



Sistemas de preparo do solo e sua influência na recuperação da qualidade física de Argissolo Vermelho-Amarelo ⁽¹⁾.

Wellington da Silva Guimarães Júnnyor ⁽²⁾; Isabella Clerici De Maria ⁽³⁾; Getulio Coutinho Figueiredo ⁽⁴⁾; Camila Cassante de Lima ⁽⁵⁾; Sonia Carmela Falci Dechen ⁽³⁾; Paulo Sérgio Cordeiro Junior ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESP.

⁽²⁾ Doutorando em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico (IAC) - Campinas, SP; wellington.agro@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadora Científica do Centro de Solos e Recurso Ambientais, Instituto Agronômico (IAC); ⁽⁴⁾ Pós-Doutorando do Centro de Solos e Recurso Ambientais, Instituto Agronômico; ⁽⁵⁾ Mestranda; Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico; ⁽⁶⁾ Graduando em Agronomia, Bolsista de Treinamento Técnico pela FAPESP, Centro Universitário de Rio Preto, UNIRP – São José do Rio Preto, SP.

RESUMO: A busca por sistemas de manejo do solo, visando à recuperação e, ou, manutenção da qualidade do solo, é fundamental para o manejo sustentável das atividades agrícolas. O presente estudo objetivou verificar a influência de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a qualidade física de um Argissolo Vermelho-Amarelo. O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: mata nativa (MN), plantio direto (PD), preparo convencional (PC), preparo mínimo (PM) e pousio (PO). Em cada parcela experimental (20 x 35 m), na camada de 0,00-0,20 m, foram coletadas oito amostras de solo, sendo determinadas a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), microporosidade (Mic), macroporosidade (Mac), capacidade de campo (θ_{cc}) e a resistência à penetração (RP). Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p = 0,05$). O rompimento da estrutura do solo por ocasião do preparo, não foi suficiente para reduzir a densidade do solo aos valores observados na mata nativa. Os tratamentos PD, PC e PM não apresentaram diferenças significativas para os atributos do solo avaliados. Mesmo que a qualidade física do solo tenha sido mantida em níveis adequados aos valores propostos na literatura científica, nos tratamentos submetidos ao preparo inicial do solo houve melhoria dos atributos avaliados em relação ao pousio prolongado. O preparo do solo foi importante para à recuperação e, ou, manutenção da qualidade do solo.

Termos de indexação: uso e manejo do solo, degradação física, compactação do solo.

INTRODUÇÃO

A qualidade física do solo (QFS) para a produção agrícola pode ser alterada pelo uso e sistema de manejo. Esta qualidade, porém, não pode ser medida diretamente, mas pode ser determinada a partir de alguns atributos físicos que, naturalmente, são utilizados como indicadores da qualidade do

solo. Esses indicadores devem ser sensíveis ao manejo numa escala de tempo que permita a verificação de suas alterações.

Assim, a busca pela melhoria da QFS, identificando as limitações que os usos e manejos, e principalmente as operações de preparo, impõem ao crescimento das plantas, é um dos principais objetivos das pesquisas em física do solo, (Valadão et al., 2015).

Avaliações das alterações da QFS são comumente realizadas de forma comparativa entre as condições do solo mais preservado (ex., sob vegetação nativa) e aquele submetido à exploração agrícola, o que permite quantificar o efeito do uso e manejo através de análises das propriedades físicas da matriz porosa (Blainski et al., 2008).

O preparo do solo constitui-se na prática de manejo que mais altera as propriedades físicas do solo e seu efeito depende do implemento utilizado, da intensidade do uso e das condições edafoclimáticas no momento das operações mecanizadas (Veiga, 2005).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de sistemas de preparo do solo sobre a qualidade física de um Argissolo Vermelho-Amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), localizada no município de Pindorama-SP, em uma área recoberta por Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, PVA, textura franco-arenosa (Embrapa, 2013), a composição granulométrica do solo e a densidade de partículas podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização granulométrica⁽¹⁾ e densidade de partículas⁽²⁾ (Dp) de um Argissolo Vermelho-Amarelo na profundidade de 0,00-0,20 m.

Argila	Silte	Areia	Dp
----- g kg ⁻¹ -----			kg dm ⁻³
119,5	96,0	784,5	2,68



⁽¹⁾conforme Camargo et al. (1986).

⁽²⁾conforme Blake e Hartge (1986).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos e oito repetições. Em dezembro de 2014, os tratamentos foram aplicados em parte de uma área sob pousio (18 anos) e corresponderam a três sistemas de preparo do solo, com diferentes intensidades de mobilização (preparo convencional, PC; preparo mínimo, PM e plantio direto, PD) e a duas áreas sem uso agrícola, denominadas mata nativa (MN) e pousio (PO) desde 1997.

Os sistemas de preparo do solo foram implantados utilizando grade aradora intermediária com 26 discos. Foram feitas duas passagens com grade aradora, sendo a profundidade de operação de 0,25 m. A umidade durante o preparo do solo foi de 0,16 kg kg⁻¹. Depois de preparadas as áreas foram sulcadas para o plantio de cana-de-açúcar.

Nas parcelas experimentais, de 20 m de comprimento por 35 m de largura (700 m²), coletaram-se amostras de solo com estrutura preservada (indeformadas), aos 100 dias após o preparo do solo, em cilindros de aço de 0,06 m de diâmetro x 0,04 m de altura na profundidade de 0,00 a 0,20 m utilizando o amostrador tipo Uhland.

No laboratório as amostras foram saturadas por capilaridade, pesadas e colocadas em mesa de tensão, para determinar a macro e a microporosidade. O volume de microporos (Mic) foram obtidos aplicando tensão de 6 kPa. A porosidade total (Pt) foi calculada pela razão entre a densidade do solo e a densidade de partículas 1-(Ds/Dp). A macroporosidade (Mac) foi obtida pela diferença entre Pt e Mic. (Camargo et al., 1986).

A resistência do solo à penetração (RP) foi obtida nas amostras volumétricas com umidade equilibrada na tensão correspondente à capacidade de campo (θ_{cc}), 10 kPa, utilizando-se um penetrômetro de bancada equipado com um dinamômetro eletrônico (modelo FGV-50XY, marca Shimpco). Para tanto, foi utilizada uma haste metálica com cone de 0,04 m de diâmetro basal e ângulo de 60°, sendo aplicada uma velocidade constante de penetração de 1,55 mm s⁻¹ (Figueiredo et al., 2011). A densidade do solo (Ds) foi determinada de acordo com Blake & Hartge (1986).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o pacote estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância (Tabela 2) mostram que todas as propriedades físicas do

PVA foram influenciadas pelos sistemas de uso e manejo na camada analisada.

A densidade do solo variou entre 0,96 e 1,52 kg dm⁻³ (Tabela 3) nos diferentes sistemas avaliados, não havendo indícios de compactação, pois os valores de Ds foram menores que os críticos para culturas agrícolas em solos de textura arenosa, como proposto por Reinert & Reichert (2001), i.e., < 20 % de argila e Ds < 1,75 kg dm⁻³.

Nos tratamentos PC, PM e PD observou-se a redução da Ds e conseqüente aumento da Pt em relação ao PO, uma vez que houve o revolvimento durante a implantação dos tratamentos, o que promoveu melhoria da história de tensão da estrutura, alterando a dinâmica da agregação (Silva et al., 2013) e conseqüentemente do espaço poroso do solo.

Entretanto, o alívio causado na estrutura do solo por ocasião de seu preparo não foi suficiente para reduzir a Ds à magnitude observada na mata nativa. Provavelmente, isso está associado aos elevados teores de matéria orgânica maior atividade de micro e macro-organismos na mata nativa em comparação aos outros tratamentos experimentais. Em comparação à mata nativa, os valores de Ds foram maiores em torno de 50 % no PC, 47,92 % no PD e no PM e 58,33 % no PO.

Em alguns pontos avaliados, quando a densidade do solo estava próxima de 1,50 kg dm⁻³ (PO), a macroporosidade aproximou-se de 0,10 m³ m⁻³ (Figura 1). Ao analisar a Figura 1 nota-se que o volume de macroporos apresenta uma variação linear negativa com o incremento de Ds, confirmando que as variações na estrutura do solo ocorrem principalmente nos poros maiores.

Apenas 36 % da macroporosidade existente na MN ainda estava preservada no PO. A Mac menor no pousio, está relacionada com a maior Ds entre os tratamentos estudados. Com o revolvimento do solo no PD, PM e PC a macroporosidade não diferiu estatisticamente entre os esses três preparos do solo, ficando em torno de 58% da macroporosidade da MN, porém superior ao PO.

Os preparos do solo PC, PM e PD provocaram uma recuperação dos Mac de 50%, 56% e 75%, respectivamente em relação a área em repouso prolongado. Desta forma, fica evidente que as práticas de preparo do solo, que não visam necessariamente a redução da Ds e a elevação da macroporosidade, se tornam bastante importantes para manter aeração mínima para as trocas gasosas.

O aumento da densidade do solo nos sistemas de cultivo foi acompanhado também por uma redução da microporosidade. A micro apresentou uma fraca variação linear significativa com a densidade do solo (R² 11%), demonstrando ser uma



propriedade pouco sensível às variações na D_s. No estudo a microporosidade variou entre 0,19 - 0,27 m³ m⁻³, sendo que o solo sob preparo do solo mínimo apresentou a menor microporosidade e o pousio apresentou maior em função da elevada D_s.

O incremento da D_s nos sistemas de uso e manejo do solo refletiu em aumento na RP (Tabela 2). A mata nativa apresentou menor resistência do solo à penetração. Esses menores valores de RP podem estar associados à decomposição das raízes, os quais propiciaram a formação de estrutura mais porosa e menos densa. Esta observação pode ser comprovada na Figura 2, onde verifica-se que a medida que aumenta a resistência a penetração diminuem os macroporos.

A maior RP observada no pousio pode estar relacionada com o aumento da coesão entre os agregados (Albuquerque et al., 2001), resultante da reconsolidação natural do solo durante os ciclos de umedecimento e secamento (Ahuja et al., 1998), em função dos 18 anos em pousio. A RP menor no PD, PM e PC em relação ao PO devido ao intenso revolvimento nas operações de preparo do solo.

No Argissolo Vermelho-Amarelo, os valores de resistência à penetração ficaram entre 0,09 e 0,86 MPa, ou seja, valor considerado não restritivo ao crescimento das plantas. O valor de 2,0 MPa tem sido considerado limitante ao crescimento e desenvolvimento de sistemas radiculares (Lapen et al., 2004).

A água retida no potencial de 10 kPa variou de 0,18 a 0,26 m³ m⁻³ entre os tratamentos experimentais. Os menores valores de θ_{cc} para o MN, PC, PM e PD estão associados ao maior volume de macroporos, favorecendo rápida infiltração da solução do solo, e pela redução da microporosidade, com consequente diminuição da capacidade do solo em reter água (Bouma, 1991).

No pousio, a reconsolidação natural do solo provocada pelos ciclos de umedecimento e secamento ocasionou uma redução da microporosidade quando comparado aos demais tratamentos. Em contrapartida, houve aumento da capacidade de armazenamento de água no solo.

As variações observadas entre as quantidades de água armazenadas na θ_{cc} podem ser relacionadas à influência da estrutura e composição dos materiais em termos de matéria orgânica, o que determina alterações na quantidade e distribuição de tamanho de poros.

O preparo do solo é importante em sistema de exploração agrícola, pois atua diretamente sobre a estrutura do solo provocando modificações nas suas propriedades físicas. Embora possa ser responsável por degradação, é uma opção para a rápida recuperação da qualidade física do solo.

CONCLUSÕES

Mesmo que a qualidade física do solo tenha sido mantida em níveis adequados, de acordo com os valores propostos na literatura científica, nos tratamentos submetidos ao preparo inicial do solo houve melhoria dos atributos avaliados em relação ao pousio prolongado.

O preparo do solo foi importante para a recuperação e, ou, manutenção da qualidade física do solo em relação à área em pousio.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão das bolsas de estudos (Processos: 2014/07434-9 e 2013/21687-4) e de fomento ao projeto de pesquisa (Processo 2013/10427-1).

REFERÊNCIAS

- AHUJA, L.R.; FIEDLER, F.; DUNN, G.H.; BENJAMIN, J.G.; GARRISON, A. Changes in soil water retention curves due to tillage and natural reconsolidation. *Soil Science Society of America Journal*, v. 62, p. 1228-1233, 1998.
- ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L. & ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:717-723, 2001.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.975-983, 2008.
- BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., org. *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods*. 2.ed. Madison, America Society of Agronomy, 1986. p.363-375.
- BOUMA, J. Influence of soil macroporosity on environmental quality. *Adv. Agron.*, 46:1-37, 1991.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (IAC, Boletim Técnico, 106).
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do abastecimento, 2013. 353 p.
- FIGUEIREDO, G.C.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B.; MORAES, S.O. & ALMEIDA, B.G. Improvement of a testing apparatus for dynamometry: procedures for penetrometry and influence of strain rate to quantify the tensile strength of soil aggregates. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:373-387, 2011.
- LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G. & CURNOE, W.E. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production, Eastern Ontario, Canada. *Soil Till. Res.*, 78:151-170, 2004.
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; CURI, N. & RESCK, D.V.S. Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com a tensão de água no solo, uso e manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:773-781, 2003.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & SILVA, V.R. cPropriedades físicas de solos em sistema de plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M.T.; ROSA, G.M. & CERETTA, C.A., eds. Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2001. p.114-133.

SILVA, A. S.; SILVA, I. F.; FERREIRA, L. E., BORCHARTT, L.; SOUZA, M. A. & PEREIRA, W. E. Propriedades físicas e químicas em diferentes usos do solo no Brejo Paraibano. R. Bras. Ci. Solo, 37(4), 1064-1072. (2013).

VALADÃO, F. C. A.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SCAPINELLI, A. D.; FILIPE R. & BIANCHINI, A. ADUBAÇÃO

FOSFATADA E COMPACTAÇÃO DO SOLO: SISTEMA RADICULAR DA SOJA E DO MILHO E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO. R. Bras. Ci. Solo, 39(1), 243-255, 2015.

VEIGA, M. Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de manejo e efeito sobre culturas. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 110p. (Tese de Doutorado).

Tabela 2. Análise de variância⁽¹⁾ dos atributos físicos de um Argissolo, na profundidade de 0,00-0,20 m, sob mata nativa, pousio prolongado e três sistemas de manejo recém-implantados.

Fonte de Variação	Quadrados Médios ⁽²⁾					
	Pt	Mac	Mic	θcc	RP	Ds
Tratamentos	0,0570**	0,0851**	0,0078**	0,0092**	0,6033**	0,4093**
Resíduo	0,0019	0,0026	0,0005	0,0005	0,0744	0,0141
Médias	0,49	0,27	0,22	0,19	0,51	1,35
CV (%)	8,99	18,81	10,97	12,50	53,80	8,77

(1) ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. (2) Pt, porosidade total; Mac, macroporosidade; Mic, microporosidade; θcc, capacidade de campo; RP, resistência à penetração; Ds, densidade do solo.

Tabela 3. Atributos físicos⁽¹⁾ de um Argissolo, na profundidade de 0,00-0,20 m, sob mata nativa, pousio prolongado e três sistemas de manejo recém-implantados.

Uso e Manejo	Pt	Mac	Mic	θcc	RP	Ds
	m ³ m ⁻³				MPa	kg dm ⁻³
Pousio	0,43 b ⁽²⁾	0,16 c	0,27 a	0,25 a	0,86 a	1,52 a
Preparo Convencional	0,46 b	0,24 b	0,22 b	0,19 b	0,57 b	1,45 a
Preparo Mínimo	0,47 b	0,25 b	0,19 c	0,16 b	0,54 b	1,43 a
Plantio Direto	0,47 b	0,28 b	0,22 bc	0,19 b	0,47 bc	1,42 a
Mata Nativa	0,64 a	0,44 a	0,20 bc	0,18 b	0,09 c	0,96 b

(1) Pt, porosidade total; Mac, macroporosidade; Mic, microporosidade; θcc, capacidade de campo; RP, resistência à penetração; Ds, densidade do solo. (2) Letras iguais indicam que, ao nível de significância de 5%, não há diferença entre as médias.

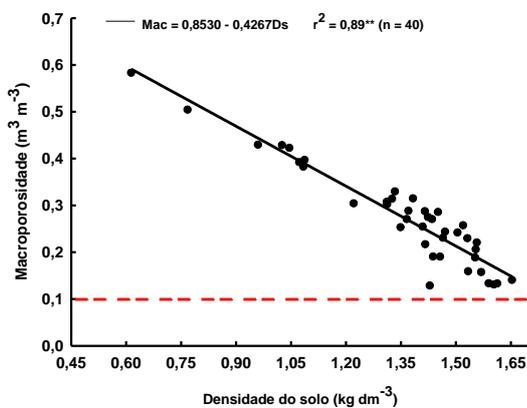


Figura 1. Relação entre a macroporosidade e a densidade (Ds) do solo, para o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, sob vegetação natural, pousio e cultivo de cana-de-açúcar. A linha tracejada representa o limite crítico de porosidade de aeração ao crescimento de raízes (Oliveira et al., 2003).

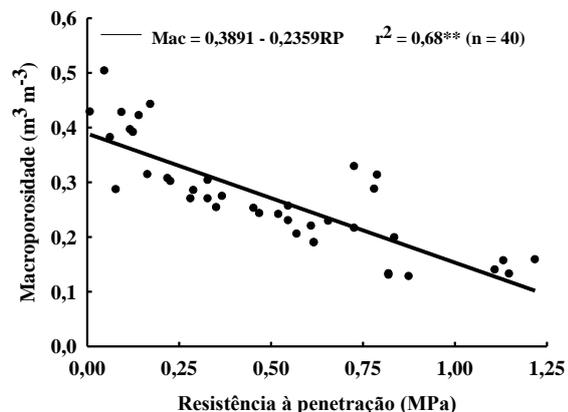


Figura 2. Relação entre a macroporosidade e a resistência à penetração (RP) do solo, para o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, sob vegetação natural, pousio e cultivo de cana-de-açúcar.