et al., 2011). No entanto, a interação do crescimento e desenvolvimento das espécies cultivadas com fatores físicos, químicos e biológicos pode favorecer a recuperação da estrutura do solo (PREVEDELLO et al., 2014). Fato que ficou evidente no sistema P, onde, foi observado na primeira amostragem valor de DMP inferior ao da caracterização e na segunda amostragem valor de DMP superior ao da caracterização (2,90 na caracterização, 2,48 na primeira amostragem e 3,13 mm na segunda amostragem). A redução ou eliminação do revolvimento do solo associado ao frequente aporte de resíduos vegetais aumenta o teor de matéria orgânica e protegem o solo contra a ação desagregadora da chuva (FRANCHINI et al., 2012), fazendo com que pastagens bem manejadas promovam o aumento do DMP. De acordo com Caetano et al. (2013) pastagens bem manejadas tem potencial para a melhoria da estrutura do solo.

O maior DMP 2014 observado na posição P1 pode estar relacionado à maior proximidade com a árvore e conseqüentemente com o sistema radicular. Com o crescimento das árvores, o sistema radicular exerce pressão aproximando as partículas do solo, liberam exsudatos e promovem ciclos de umedecimento e secagem, predispondo à formação de agregados (LAL, 2009), mesmo em estádios iniciais de crescimento (GONÇALVES, 2002).

Para a variável DMP 2015 foi observado maior valor (3,13 mm) no sistema P, enquanto que os demais tratamentos apresentaram valores em torno de 1,52 mm.

Os menores valores de DMP 2015 para os sistemas ILPF e ILP podem ser atribuídos às práticas de manejo adotadas nestes sistemas, adoção do sistema de semeadura direta recentemente, operações mecanizadas para aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas, colheita mecanizada da soja.

Corrêa (2002), analisando a camada de 0 a 15 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo, observou que sob Cerrado nativo 88% dos agregados são maiores do que 2 mm, com a sua redução, ocorrendo com introdução dos cultivos sob plantio convencional e, se perpetuando, mesmo depois da introdução do plantio direto.

A pastagem aumenta o DMP do solo de forma acentuada e relativamente rápido, devido ao abundante sistema radicular formado pela pastagem logo após sua implantação (SALTON et al., 2008).

CONCLUSÕES



O revolvimento do solo causa alteração na estrutura do solo, reduzindo o DMP.

Sistemas de uso com pastagens possibilitam uma reestruturação do solo mais rápida.

Em sistema ILPF pontos mais próximos do renque apresentam um maior DMP, principalmente nos primeiros meses após a implantação.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Capes por bolsa concedida ao segundo autor. A Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) da FCAV – UNESP, Campus Jaboticabal.

REFERÊNCIAS

ANGERS, D.A. et al. Aggregate stability to water. In: CARTER, M. R. & GREGORICH, E.G. (Ed.). **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: CRC Press, 2008. p.811–820.

BOURGET, S.J.; KEMP, J.G. Wet sieving apparatus for stability analysis of soil aggregates. **Canadian Journal of Soil Science**, 37:60-67, 1957.

CAETANO, J. O. et al. Indicadores de qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Global Science and Technology**. 06:26 – 39, 2013.

CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:203-209, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de**

Classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FRANCHINI, J. C. et al. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, 137:178-185, 2012.

FUENTES, M. et al. Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. **European Journal of Agronomy**, 30:228-237, 2009.

GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002, p.1-46.

KUMARIA, M. et al., Soil aggregation and associated organic carbon fractions as affected by tillage in a rice–wheat rotation in North India. **Soil Science Society of America Journal**, 75:560–567. 2011.

LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. **European Journal of Soil Science**, 60:158–169, 2009.

PREVEDELLO, J. et al., Agregação e matéria orgânica de um argissolo sob diferentes preparos do solo para plantio de Eucalipto. **Pesquisa florestal brasileira**. 34:149-158, 2014.

SALTON, J. C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:11-21, 2008.

Tabela 1. Média do DMP 2014 e DMP 2015 nos diferentes tratamentos em um Latossolo Vermelho distrófico textura média. Jaboticabal-SP, 2015.

Tratamentos	DMP 2014		DMP 2015	
ILPF – NORTE – P1	2,05	a	1,94	b
ILPF – NORTE – P2	1,65	b	1,76	b
ILPF – NORTE – P3	1,51	b	1,59	b
ILPF – SUL – P1	2,38	a	1,39	b
ILPF – SUL – P2	1,80	b	1,39	b
ILPF – SUL – P3	1,49	b	1,61	b
ILP	2,11	a	1,99	b
P	2,48	a	3,13	a
DMS	0,55		0,40	

Medias seguida de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.