



## Resistência do solo à penetração após dois anos consecutivos de sucessão de culturas em plantio direto em um Latossolo Vermelho<sup>(1)</sup>

**Lígia Maria Lucas Videira<sup>(2)</sup>; Marlene Cristina Alves<sup>(3)</sup>; Laura Britto Garcia de Oliveira<sup>(4)</sup>; Poliana Aparecida Leonel Rosa<sup>(5)</sup>; Isabô Melina Pascoaloto<sup>(6)</sup>; Vagner Nascimento<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

<sup>(2)</sup> Estudante de Pós-Graduação; Universidade Estadual Paulista (UNESP/FE); Ilha Solteira, São Paulo; ligiavideira@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professora Titular; UNESP/FE; mcalves@agr.feis.unesp.br; <sup>(4)</sup> Estudante de Graduação; UNESP/FE; laura.bgoliveira@gmail.com; <sup>(5)</sup> Estudante de Pós-Graduação; UNESP/FE; polirosa1@hotmail.com; <sup>(6)</sup> Estudante de Pós-Graduação; UNESP/FE; isabomelina@gmail.com <sup>(7)</sup> Estudante de Pós-Graduação; UNESP/FE; vagnern@gmail.com.

**RESUMO:** O manejo conservacionista tem sido bastante utilizado para o cultivo de grãos. A base do sistema plantio direto (SPD) é o não revolvimento do solo, a cobertura permanente e a rotação de culturas. Com a utilização desse sistema por vários anos consecutivos pode ocorrer a compactação superficial do solo, por conta da movimentação de máquinas e implementos agrícolas, sobretudo quando realizada em solos com teores elevados de argila. Objetivou-se com esse trabalho analisar a resistência do solo à penetração após dois anos de sucessão de culturas sob uma área de SPD em um Latossolo Vermelho de Cerrado, e com escarificação em alguns tratamentos, no ano agrícola de 2013/2014. O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria – MS. O delineamento experimental foi de blocos casualizados dispostos em um esquema fatorial 5 x 2, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro plantas de cobertura mais a área em pousio (*Cajanus cajan* (guandú), *Crotalaria juncea* (crotalaria), *Urochloa ruziziensis* (braquiária) e *Pennisetum glaucum* (milheto)), com e sem escarificação mecânica do solo. As camadas analisadas foram de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Pôde-se concluir que os usos em SPD de escarificação mecânica e plantas de cobertura influenciaram a resistência do solo à penetração e umidade. Onde havia milheto apresentou maiores valores para resistência do solo à penetração.

**Termos de indexação:** manejo conservacionista; compactação; escarificação.

### INTRODUÇÃO

A qualidade física do solo é a sua capacidade em promover ao sistema radicular condições físicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Os atributos físicos do solo modificados de acordo com o manejo normalmente são: densidade do solo, estabilidade de agregados, taxa de infiltração do solo e a resistência do solo à

penetração de raízes. O SPD atenua a erosão do solo, reduz o aparecimento de plantas daninhas, aumenta a retenção de água e minimiza o custo de produção, além disso, diminui o uso de equipamentos, e melhora a qualidade do solo (Salton, et al., 1998).

Grande parte do êxito deste sistema está no fato dos resíduos das culturas comerciais mais a palha deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, criar um ambiente apropriado ao crescimento vegetal. Existe a procura por plantas de cobertura de solo mais habituada aos diversos ambientes e que se ajustem melhor aos sistemas de rotação (Alvarenga et al., 2001). As plantas de cobertura precisam atender certas exigências como: ser de fácil estabelecimento; ter rápida taxa de crescimento bem como fornecer cobertura ao solo rapidamente; produzir uma grande quantidade de massa seca para o mantimento de resíduos; ser resistente a doenças e não atuar como hospedeira de doenças da cultura econômica; ser economicamente viável (Reeves, 1994).

A movimentação do solo é limitada à linha de semeadura no SPD, mas como tem a ocorrência do tráfego de máquinas e implementos pode ocasionar compactação na superfície do solo (Tormena et al., 1998). Na descompactação do solo ao utilizar implementos de hastes, como escarificadores têm como finalidade aumentar a porosidade, reduzir a densidade, romper as camadas superficiais encrostadas e camadas subsuperficiais compactadas (Kochhann & Denardin, 2000). O escarificador prepara o solo sem revolvê-lo, demanda menos força de tração para uma mesma largura de trabalho e volume de solo mobilizado comparado com um arado (Ortiz Cañavate, 1995).

Objetivou-se com esse trabalho analisar a resistência do solo à penetração após dois anos de sucessão de culturas sob uma área de SPD em um Latossolo Vermelho de Cerrado, e com escarificação em alguns tratamentos, no ano agrícola de 2013/2014.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2013/14, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, situada a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (Demattê, 1980; Embrapa, 2013). A classificação climática da região de acordo com Köppen é Aw, definida como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média anual é de 23,5° C, a precipitação pluvial média anual é de 1.370 mm e a umidade relativa do ar média anual entre 70 e 80 %.

### Tratamentos e amostragens

A área experimental foi utilizada há mais de doze anos em SPD, sendo cultivada em 2010/11 e 2011/12 com as culturas do milho (verão) e feijão (inverno), exceto no inverno de 2011/12 que permaneceu em pousio.

O preparo com escarificador de parte da área experimental foi realizado em 2012 antes da semeadura das plantas de cobertura. As plantas de cobertura (guandú, crotalária, braquiária e milho), foram semeadas em agosto de 2012 e setembro de 2013 utilizando a matraca.

Em novembro foi semeado o arroz, e na sequência foi realizada a semeadura mecânica do feijão, com o cultivar Pérola em 03/05/2013 e 13/05/2014, sendo conduzida de maio a agosto, sob irrigação por aspersão.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 5 x 2, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de diferentes plantas de cobertura (guandú, crotalária, braquiária e milho) mais o pousio e descompactação mecânica (com e sem escarificador).

A resistência do solo à penetração (RP) foi realizada em 3 pontos aleatórios dentro de cada parcela, após a colheita do feijão, utilizando-se um penetrômetro modelo Falker (PenetroLOG), nas camadas 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, no mês de agosto de 2014.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados foram processados utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a resistência do solo à penetração (Tabela 1), nas camadas de 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m foram observados maiores valores no tratamento em que não se utilizou o escarificador, sendo de 2,44 e 2,25 MPa respectivamente. De acordo com Spivey et al. (1986), tem sido considerados como limitantes ao crescimento radicular os valores de 2,0 MPa para culturas anuais. Ralisch et al. (2001), estudaram o efeito da escarificação sob um Latossolo Vermelho, de textura argilosa, tendo concluído que a operação de escarificação resulta em efeitos imediatos na redução da resistência do solo à penetração.

Em relação às plantas de cobertura, somente as duas primeiras camadas os valores diferiram. Em ambas com o cultivo do milho aumentou a resistência do solo à penetração apresentando os valores de 1,05 e 2,70 MPa e o pousio foi quem teve os menores valores. A interação escarificação x planta de cobertura foi significativa somente para a camada mais superficial. Para a umidade só foi significativa para a camada de 0,10–0,20 m, com maior valor encontrado no tratamento em que ocorreu a escarificação cultivado com crotalária.

No desdobramento para as interações (Tabela 2), para a resistência do solo à penetração na camada de 0,00–0,05 m, onde não ocorreu a escarificação o milho obteve um dos maiores valores, sendo de 1,10 MPa, que não se diferiu estatisticamente da braquiária, e onde houve escarificação do solo os valores não diferiram entre as plantas de cobertura. No local que foi plantado a braquiária sem a escarificação resultou maiores valores (1,02 MPa). Nenhum dos valores ultrapassou 2 MPa por causa do efeito positivo do sistema radicular das plantas de cobertura na melhoria da estrutura do solo. Girardello et al. (2014) estudando a eficiência da utilização dos escarificadores de solo em SPD, notaram que houve decréscimo nos valores da RP. Abreu et al. (2004) estudando escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto observaram que os menores valores numéricos de resistência do solo à penetração até à profundidade de 0,15 m e foram observados no solo escarificado, pois a mobilização deve ter reduzido a coesão do solo.

Na camada de 0,10–0,20 m para a umidade do solo, onde realizou-se a escarificação e foi implantado o guandú e a crotalária obtiveram maiores valores. O aumento na umidade do solo diminui a sua aeração e resistência à penetração. Quando abaixo de 10% de espaço aéreo se torna indesejável, limita o processo de respiração



radicular e as trocas gasosas no solo (Grable & Siemer, 1968).

### CONCLUSÕES

-Os usos em Sistema de Plantio Direto de escarificação mecânica e Plantas de Cobertura influenciaram a resistência do solo à penetração e a sua umidade.

- A resistência do solo à penetração na camada superficial foi menor onde ocorreu o uso do escarificador.

- Onde havia milho apresentou maiores valores para resistência do solo à penetração.

- Houve maior umidade do solo onde foi escarificado e com o cultivo de crotalária e guandú.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

### REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 28: 519-531, 2004.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L. C.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22: 25-36, 2001.

DEMATTÊ, J.L.I. Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. 44p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, Embrapa Tecnologia da Informação, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F., SISVAR: Sistema de análise de variância. versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ, J.; TEIXEIRA, T. J. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 38:1234-1244, 2014.

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 of America Journal*, Madson, 32: 18-186, 1968.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. Implantação e manejo do sistema plantio direto. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPQ, 2000. 36p.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. *Lasmaquinas agrícolas y su aplicación*. 5.ed. Madrid, Mundi-Prensa, 1995. 465p.

RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J.; ALMEIDA, M. V. P. Avaliação de um solo argiloso sob plantio direto de uma escarificação na evolução da resistência do solo a penetração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, 2001. Resumo expandido. Anais...Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001. CD-ROM.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage soil physical aspects. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. Resumos... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. p. 121-125.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.; FONTES, C.Z. Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SPIVEY, L. D.; BUSSCHER, W. J.; CAMPBELL, R. B. The effect of texture on strength of southeastern coastal plain soils. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, 6: 351 - 363, 1986.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SA, J. C. M.. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 22:301-309, 1998.



**Tabela 1.** Valores médios da resistência do solo à penetração e umidade gravimétrica do solo, após manejo do solo com escarificação, cultivo de plantas de cobertura, arroz e feijão em sucessão em SPD implantado, Selvíria, MS, 2014.

Camadas de solo	0,0-0,05 m		0,05-0,10 m		0,10-0,20 m		0,10-0,20 m	
	RSP (MPa)	Ug (kg kg <sup>-1</sup> )	RSP (MPa)	Ug (kg kg <sup>-1</sup> )	RSP (MPa)	Ug (kg kg <sup>-1</sup> )	RSP (MPa)	Ug (kg kg <sup>-1</sup> )
Sem	0,76 a	0,20 a	2,44 a	0,20 a	2,24 a	0,19 a	2,53 a	0,20 a
Com	0,70 a	0,20 a	2,22 b	0,20 a	2,06 b	0,20 b	2,48 a	0,20 a
Pousio	0,49 c	0,21 a	2,02 b	0,20 a	2,08 a	0,19 b	2,53 a	0,20 a
<i>Urochloa</i>	0,81 ab	0,22 a	2,30 ab	0,20 a	2,16 a	0,19 b	2,49 a	0,19 a
Milheto	1,05 a	0,20 a	2,70 a	0,20 a	2,29 a	0,19 b	2,53 a	0,19 a
Crotalária	0,68 bc	0,20 a	2,32 ab	0,19 a	2,04 a	0,21 a	2,49 a	0,20 a
Guandú	0,61 bc	0,20 a	2,31 ab	0,19 a	2,16 a	0,19 b	2,50 a	0,20 a
E	0,86 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	4,14*	0,75 <sup>ns</sup>	6,65*	11,10*	0,83 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
PC	7,42*	2,25 <sup>ns</sup>	3,98*	0,75 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	8,09*	0,08 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
E X PC	2,62*	0,36 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	5,96*	0,46 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
E	0,139	0,008	0,21	0,008	0,14	0,005	0,11	0,008
PC	0,308	0,019	0,47	0,018	0,137	0,012	0,245	0,018
<b>CV(%)</b>	52,97	6,61	25,39	6,51	17,7	4,46	12,22	6,22

Resistência do solo à penetração (RSP) e umidade gravimétrica do solo (Ug). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Desdobramento das interações para a resistência do solo à penetração e umidade gravimétrica, após escarificação, cultivo de plantas de cobertura, arroz e feijão em sucessão em SPD implantado, Selvíria, MS, Brasil, 2014.

Camada de solo (0,00-0,05 m)					
Resistência do solo à penetração (MPa), após cultivo do feijão “de inverno”					
Escarificação	Pousio	Guandú	Crotalária	<i>Urochloa</i>	Milheto
Sem	0,34 aC	0,63 aBC	0,71 aBC	1,02 aAB	1,10 aA
Com	0,64 aA	0,59 aA	0,65 aA	0,60 bA	1,00 aA
<b>DMS(5%)</b>	PC dentro de E (0,3120); E dentro de PC (0,4368);				
Camada de solo (0,10-0,20 m)					
Umidade gravimétrica do solo (kg kg <sup>-1</sup> ), após cultivo do feijão “de inverno”					
Escarificação	Pousio	Guandú	Crotalária	<i>Urochloa</i>	Milheto
Sem	0,19 aA	0,18 bA	0,19 bA	0,19 aA	0,19 aA
Com	0,19 aB	0,20 aB	0,22 aA	0,19 aB	0,20 aB
<b>DMS(5%)</b>	PC dentro de E (0,0124); E dentro de PC (0,0176);				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.