

EFEITO DA ESCARIFICAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE UM SOLO À PENETRAÇÃO SOB PASTAGEM, AVALIADO PELA ÁREA SOB A CURVA DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO

MARCELO J. COLET¹, CLÁUDIO B. SVERZUT², PEDRO H. WEIRICH NETO³

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP, Fone: (19) 3788-1051, marcelo.colet@agr.unicamp.br. ² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP. ³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Laboratório de Mecanização Agrícola, UEPG, Ponta Grossa - PR

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO - A compactação do solo pode ser considerada um dos principais fatores limitantes à produção das pastagens no Brasil. Dentre várias técnicas de mobilização do solo para rompimento de camadas compactadas, a escarificação apresenta aspectos positivos para um manejo conservacionista. A determinação da compactação de um solo é bastante subjetiva, sendo a resistência do solo à penetração uma das técnicas mais práticas. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da escarificação na resistência de um solo à penetração, a partir da análise da área sob a curva de resistência em função da profundidade. Foi instalado um experimento em uma área sob pastagem de *Brachiaria decumbens* no Instituto de Zootecnia em Nova Odessa - SP, onde se avaliou a resistência do solo à penetração em parcelas escarificadas a 25 cm de profundidade e parcelas não escarificadas. Os dados obtidos foram analisados comparando as áreas sob as curvas de resistência do solo à penetração versus a profundidade. As análises gráfica e estatística da área sob a curva evidenciam as diferenças altamente significativas na resistência do solo à penetração ($P < 0,01$), para o efeito da escarificação do solo na profundidade trabalhada, mostrando o efeito benéfico da escarificação para a redução da resistência do solo à penetração em pastagens.

Palavras-chave: Compactação; manejo do solo; índice de cone.

ESCARIFICATION EFFECT ON THE PENETRATION SOIL RESISTENCE UNDER PASTURE, EVALUATED BY THE ÁREA UNDER THE PENETRATION RESISTENCE CURVE

ABSTRACT - Soil compaction can be considered one of the main factors that limit the Brazilian grass production on pasturelands. Amongst many techniques of soil mobilization to break soil compacted layers, soil scarification has positive aspects to the conservation soil management. Soil compaction measurement is very subjective. The soil penetration resistance is one of the most practical techniques to estimate soil compaction. The objective of this study was to evaluate the effect of the soil scarification on the soil penetration resistance, by the analysis of the area under the soil penetration resistance versus depth curve. It was setup one experiment on a grassland of *Brachiaria decumbens* in the Instituto de Zootecnia in Nova Odessa - SP, were was measured the soil penetration resistance in plots with scarification up to 25 cm deep and plots with no scarification. The data of soil penetration resistance was analyzed comparing the area under the curve of the soil penetration resistance versus depth. The graphic analyses as well as the statistics analyses of the area under the curve (resistance x depth) showed significant difference on the soil penetration resistance ($P < 0,01$), for the effect of the soil scarification at the worked depth. These results show the benefic effect of the scarification to reduce the soil penetration resistance for grasslands.

Key words: Compaction, soil management, cone index.

INTRODUÇÃO - Levantando indicadores de degradação de pastagens, AZEVEDO (2004) qualifica os atributos físicos densidade do solo, condutividade hidráulica, resistência do solo à penetração, macroporosidade e porosidade total, associados à compactação do solo como os mais importantes na identificação da degradação de solos sob pastagem.

O índice de cone é um parâmetro muito empregado para estimar a compactação do solo (STOLF et al., 1983; PERUMPAL, 1987), bem como localizar camadas do solo compactadas.

Estudando a viabilidade econômica da recuperação de pastagens degradadas para a produção pecuária bovina de corte, YOKOYAMA et al. (1999) justificam a mobilização do solo para rompimento de camadas compactadas. Avaliando o efeito do rompimento de camadas compactadas no rendimento das culturas, AL-ADAWI & REEDER (1996) observaram maior produção das culturas do milho e soja após a escarificação. Avaliando diferentes sistemas de manejo do solo em área de agricultura, TORMENA et al. (2002) demonstram que a escarificação do solo propiciou aumento na sua macroporosidade e porosidade total, bem como redução na resistência do solo à penetração.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da escarificação na resistência à penetração de um solo sob pastagem, analisando a área sob a curva de resistência do solo a penetração versus a profundidade de determinação.

MATERIAL E MÉTODOS - Para a realização do presente trabalho, foi escolhida uma área sob pastagem de *Brachiaria decumbens* na fazenda do Centro Experimental Central do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP, onde visualmente podiam ser detectados sintomas de compactação do solo. A pastagem foi implantada na área há 10 anos, em um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO de textura média. O sistema de manejo dos animais na área é de pastejo contínuo.

Foram empregados dois tratamentos, um escarificado e outro não escarificado, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 12 repetições, em parcelas de 7,5 x 25 m. No tratamento onde foi feita a escarificação do solo, a profundidade de trabalho foi estabelecida em 25 centímetros, após avaliações físicas iniciais. O experimento foi implantado no dia 05/11/2005.

Utilizou-se um escarificador da marca Tatu Marchesan modelo AST/MATIC 450, que apresenta um disco de corte, posicionado anteriormente a cada haste sulcadora, hastes sulcadoras do tipo reta com ponteira inclinada, e um rolo destorroador. Foram utilizadas ponteiras aladas desenvolvidas por SANTOS (1994), que apresentam largura da ponta de 76,2 mm, envergadura da asa de 152,4 mm, ângulo de ataque da ponta igual a 23°, ângulo de ataque da asa igual a 25°, ângulo de envergadura da asa igual a 15° e ângulo de abertura igual a 120°. Conforme o autor, esta ponteira emprega menor quantidade de energia por volume de solo mobilizado em relação à ponteira estreita distribuída pelo fabricante da máquina. Para tracionar o protótipo, utilizou-se um trator da marca VALTRA modelo BM 120, com tração dianteira auxiliar, na velocidade de 1 m.s⁻¹. A distância entre hastes do escarificador foi de 35 centímetros, obedecendo a recomendação de separação de hastes de 1,25 a 1,5 vezes a profundidade, proposto por JUSTINO et al. (1995).

A determinação da resistência do solo à penetração foi feita nas entrelinhas de trabalho das hastes do escarificador, empregando um penetrógrafo hidráulico eletrônico (PHE) desenvolvido por LINS E SILVA et al. (1995), acionado pelo mesmo trator. Utilizou-se haste e cone tipo "B", conforme norma da ASAE (1978), com diâmetro da haste de 9,5 mm e diâmetro da base do cone de 12,83 mm (0,2 pol² de área). A taxa de aquisição de dados empregada foi de 400 Hz e velocidade de penetração de 100 mm s⁻¹, recomendada por LINS E SILVA (1999) para este equipamento, por fornecer dados de resistência do solo a penetração com maior correlação com a densidade do solo. As avaliações da resistência do solo à penetração foram feitas em 4 estações por parcela e, em cada estação, foram efetuadas 3 medidas da resistência do solo à penetração, totalizando 12 medidas por parcela.

Durante a avaliação de resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras do solo para determinação do conteúdo de água para as profundidades de 0-100 mm, 100-200 mm e 200-300 mm, com auxílio de um trado holandês. As amostras foram levadas ao laboratório para determinação do conteúdo de água do solo pelo método gravimétrico.

Para comparação estatística dos tratamentos, calculou-se a área sob a curva de resistência versus a profundidade, para cada parcela. Para tal, calculou-se a média da resistência à penetração a partir das 12 medidas efetuadas por parcela, para cada 0,5 cm de profundidade. A área sob a curva foi obtida pela soma dos produtos entre os valores de resistência do solo à penetração obtidos em kgf cm⁻² e a variação de profundidade correspondente (0,5 cm). Obteve-se então uma área sob a curva para cada parcela em cm.Kgf.cm⁻², que foi comparada entre os tratamentos por análise de variância e teste de médias, efetuadas utilizando o programa computacional STATGRAPHICS Plus for Windows 4.1® (Direitos reservados Statistical Graphics Corporation.)

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Concomitantemente à avaliação da resistência do solo à penetração, efetuou-se amostragem para determinação do conteúdo de água do solo (Tabela 1). A

análise de variância das médias do conteúdo de água do solo entre os tratamentos, para mesmas profundidades, demonstra não haver diferenças estatísticas significativas, permitindo assim a comparação dos valores de resistência à penetração entre os tratamentos.

TABELA 1 - Conteúdo de água do solo (g.g^{-1}) no momento da avaliação da resistência do solo à penetração.

Tratamento	Prof. (mm)	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Máximo	Mínimo	Amplitude
Não Escarificado	0-100	0,122 a	0,024	19,56	0,148	0,096	0,052
	100-200	0,137 a	0,015	11,23	0,157	0,118	0,039
	200-300	0,143 a	0,014	9,77	0,161	0,125	0,036
Escarificado	0-100	0,125 a	0,021	16,60	0,156	0,100	0,056
	100-200	0,147 a	0,019	12,69	0,177	0,126	0,052
	200-300	0,146 a	0,018	12,51	0,177	0,124	0,053

Letras iguais indicam não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos para mesmas profundidades.

Comparando os valores médios de resistência do solo à penetração (Figura 1), com o valor de 2,0 MPa, apresentado por MEROTTO & MUNDSTOCK (1999) e o valores de 2,38 MPa para solos de textura média apresentados por BEUTLER & CENTURION (2004), evidencia-se o efeito benéfico da escarificação para solos sob pastagens, onde pode-se observar que além da redução considerável dos valores em relação à área não escarificada, estes ficam abaixo dos valores apresentados na literatura como restritivos ao crescimento do sistema radicular.

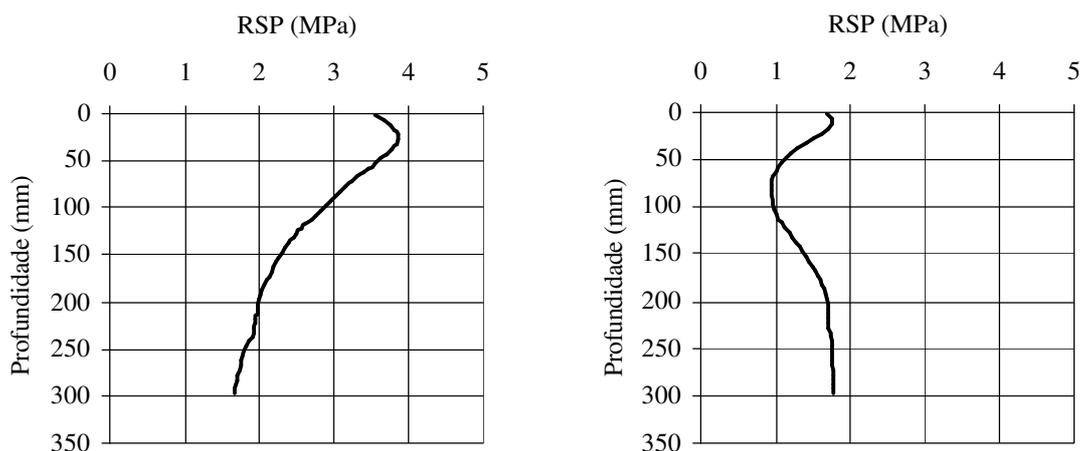


FIGURA 1 - Média da resistência do solo à penetração aos 60 dias após instalação do experimento nas parcelas não escarificadas (à esquerda) e escarificadas (à direita).

Analisando os valores de área sob a curva de resistência do solo à penetração apresentados na Tabela 2, verifica-se diferença estatisticamente significativa para as profundidades de 0-100 mm, 100-200 mm e 0-300 mm. Apenas na profundidade de 200-300 mm os valores não diferiram estatisticamente. Assim, é possível inferir que a energia a ser utilizada pela planta para o crescimento do sistema radicular será menor no tratamento escarificado, em relação ao não escarificado, possibilitando que esse tenha maior desenvolvimento.

TABELA 2 - Comparação das médias para o efeito da escarificação do solo na área sob a curva de resistência do solo à penetração (cm.kg.cm^{-2}).

Profundidade	Tratamento	
	Escarificado	Não Escarificado
0-100 mm	126,95 B	339,71 A
100-200 mm	139,52 B	228,05 A
200-300 mm	178,13 A	185,63 A
Total (0-300 mm)	444,60 B	779,66 A

Letras iguais indicam não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos.

CONCLUSÕES - A escarificação do solo reduziu os valores de resistência do solo à penetração sob pastagem, quando comparados pela metodologia de análise da área sob a curva de resistência, que se mostrou uma ferramenta eficaz para determinar diferenças entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ADAWI, S. S.; REEDER, R. C. Compaction and subsoiling effects on corn and soybean yields and soil physical properties. **Transactions of the ASAE**. v.39, n.5, p.1641-1649, 1996.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Soil Cone Penetrometer. IN: ASAE. **Agricultural Engineers Yearbook of Standards**. St. Joseph, 1978, p.368-369 (ASAE R313.1).

AZEVEDO, E. C. de. **Uso da geoestatística e de recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no estado de Mato Grosso**. Campinas: UNICAMP, 2004, 141p. Tese (Doutorado).

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Resistência à penetração em latossolos: valor limitante à produtividade de arroz de sequeiro. **Ciência Rural**, v. 34 n. 6, p. 1973-1800, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Brasília: SPI/EMBRAPA/CNPS, 1997. 212 p.

JUSTINO, A. et al. Avaliação da mobilização de quatro tipos de solo pela ação do arado escarificador em diferentes profundidades de trabalho e espaçamentos ente hastes. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra**, Ponta Grossa, v.3, n.1, p.19-55, 1995.

LINS E SILVA, M. L. **Modelagem matemática na estimativa da densidade de um latossolo vermelho escuro textura argilosa, pelo índice de cone**. Campinas: UNICAMP, 1999, 161p. Tese (Doutorado).

LINS E SILVA, M. L. et al. Desenvolvimento e utilização de um penetrógrafo hidráulico com aquisição eletrônica de dados. Viçosa: SBEA, 1995. 27 p,

MEROTTO, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. **R. bras. Ci. Solo**, v.23, p.197-202, 1999.

PERUMPAL, J. V. Cone Penetrometer Applications – A Review. **Transactions of the ASAE**. v.30, n.4, p.939-944, 1987.

SANTOS, J. C. dos. **Avaliação do desempenho de um escarificador**. Campinas: UNICAMP, 1994, 53p. Dissertação (Mestrado).

STOLF, R. et al. Penetrômetro de impacto IAA/PLANALSUCAR-STOLF: recomendação para seu uso. **Stab**, v. 1, n. 3, p. 18-23, 1983.

TORMENA, C. A. et al. Densidade, porosidade e resistência à penetração em um latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia agrícola**. v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

YOKOYAMA, L. P. et al. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 34, n. 8, p. 1335-1345, 1999.