

## **Demanda de Esforços Requeridos por Escarificador em Argissolo Arenoso sob Semeadura Direta Compactado**

**David Peres da Rosa<sup>(1)</sup>; Marcelo Ivan Mentges<sup>(3)</sup>; Davi Alexandre Vieira<sup>(3)</sup>; Eduardo Saldanha Vogelmann<sup>(3)</sup>; José Miguel Reichert<sup>(2)</sup>; Dalvan José Reinert<sup>(2)</sup>**

(1) Eng. Agrícola, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. E-mail: [david.dpr@gmail.com](mailto:david.dpr@gmail.com) (apresentador do trabalho); (2) Eng. Agro, Prof. do Departamento de Solos, bolsista CNPQ, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. E-mail: [reichert@smail.ufsm.br](mailto:reichert@smail.ufsm.br); [dalvan@ccr.ufsm.br](mailto:dalvan@ccr.ufsm.br); (3) Aluno de Graduação de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. E-mail: [marcelomentges@gmail.com](mailto:marcelomentges@gmail.com); [daviperigoti@yahoo.com.br](mailto:daviperigoti@yahoo.com.br); [eduradovogelmann@hotmail.com](mailto:eduradovogelmann@hotmail.com).

Apoio: EMBRAPA, CNPq.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da compactação do solo na demanda de esforços solicitada por uma haste escarificadora em solo de textura franco arenosa. Os tratamentos em estudo foram solo sob semeadura direta há 13 anos e solo sob semeadura direta há 13 anos com compactação adicional (tráfego com 315kPa de pressão de contato pneu/solo). Avaliou-se a demanda de tração e o esforço vertical, área de solo mobilizado e empolamento do solo como indicativos da intensidade da compactação. A compactação gerou um aumento na demanda de tração, onde o solo sob semeadura direta demandou 5,33kN contra 6,35kN do solo sob compactação adicional. A estrutura física do solo influenciou mais expressivamente a demanda de esforço vertical, onde a compactação gerou um aumento de 88% e, também, gerou redução da área mobilizada do solo, mostrando seu efeito na redução de transmissão de tensões de ruptura no solo.

**Palavras-chave:** mobilização de solo, empolamento, manejo, compactação.

### **INTRODUÇÃO**

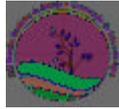
A compactação do solo pode ser danosa à planta quando em demasia, devido à alta resistência mecânica da estrutura, resultando em impedimento mecânico do desenvolvimento radicular.

Sob o ponto de vista físico e mecânico, o solo sob sistema de semeadura direta vem apresentando problemas de compactação sub-superficial, os quais se agravam pelo não revolvimento do solo, restrito à

linha de semeadura, atuando em profundidades superficiais (em torno de 0,13m); aumento no tamanho da frota de tratores e semeadoras, repercutindo no aumento da carga da máquina ao solo; umidade inadequada quando na implantação das culturas (Silva et al., 1984); e utilização inadequada da pressão de inflação dos pneus agrícolas (Tessier & Lague, 1991). Tudo isso gera aumento da demanda de tração, criando alguns efeitos não desejáveis como, o maior consumo de combustível e maior desgaste dos mecanismos físicos do trator, gerando redução da vida útil do mesmo (Rosa, 2007).

Tem-se como técnica/solução a escarificação, que promove a quebra da camada compactada (Botta, 2006) e mantém mais de 2/3 da cobertura vegetal sobre a superfície. Aliado a isso, há maior facilidade de penetração das raízes e maior infiltração da água. Câmara e Klein (2005) relatam algumas vantagens como a redução de solo devido à incorporação parcial dos resíduos vegetais remanescentes das culturas. Rosa et al. (2008) relatam também benefícios imediatos como aumento da macroporosidade e redução da demanda de tração.

A compactação do solo pode ser detectada pela demanda de esforços, pois quanto maior for a resistência desse, maior será a demanda de tração. Furlani et al. (2004) trabalhando com semeadora de precisão em Nitossolo vermelho encontraram em solo escarificado maior esforço de tração pela haste sulcadora do que em solo sob semeadura direta e solo sob sistema convencional. No entanto, Furlani et al. (2005) não encontraram diferença no esforço de



tração em Latossolo Vermelho sob estes mesmos tipos de manejo.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da compactação na demanda de esforços e mobilização de área de solo por haste escarificadora em solo arenoso.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área (29° 43'S; 53°42'W) do departamento de solos da Universidade Federal de Santa Maria em Santa Maria/RS. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico (EMBRAPA, 2006).

No campo os tratamentos foram distribuídos como blocos ao acaso com três repetições e dois tratamentos: 1) solo sob semeadura direta há 13 anos e; 2) solo sob semeadura direta com adição de compactação (tráfego com pressão ao solo de 315,20 kPa).

A compactação adicional foi executada com auxílio de pá-carregadeira marca Case W18, pesando aproximadamente 10Mg. Realizou-se intensidade de tráfego de 2 passadas no sentido longitudinal da parcela, a uma velocidade de deslocamento aproximadamente de 2 km h<sup>-1</sup> sendo que o tráfego da parcela foi realizado de tal forma que os pneus comprimissem áreas paralelas entre si, com tráfego sobreposto ao anterior para que toda área fosse igualmente compactada. A máquina possuía pneus Firestone 14-24 (pressão de inflação foi de 202,46kPa), com 0,33m de largura e 1,05m de diâmetro, sendo que as garradeiras encontravam-se desgastadas pelo uso, evitando assim o cisalhamento superficial.

O escarificador utilizado é pertencente ao núcleo de ensaios de máquinas agrícolas da UFSM possuindo as seguintes características: haste de curva (45°) dotada de ponteira estreita (8cm e 20° de ângulo de ataque). O trator usado para operação de escarificação possuía 75cv sem TDA, com pneus dianteiros 7,5-16 e pneus traseiros 14,9-28. A umidade do solo no momento da escarificação foi de 0,16 kg kg<sup>-1</sup>, sendo que a escarificação foi realizada a 4 km h<sup>-1</sup>, com profundidade de trabalho em torno de 0,25m.

Para avaliação da compactação do solo foram avaliados os esforços demandados pela haste escarificadora, tanto vertical como de tração. Para

tal, fez-se uso de um anel octogonal pertencente a EMBRAPA trigo. O mesmo possui capacidade de medição do esforço horizontal, vertical e momento, sendo ligado a um módulo de aquisição de dados e um laptop para, condicionamento dos dados e armazenamento dos mesmos.

Dados de mobilização de área também foram tomados para avaliação do efeito da compactação a partir de um perfilômetro totalmente desmontável, que possuía 41 hastes de alumínio vazada equidistantes 2,3 cm, com poder de leitura de desníveis de até 1m. Para o cálculo da área mobilizada utilizou-se o software CAD (Computer Aided Design). Para o cálculo do empolamento do solo, cujo valor fornece a expansão volumétrica ocorrida na mobilização, utilizou-se a equação 1.

$$Emp = \frac{A_e}{A_m} \times 100 \quad (1)$$

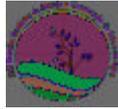
em que: Emp - empolamento do solo, %; A<sub>e</sub> - área de elevação, m<sup>2</sup>, e A<sub>m</sub> - área mobilizada, m<sup>2</sup>.

A análise estatística constou de análise da variância e comparação de médias pelo teste de Duncan a 5%, realizados pelo software SAS (SAS, 1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os comportamentos dos esforços de tração e vertical estão ilustrados na figura 1 e 2. A compactação gerou um aumento da demanda de esforços, enquanto que o solo sob semeadura direta demandou 5,33kN de tração, a compactação adicional demandou 6,35kN. Analisando o box plot da figura 1, percebemos que 50% dos dados ficaram variando de 4,94 kN a 5,74 kN para a semeadura direta contra 5,51kN a 7,1kN da compactação adicional, demonstrando que a compactação gera uma estrutura massiva no solo que resulta em aumento da demanda de tração. Rosa (2007) encontrou também aumento do esforço de tração de haste escarificadora em Argissolo Vermelho-Amarelo quando a umidade do solo encontrava-se 0,29 kg kg<sup>-1</sup>.

O esforço vertical apresentou mesmo comportamento, ou seja, o solo sob compactação apresentou os maiores valores, sendo encontrado um esforço 88 % maior que a semeadura direta.



Efeito da compactação também pode ser observado pela mobilização de solo (Figura 3), onde o solo sob compactação adicional gerou uma redução tanto de área mobilizada como no empolamento do solo (tabela 1). A transmissão de ruptura gerada pelo escarificador no solo (Figura 3) foi mais efetiva na semeadura direta, mobilizando uma maior área de solo, enquanto na compactação adicional foi bem inferior. Godwin (2006) afirmam que o movimento do solo perante a ação de ferramentas verticais estreitas ocorre de baixo para cima; sendo assim, o solo estando compactado, a resultante das forças internas do solo tende a ser reduzida, ocasionando menor ruptura. Isto é confirmado com os dados de empolamento, pois o solo sob semeadura direta apresentou valor superior ao solo compactado.

As demandas de esforços encontradas aqui são inferiores aos de Machado et al. (1996), que encontraram esforço de tração de 22,11 kN para haste escarificadora com ponteira estreita, operando em Planossolo a  $3,6 \text{ km h}^{-1}$ , com umidade gravimétrica de 12%. Tal fato pode ser atribuído a velocidade e umidade do solo, diferentes entre estes trabalhos.

Esta compactação pode trazer alguns efeitos não desejáveis conforme salienta Casão Junior et al. (2000), que além de aumentar a demanda de tração da semeadora, também, em muitos casos, o trator não possuiu reserva de torque suficiente para esse trabalho. Segundo o autor, esse aumento na tração, gera uma série de adaptações nas semeadoras para tais condições de solo.

Estudando a influência da compactação em solo com textura franco argilo arenoso, no trabalho de ferramentas de mobilização (escarificador com disco acoplado) em caixa de solo, Sahu & Raheman (2006) encontraram aumento no esforço de tração com aumento da compactação, chegando a diferenças de 1,50kN na profundidade de 0,10m, quando a condição de compactação do solo passou de 826kPa para 1219kPa.

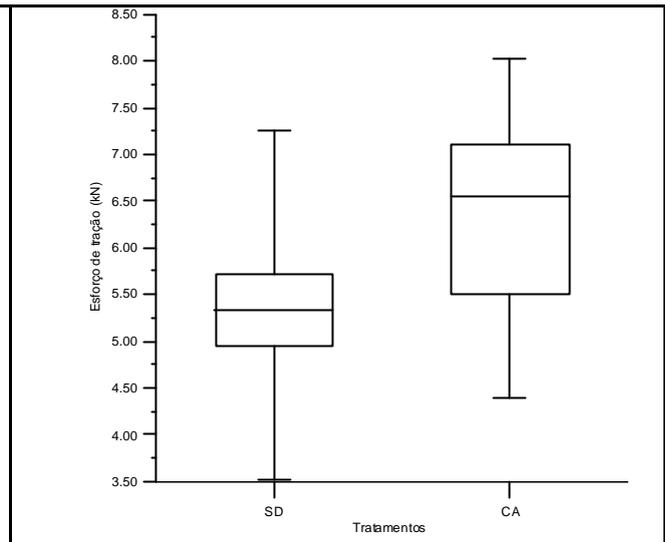
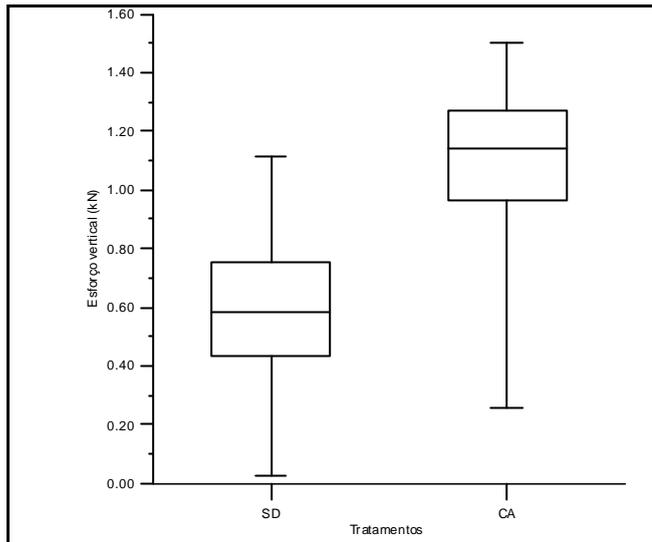
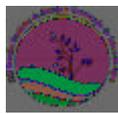
### CONCLUSÕES

A compactação gera aumento do esforço de tração e do esforço vertical demandada pela haste sulcadora, sendo que o esforço vertical mostra-se mais sensível à variação imposta pela compactação.

A compactação gera redução da área mobilizada e redução do volume mobilizado de solo pelo escarificador.

### REFERÊNCIAS

- CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. *Ciência Rural*, 35:813-819, 2005.
- CASÃO Jr., R.; ARAÚJO, A.G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora - adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense. *Pesq. Agrop. Bras.*, 35:523-532, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 2ed. 2006. 306p.
- FURLANI, C. E. A. et al. Desempenho operacional de uma semeadora - adubadora de precisão, em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. *Engenharia Agrícola*, 24:388-395, 2004.
- FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da. Avaliação de semeadora - adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. *Engenharia Agrícola*. 25:458-464, 2005.
- GODWIN, R.J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil & Tillage Research*, 97:331-340, 2007.
- MACHADO, R.L.T. et al. Avaliação do desempenho de escarificador em Planossolo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 2:151-154, 1996.
- TESSIER, S.; LAGUE, C. Soil compaction by liquid manure tanker. *Trans. of ASAE*, 34:402-413, 1991.
- ROSA, D. P. Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação. 2007. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- ROSA, D.P.; REICHERT, J. M.; SATTLER, A.; REINERT, D.J.; MENTGES, M.I.; VIEIRA, D.A. Esforços e mobilização provocada pela haste sulcadora de semeadora, em Latossolo escarificado em diferentes épocas. *Pesq. Agrop. Bras.* 43:396-400, 2008.
- SAHU, R.K.; RAHEMAN, H. An approach for draft prediction of combination tillage implements in sandy clay loam soil. *Soil & Tillage Research*, 90:145-155, 2006.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide. Version G. 4 ed. Cary: NC; SAS Institute Inc., 1990.
- SILVA, J.R. et al. Correlação entre esforços de tração e profundidade de subsolagem. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 18p, 1984. (Boletim Técnico nº 96).

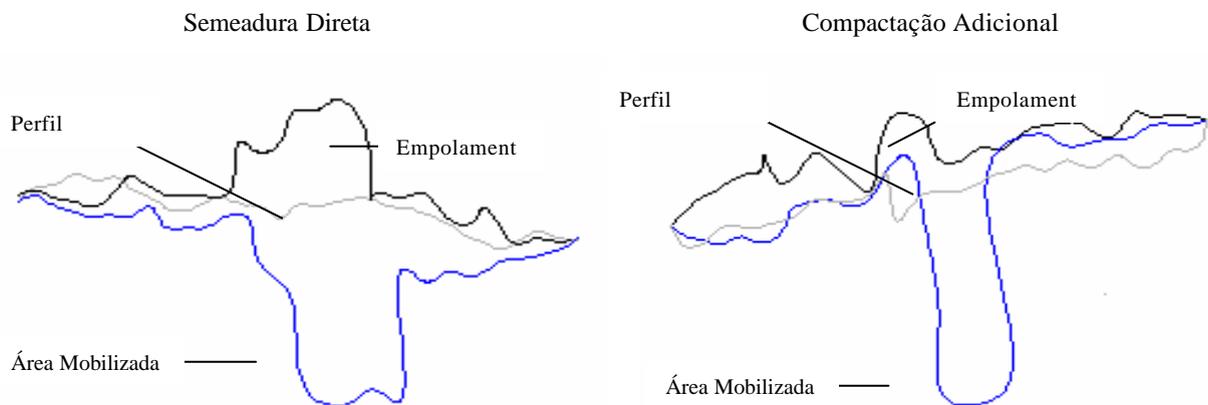


**Figura 1.** Distribuição dos esforços verticais via box plot.

**Figura 2.** Distribuição dos esforços de tração via box plot.

**Tabela 2.** Área Mobilizada e Empolamento ocasionados pela haste escarificadora nos tratamentos estudados.

Tratamento	Área Mobilizada (cm <sup>2</sup> )	Empolamento (cm <sup>2</sup> )
Sementeira Direta	176,709	84,959
Compactação Adicional	117,879	38,505



**Figura 3.** Detalhes da Área Mobilizada, Empolamento e Perfil Natural dos tratamentos estudados.