

**EFEITO DA ESCARIFICAÇÃO NA RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE UM SOLO
SOB PASTAGEM
SOIL SCARIFICATION EFFECT ON THE SOIL PENETRATION RESISTANCE IN
GRASSLAND**

MARCELO JOSÉ COLET¹,

CLÁUDIO BIANOR SVERZUT²,

PEDRO HENRIQUE WEIRICH NETO³

RESUMO

A compactação do solo pode ser considerada uma das principais causas de degradação de pastagens. Dentre várias técnicas de mobilização do solo para rompimento de camadas compactadas, a escarificação apresenta aspectos positivos para um manejo conservacionista. O dimensionamento da compactação do solo é bastante subjetivo, sendo a resistência do solo à penetração uma das técnicas mais práticas. O objetivo deste trabalho é avaliar as alterações ocorridas na resistência à penetração de um solo sob pastagem mediante sua escarificação, visando a recuperação de pastagens degradadas. Para tal, implementou-se um experimento em uma área de *Brachiaria decumbens* em Nova Odessa (SP), utilizando um escarificador com discos de corte e ponteiros aladas. O efeito da escarificação do solo foi avaliado aos 60 dias após a escarificação do solo. A resistência do solo à penetração foi avaliada utilizando um penetrógrafo hidráulico eletrônico. Os dados obtidos foram analisados comparando as áreas sob as curvas de resistência do solo à penetração, bem como por análise multivariada. As camadas de solo identificadas pela análise multivariada foram alteradas pela escarificação. A escarificação do solo reduziu os valores de resistência do solo à penetração nas profundidades de 0-100 mm, 100-200 mm e 0-300 mm, quando comparadas as áreas sob a curva de resistência, porém não houveram diferenças na profundidade de 200-300mm.

Palavras-chaves: Compactação; Degradação do Solo; Manejo do Solo, Índice de Cone.

¹Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Cidade Universitária Zeferino Vaz, C. Postal 6011 - CEP 13083-875, Barão Geraldo, Campinas – SP. Telefone: (19) 3788-1051. E-mail: marcelo.colet@agr.unicamp.br. Autor para correspondência.

²Feagri/Unicamp. E-mail: claudio@ct.unicamp.br

³ Laboratório de Mecanização Agrícola (Lama), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) E-mail: lama1@uepg.br

ABSTRACT

Soil compaction in Grasslands is considered one of the main causes of the pastures degradation. Several techniques can be applied to break compacted soil layers. The soil scarification is one of the soil management techniques that have the most positive aspects to a soil conservation management. Soil compaction estimates is a very subjective measurement, then, the soil penetration resistance is a better solution to estimate these compacted soil layers. The objective of this study was to evaluate the changes in soil penetration resistance in a pasture area after scarification aiming at the recovery of degraded grasslands soil. The experiment was set up in Nova Odessa (SP) on a *Brachiaria decumbens* field, using a soil scarifier with cutting discs and winged tips. The effect of scarification on the soil was evaluated 60 days after the experiment was setup. The soil penetration resistance was evaluated with an electronic hydraulic penetrometer. The measured data was analyzed comparing the area below the soil penetration resistance curve and by multivariate data analysis. The soil layers identified by multivariate data analysis were changed by the soil scarification. The soil scarification procedure decreased the soil penetration resistance at the depth of 0-100 mm, 100-200 mm and 0-300 mm, when compared the areas under the resistance curve. The data had not showed significant differences in the depth of 200-300 mm for soil penetration resistance.

Keywords: Compaction, Soil Degradation, Soil Management, Cone Index.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura extensiva de corte Brasileira conta com um rebanho superior a 180 milhões de cabeças (IBGE, 2004) distribuídas em uma área de aproximadamente 180 milhões de hectares, como relatados por ZIMMER et al. (1998). Isto ocorre principalmente devido ao estado de degradação observada nas pastagens brasileira. A extensão do problema de degradação de pastagens no Brasil, conforme BONFIM et al. (2003) é evidenciada pela substituição freqüente de forrageiras mais exigentes em relação às condições do solo, por espécies menos exigentes, porém de pior qualidade quanto à nutrição animal.

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 (CAMARGO & ALLEONI, 1997) como os mais importantes na qualificação da degradação de solos sob pastagem.

Visando determinar impedimentos físicos dos solos, a resistência do solo à penetração é um parâmetro muito empregado para estimar a compactação do solo (STOLF et al., 1983; PERUMPAL, 1987), bem como localizar camadas do solo compactadas. WEIRICH NETO et al. (2002) propõem o uso de análise multivariada para uma localização mais precisa das camadas de solo com comportamento semelhante quanto à resistência do solo à penetração.

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 escaificação. GADANHA JUNIOR et al. (1991) referem-se ao escaificador como um implemento que promove a desagregação do solo, recomendando sua utilização para o

rompimento de camadas compactadas. 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 é avaliar o efeito da escarificação na resistência à penetração de um solo sob pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi escolhida uma área sob pastagem de *Brachiaria decumbens* no Instituto de Zootecnia (IZ) em Nova Odessa - SP, onde visualmente podiam ser detectados sintomas de compactação do solo. A pastagem foi implantada 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 Marchesan¹, 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 76,2mm, 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 Valtra¹ modelo BM 120, com

tração dianteira auxiliar, na velocidade de 1 ms⁻¹.

A distância entre hastes do escarificador foi de 35 centímetros, obedecendo o intervalo de 1,25 a 1,5 vezes a profundidade, proposto por JUSTINO et al. (1995).

Na data da instalação do experimento, efetuou-se uma amostragem do solo para determinação do conteúdo de água, com trado tipo holandês, para as profundidades de 0-100 mm, 100-200 mm e 200-300 mm. As amostras foram pesadas e levadas à estufa a 105 °C por 24 horas e posteriormente, pesadas novamente, determinando a umidade pelo método gravimétrico, conforme EMBRAPA (1997).

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 por um trator agrícola convencional. Utilizou-se haste e cone tipo "B", conforme norma da ASAE (1978), com diâmetro da haste de 9,5mm 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 com maior correlação com a densidade do solo. As avaliações da resistência à penetração foram feitas em 4 estações por parcela e, em cada estação, foram efetuadas 3 medidas da resistência à penetração, totalizando 12 medidas por parcela.

Durante as avaliações 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, descrito por EMBRAPA (1997).

A análise dos dados foi por análise multivariada do tipo fatorial com extração de fatores por componentes principais e rotação por método Varimax, conforme proposto por WEIRICH NETO et al. (2002). Esta metodologia

¹ A citação de marcas comerciais não indica recomendação dos autores.

permite identificar com precisão a localização vertical de camadas de solo com valores de resistência do solo à penetração semelhantes. Para tal, foi necessário criar inicialmente camadas equidistantes de 5 mm, calculando a média da resistência do solo à penetração a partir dos 20 valores correspondentes amostrados, para que análise pudesse agrupar essas pequenas camadas em camadas maiores, conforme suas semelhanças. Posteriormente, calculou-se as médias da resistência à penetração para cada camada identificada. As análises foram efetuadas utilizando o programa computacional MINITAB Release 12.2® (Direitos reservados Minitab Inc.).

Para as análises estatísticas, calculou-se a média da resistência à penetração a partir das 12 medidas efetuadas por parcela a cada 0,5 cm de profundidade. Para comparação estatística dos tratamentos, foi calculada a área sob a curva média de resistência do solo à penetração versus a 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 média 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.

Conforme análise multivariada da resistência do solo à penetração para as áreas não escarificadas (Tabela 2), identificaram-se cinco camadas. Destas, as quatro primeiras, representadas pelos fatores 1, 2, 3 e 4, possuem variâncias relativas semelhantes, indicando um mesmo grau de importância estatística e neste caso importância quanto ao fenômeno resistência do solo à penetração. A quinta camada, conforme fator 5, tem variância relativa baixa, este fato pode ser explicado pois a camada superficial (0-20 mm) é a que mais sofre transformações. Neste caso pode-se considerar também as limitações do penetrógrafo, pois existe uma correlação entre a profundidade de leitura do penetrógrafo e a altura do cone.

Nas áreas onde se utilizou o escarificador, a análise multivariada (Tabela 3) indica um novo arranjo, onde existem três camadas, fatores 1, 2 e 3, com um mesmo nível de importância, caracterizada pelas variâncias relativas. A transformação se deu no intervalo de profundidade aproximada de 185 a 235 mm, camada limite de trabalho da haste do escarificador e local da presença de ondulações onde não houve modificações pelo ângulo lateral de ação das hastes. Talvez fosse esperado que as camadas subsuperficiais à profundidade de trabalho (aprox. 250 mm) também sofressem mudanças, porém isso não foi observado. Isso pode caracterizar um trabalho eficiente do escarificador, onde houve desestruturação do solo, demonstrado na Figura 1 (figuras das médias do IC, área com e sem a passada do escarificador), porém sem inversão do solo.

A partir das análises multivariadas apresentadas para a avaliação após a implantação do experimento (Tabelas 2 e 3), calculou-se então a média da resistência do solo à penetração, para obtenção de um valor representativo de cada camada (Tabela 4). Considerando que a avaliação da resistência do solo à penetração foi feita nas entrelinhas de onde passaram as hastes do escarificador, configura-se uma situação muito semelhante onde a escarificação foi feita com os locais onde não foi, caracterizada por uma camada identificada pela análise multivariada de mesma profundidade, entre os 235 e 300 mm, bem

como valores médios muito semelhantes de resistência do solo à penetração.

Comparando os valores médios de resistência do solo à penetração (Tabela 4), 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.

Analisando os valores de área sob a curva de resistência do solo à penetração apresentados na Tabela 5, 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.

CONCLUSÕES

A localização das camadas conforme resistência do solo à penetração, bem com os valores observados por camadas foram alterados após a escarificação do solo.

A escarificação do solo reduziu os valores de resistência do solo à penetração quando comparados pela metodologia de análise da área sob a curva de resistência.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa concedida, às empresas Marchesan e Valtra, ao Centro de Tecnologia da Unicamp e ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa.

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.

BONFIM, E. R. P. et al. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagem degradada de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 4, p. 912-920, 2003.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: O.A. Camargo, L.R.F. Alleoni, 1997.132p.

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

GADANHA JUNIOR, C. D. et al. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. V. 32, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>

economia/ppm/2004/ppm2004.pdf. Acesso em: 18/01/2006.

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.

WEIRICH NETO, P. H. et al. Variabilidade da resistência do solo à penetração por análise multivariada. In: RBMCSA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2002. CD-Rom.

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

ZIMMER, A. H. et al. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 70). CNPGC, 1998, 53 p.

TABELA 1 - Conteúdo de água do solo (g g⁻¹) no momento da avaliação da resistência do solo à penetração 60 dias após a implantação do experimento.

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.

TABELA 2 - Camadas do solo conforme análise multivariada da resistência à penetração para o tratamento não escarificado.

Prof.(mm)	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Comunalidade
0-5	-0,182	-0,050	-0,198	0,137	-0,877	0,863
5-10	-0,135	-0,061	-0,308	0,121	-0,881	0,908
10-15	-0,076	-0,060	-0,442	0,097	-0,856	0,947
15-20	-0,013	-0,071	-0,593	0,059	-0,778	0,966
20-25	0,030	-0,073	-0,732	0,034	-0,641	0,955
25-30	0,052	-0,057	-0,823	0,011	-0,501	0,935
30-35	0,053	-0,036	-0,882	-0,023	-0,379	0,926
35-40	0,048	-0,014	-0,917	-0,052	-0,288	0,929
40-45	0,043	0,011	-0,934	-0,098	-0,230	0,937
45-50	0,038	0,042	-0,941	-0,158	-0,183	0,948
50-55	0,031	0,066	-0,937	-0,225	-0,143	0,955
55-60	0,044	0,088	-0,923	-0,291	-0,103	0,958
60-65	0,062	0,093	-0,904	-0,355	-0,053	0,959
65-70	0,086	0,095	-0,875	-0,419	-0,013	0,959
70-75	0,111	0,105	-0,835	-0,479	0,032	0,951
75-80	0,130	0,119	-0,788	-0,541	0,064	0,948
80-85	0,136	0,135	-0,737	-0,598	0,085	0,945
85-90	0,147	0,147	-0,672	-0,659	0,100	0,939
90-95	0,158	0,154	-0,615	-0,707	0,104	0,937
95-100	0,173	0,158	-0,549	-0,756	0,108	0,940
100-105	0,196	0,164	-0,478	-0,801	0,102	0,945
105-110	0,211	0,172	-0,417	-0,831	0,105	0,950
110-115	0,239	0,185	-0,360	-0,847	0,110	0,952
115-120	0,272	0,203	-0,314	-0,853	0,105	0,953
120-125	0,317	0,226	-0,266	-0,853	0,090	0,958
125-130	0,377	0,236	-0,213	-0,843	0,068	0,958
130-135	0,426	0,249	-0,179	-0,823	0,042	0,954
135-140	0,481	0,253	-0,142	-0,799	0,017	0,953
140-145	0,535	0,260	-0,106	-0,765	-0,005	0,950
145-150	0,577	0,260	-0,085	-0,731	-0,020	0,942
150-155	0,619	0,256	-0,061	-0,692	-0,043	0,932
155-160	0,666	0,257	-0,058	-0,643	-0,045	0,928
160-165	0,712	0,250	-0,061	-0,599	-0,031	0,932
165-170	0,759	0,245	-0,054	-0,544	-0,029	0,937
170-175	0,792	0,250	-0,056	-0,494	-0,025	0,938
175-180	0,832	0,257	-0,050	-0,424	-0,013	0,941
180-185	0,857	0,283	-0,060	-0,361	0,008	0,949
185-190	0,873	0,300	-0,063	-0,311	0,037	0,955
190-195	0,876	0,327	-0,058	-0,276	0,051	0,956
195-200	0,870	0,355	-0,071	-0,253	0,060	0,955
200-205	0,856	0,385	-0,073	-0,238	0,079	0,948
205-210	0,833	0,430	-0,084	-0,208	0,106	0,940
210-215	0,809	0,477	-0,089	-0,187	0,122	0,940
215-220	0,779	0,534	-0,091	-0,150	0,131	0,940
220-225	0,742	0,580	-0,100	-0,131	0,136	0,932
225-230	0,704	0,620	-0,102	-0,121	0,138	0,925
230-235	0,659	0,642	-0,101	-0,116	0,140	0,912
235-240	0,610	0,697	-0,094	-0,124	0,135	0,900
240-245	0,548	0,739	-0,079	-0,121	0,137	0,885
245-250	0,487	0,778	-0,069	-0,122	0,134	0,880
250-255	0,400	0,847	-0,084	-0,143	0,120	0,920
255-260	0,353	0,876	-0,078	-0,148	0,113	0,932
260-265	0,331	0,896	-0,063	-0,168	0,085	0,952
265-270	0,300	0,914	-0,052	-0,176	0,042	0,961
270-275	0,269	0,922	-0,055	-0,196	0,003	0,964
275-280	0,253	0,918	-0,045	-0,202	-0,019	0,951
280-285	0,226	0,915	-0,032	-0,201	-0,040	0,932
285-290	0,203	0,904	-0,011	-0,211	-0,059	0,907
290-295	0,187	0,893	0,010	-0,204	-0,063	0,878
295-300	0,187	0,877	0,017	-0,198	-0,051	0,846
Variância	13,805	13,131	12,536	12,49	4,223	56,186
% Var.	0,23	0,219	0,209	0,208	0,07	0,936

TABELA 3 - Camadas do solo conforme análise multivariada da resistência à penetração para o tratamento escarificado.

Prof.(mm)	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Comunalidade
0-5	0,124	-0,153	0,036	-0,014	-0,761	0,719
5-10	0,067	-0,060	0,029	-0,013	-0,886	0,824
10-15	-0,014	0,066	0,020	-0,002	-0,953	0,913
15-20	-0,094	0,207	0,006	0,014	-0,951	0,955
20-25	-0,175	0,334	0,000	0,027	-0,892	0,938
25-30	-0,226	0,435	0,002	0,034	-0,821	0,916
30-35	-0,239	0,525	0,006	0,039	-0,762	0,915
35-40	-0,212	0,617	0,012	0,037	-0,699	0,915
40-45	-0,168	0,701	0,017	0,028	-0,628	0,915
45-50	-0,112	0,773	0,013	0,022	-0,551	0,914
50-55	-0,040	0,826	-0,002	0,016	-0,481	0,916
55-60	0,032	0,870	-0,013	0,020	-0,400	0,919
60-65	0,116	0,901	-0,015	0,027	-0,309	0,922
65-70	0,201	0,917	-0,019	0,020	-0,220	0,930
70-75	0,281	0,917	-0,016	0,008	-0,128	0,937
75-80	0,349	0,899	-0,028	0,002	-0,040	0,931
80-85	0,395	0,878	-0,047	0,011	0,013	0,929
85-90	0,437	0,855	-0,057	0,028	0,052	0,928
90-95	0,487	0,823	-0,068	0,028	0,075	0,925
95-100	0,532	0,789	-0,070	0,037	0,079	0,917
100-105	0,583	0,743	-0,073	0,032	0,075	0,904
105-110	0,638	0,695	-0,071	0,021	0,079	0,902
110-115	0,711	0,630	-0,062	0,009	0,077	0,913
115-120	0,773	0,561	-0,049	-0,003	0,083	0,921
120-125	0,822	0,493	-0,034	0,001	0,092	0,929
125-130	0,865	0,408	-0,012	0,000	0,092	0,924
130-135	0,894	0,330	0,011	0,016	0,090	0,917
135-140	0,918	0,253	0,030	0,035	0,083	0,915
140-145	0,929	0,196	0,047	0,079	0,090	0,918
145-150	0,933	0,147	0,054	0,141	0,090	0,923
150-155	0,927	0,106	0,057	0,201	0,072	0,920
155-160	0,911	0,074	0,064	0,272	0,045	0,916
160-165	0,887	0,045	0,078	0,331	0,007	0,905
165-170	0,847	0,040	0,089	0,407	-0,022	0,893
170-175	0,800	0,041	0,108	0,485	-0,053	0,891
175-180	0,743	0,034	0,142	0,564	-0,059	0,894
180-185	0,665	0,018	0,170	0,651	-0,054	0,898
185-190	0,582	0,007	0,206	0,721	-0,049	0,904
190-195	0,499	0,013	0,238	0,772	-0,046	0,904
195-200	0,406	0,017	0,277	0,823	-0,040	0,920
200-205	0,314	0,020	0,324	0,854	-0,027	0,935
205-210	0,229	0,024	0,371	0,862	-0,007	0,933
210-215	0,160	0,038	0,437	0,840	0,009	0,924
215-220	0,111	0,036	0,491	0,814	0,024	0,918
220-225	0,061	0,036	0,557	0,772	0,013	0,911
225-230	0,027	0,041	0,593	0,733	0,017	0,891
230-235	0,008	0,037	0,639	0,681	0,015	0,874
235-240	0,017	0,021	0,688	0,620	0,018	0,859
240-245	0,029	0,006	0,730	0,568	0,021	0,857
245-250	0,041	-0,011	0,785	0,501	0,012	0,869
250-255	0,048	-0,023	0,824	0,434	0,004	0,871
255-260	0,054	-0,030	0,868	0,361	-0,025	0,889
260-265	0,060	-0,046	0,902	0,305	-0,045	0,914
265-270	0,067	-0,049	0,919	0,270	-0,054	0,928
270-275	0,058	-0,034	0,943	0,220	-0,052	0,945
275-280	0,040	-0,032	0,952	0,171	-0,045	0,940
280-285	0,019	-0,050	0,951	0,108	-0,030	0,919
285-290	0,013	-0,048	0,941	0,089	-0,009	0,896
290-295	0,013	-0,039	0,926	0,073	0,016	0,864
295-300	0,016	-0,038	0,892	0,068	0,035	0,802
Variância	13,826	12,101	11,998	9,188	7,092	54,205
% Var.	0,23	0,202	0,2	0,153	0,118	0,903

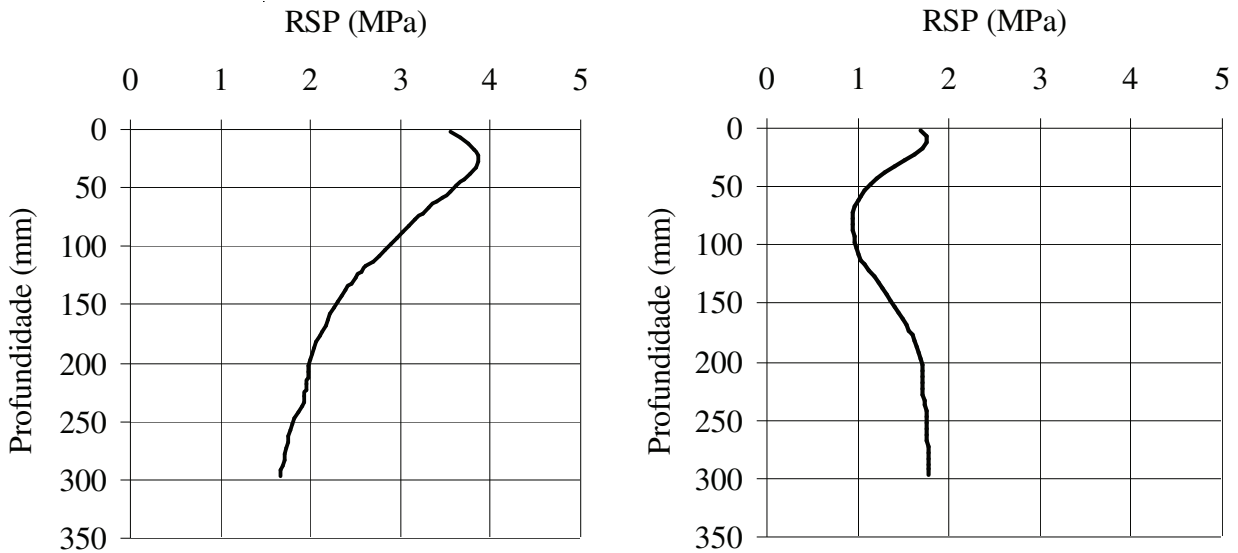


FIGURA 1 - Média da resistência do solo à penetração aos 60 dias após instalação do experimento nas parcelas não escarificadas (à esquerda) e escarificadas (à direita).

TABELA 4 - Médias dos valores de resistência do solo à penetração para as camadas identificadas a partir da análise multivariada.

Escarificado		Não Escarificado	
Camadas (mm)	Resistência do solo à penetração (MPa)	Camadas (mm)	Resistência do solo à penetração (MPa)
0-40	1,595	0-20	3,698
40-110	1,007	20-90	3,493
110-185	1,351	90-155	2,582
185-235	1,707	155-235	2,037
235-300	1,758	235-300	1,761

TABELA 5 - 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.