

**Efeito do tráfego de um trator com rodado simples e duplo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho em diferentes sistemas de manejo****Traffic effect of a tractor with single and double wheels on the physical properties of a Red Latosol (Oxisol) in different management systems**

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-014

Recebimento dos originais: 20/05/2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

**Valéria Testa**

Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Linha Sete de Setembro, BR 386, km 40, CEP 98400-000

E-mail: val\_tes\_ta@hotmail.com

**Cícero Ortigara**

Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540000, Porto Alegre, RS - Brasil

E-mail: ciceroortigara@hotmail.com

**Lucas Aquino Alves**

Doutorando em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540000, Porto Alegre, RS - Brasil

E-mail: lucasalves.la@hotmail.com

**Lucas Roberto Perin**

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Linha Sete de Setembro, BR 386, km 40, CEP 98400-000

E-mail: lucas\_perin\_lwks@hotmail.com

**Vanderlei Rodrigues da Silva**

Doutor em Biodinâmica de Solos pela Universidade Federal de Santa Maria

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Linha Sete de Setembro, BR 386, km 40, CEP 98400-000

E-mail: vanderlei@ufsm.br

**RESUMO**

A compactação do solo pode ser definida como um aumento da densidade do solo e consequente redução da porosidade do solo, sendo uma das formas de degradação da estrutura física do solo mais estudada atualmente. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tráfego do trator com diferentes rodados, simples e duplo, nas propriedades físicas do solo e nos diferentes tipos de uso e manejo do mesmo. O trabalho foi conduzido no município de Santo Antônio do Planalto- RS, o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, argiloso. Os tratamentos consistiram em passadas únicas com um trator agrícola, inicialmente equipado com rodado simples e posteriormente com rodado duplo e uma área sem tráfego, nos diferentes sistemas de manejo: i) sistema plantio direto

continuo (SPD); ii) sistema plantio direto escarificado a um ano (SPD+E); iii) sistema plantio direto escarificado recente (SPD+ER). Posteriormente coletaram-se amostras de solo indeformadas para realização das análises de porosidade total, macroporosidade e ensaio de pressão de pré-consolidação. Os resultados demonstraram que o rodado simples foi o que causou maiores danos ao solo e o rodado duplo pode ser uma estratégia para evitar a compactação. Porém, ambos os rodados diminuem a porosidade total do solo, principalmente onde foi escarificado. Quando utilizado o rodado simples os valores da pressão de pré-consolidação aumentam.

**Palavras-chave:** Compactação, Escarificação, Sistema Plantio Direto.

## **ABSTRACT**

Soil compaction can be defined as an increase in soil density and a consequent reduction in soil porosity, currently being one of the most studied forms of degradation of the physical structure of the soil. Thus, the aim of this work was to evaluate the effect of tractor traffic with different wheels set, single and double, on the physical properties of the soil and on the different types of use and management systems. The work was carried out in the city of Santo Antônio do Planalto-RS, the soil is classified as a dystrophic, clayey Red Latosol (Oxysol). The treatments consisted of single passes with an agricultural tractor, initially equipped with single wheels and later with double wheels and an area without traffic, in different management systems: i) no-tillage system (SPD); ii) one-year scarified no-tillage system (SPD + E); iii) recent scarified no-tillage system (SPD + ER). Thereafter, undisturbed soil samples were collected to carry out the analysis of total porosity, macro porosity and pre-consolidation pressure test. The results showed that the simple wheelset caused the greatest damage to the soil and the double wheelset can be a strategy to avoid compaction. However, both wheels reduce the total porosity of the soil, especially where it was scarified. When using the simple wheel set, the pre-consolidation pressure values increase.

**Keywords:** Compaction, Scarification, No-Tillage System.

## **1 INTRODUÇÃO**

A compactação constitui uma das principais causas da degradação do solo, o aumento no estado de compactação do solo é acompanhado por incrementos na sua densidade e resistência mecânica, bem como por reduções na porosidade total, macroporosidade, capacidade de infiltração de água, aeração e condutividade hidráulica (Dias Junior & Pierce, 1996).

A necessidade em determinados períodos da safra agrícola de se realizar o tráfego de máquinas em solos, com condições de umidade elevada, pode promover a compactação excessiva em superfície e subsuperfície do solo (Secco et al., 2004).

Para a minimização dos efeitos da compactação, a escarificação esporádica do solo tem sido uma alternativa viável (Camara & Klein, 2005). A operação de descompactação por meio da escarificação tem por objetivo aumentar a porosidade do solo, reduzindo sua densidade, rompendo as camadas superficiais encrostadas e camadas subsuperficiais adensadas. (Kochhann & Denardin, 2000).

Formas muito usuais de avaliar a compactação do solo são utilizadas atualmente, como a densidade do solo, porosidade, infiltração de água no solo, e mais recentemente, a capacidade de suporte de carga como uma importante ferramenta para o controle da compactação em áreas mecanizadas. A pressão de preconsolidação é um parâmetro físico obtido a partir do ensaio de compressibilidade, caracterizando-se por determinar a maior pressão que o solo já sofreu no passado e indicando a máxima pressão que o solo poderá sofrer sem que ocorra compactação adicional (Debiasi et al., 2008; Keller & Lamandé, 2010).

A hipótese deste trabalho é que a utilização de rodado duplo em tratores agrícolas é capaz de reduzir os efeitos da compactação para níveis abaixo dos considerados como críticos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do tráfego do trator com diferentes rodados, simples e duplo, nas propriedades físicas do solo e nos diferentes tipos de uso e manejo do mesmo.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no município de Santo Antônio do Planalto- RS, no planalto médio rio-grandense, micro região Alto - Jacuí. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, argiloso (Santos et al., 2006). O Clima, segundo a classificação de Köppen, (Cfa) é subtropical úmido com precipitação e temperatura média anual de 1.560 mm e 19,3°C (MORENO, 1961), respectivamente. A área experimental localiza-se geograficamente a latitude 28°24' Sul e longitude 52°41' Oeste e altitude de 516 m.

O tráfego foi simulado com trator da marca Valtra modelo BM 110 4x4, com massa de 5,31 Mg, equipado com rodado duplo traseiro. Os pneus traseiros apresentam a dimensão 13.6-38R e os dianteiros 12.4-24R e pressão de inflação de 30 lbs pol<sup>-2</sup>. Os tratamentos consistiram em passadas únicas com um trator agrícola, inicialmente com rodado simples (RS) e posteriormente com rodado duplo (RD) ao lado e manteve-se uma área sem tráfego (ST), nos diferentes sistemas de manejo: i) sistema plantio direto contínuo (SPD); ii) sistema plantio direto escarificado a um ano (SPD+E); iii) sistema plantio direto escarificado recente (SPD+ER). Para a escarificação foi utilizado um subsolador com 7 hastes espaçadas a 0,30 m entre si, com ação média de 0,30 m de profundidade. Para o SPD o rodado traseiro simples apresentou área de contato com o solo de 1.450 cm<sup>2</sup> e o duplo 2.787 cm<sup>2</sup>, no SPD+E o rodado simples apresentou 1.300 cm<sup>2</sup> e o duplo 3.086 cm<sup>2</sup>, no SPD+ER o simples teve 1.438 cm<sup>2</sup> e o duplo 2.648 cm<sup>2</sup>.

Foram coletadas amostras indeformadas, utilizando anéis metálicos de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro, coletados em 3 profundidades: 0,00-0,05 m; 0,05-0,10 m e 0,10-0,15 m, sendo coletados no centro do rastro do pneu e também onde não foi trafegado com o trator (ST). A inserção dos

cilindros no solo foi realizada de maneira manual com a utilização de um extrator e um martelo pedológico.

Em laboratório as amostras foram preparadas e saturadas por capilaridade e a umidade foi equilibrada em mesa de tensão a -6 kPa. Essas amostras foram submetidas a ensaios de compressão uniaxial, utilizando o sistema de consolidação automatizado, sendo elas submetidas a nove pressões, 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa, até que 90% da deformação máxima fosse alcançada (SILVA et al., 2007). Após o ensaio de compressão uniaxial foram obtidos os valores referentes a pressão de pré-consolidação. As curvas foram ajustadas pelo software Compress (método Casagrande). Ao término dos ensaios de compressibilidade as amostras foram levadas a estufa a 105°C até peso constante (EMBRAPA, 1997).

As médias foram submetidas à análise da variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Statistical Analysis System.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Porosidade Total

Na **tabela 1** é possível visualizar os valores de porosidade total (PT) do solo para cada sistema de manejo e tráfego da área. Avaliando os tratamentos na camada de 0,00-0,05 m, observa-se que para o tratamento SPD não houve alterações nos valores, isso pode ser em razão da melhor estruturação do solo, onde não ocorrem operações de revolvimento a vários cultivos.

Para o tratamento SPD+E, ainda na camada de (0,00-0,05 m), o maior valor foi observado onde não foi aplicado o tráfego ( $0,58 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), isso pode ser explicado devido à ausência de pressão aplicada no solo e ao revolvimento do solo que diminui o estado de compactação. Esta situação se repete para o tratamento SPD+ER.

Tabela 1. Porosidade total (PT) do solo para os diferentes sistemas de uso em função do tráfego agrícola em três profundidades. Santo Antônio do Planalto, RS. 2013.

Tratamento	ST	RD	RS
	PT ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ )		
	-----0,00-0,05 m-----		
SPD	0,52Baa	0,52Aaa	0,52Aaa
SPD+E	0,58Aaa	0,54Aaba	0,52Aba
SPD+ER	0,59Aaa	0,55Aaba	0,52Aba
	-----0,05-0,10 m-----		
SPD	0,50Baa	0,47Baβ	0,48Aaβ
SPD+E	0,57Aaa	0,48ABbβ	0,49Aaa

SPD+ER	0,56Aαα	0,53Aαβ	0,49Aβα
	-----0,10-0,15 m-----		
SPD	0,52Aαα	0,44Bββ	0,47Aββ
SPD+E	0,52Aβαβ	0,48Bαβ	0,48Aαα
SPD+ER	0,50Bαβ	0,53Aαα	0,51Aαα

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e grega entre profundidades não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SPD: sistema plantio direto; SPD+E: sistema plantio direto escarificado; SPD+ER: sistema plantio direto escarificado recente. RD: tráfego com rodado duplo; RS: tráfego com rodado simples; ST: sem tráfego.

Ainda na mesma profundidade (0,00-0,05 m), não houve diferença estatística nos valores obtidos nos diferentes manejos do solo SPD, SPD+E, SPD+ER, nos tráfegos RD e RS, verificando assim que os sistemas utilizados para mitigar efeito da compactação, escarificação e duplagem, não foram capazes de minimizar o efeito degradante do tráfego.

Para a profundidade de 0,05-0,10 m, o tratamento SPD+E apresentou maior valor no sistema ST ( $0,57 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), devido ao fato de no tratamento ST não ser empregada nenhuma carga no solo. No tratamento SPD+ER, continua sendo do ST os maiores valores, porém este não diferindo estatisticamente do RD.

Na profundidade 0,10-0,15 m, o sistema SPD no tratamento ST teve o maior valor de PT ( $0,52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), seguido por RS ( $0,47 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e RD ( $0,44 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), respectivamente, estes últimos não diferindo entre si, demonstrando que a influência do pneu do trator atinge essa profundidade, causando uma região de maior compactação do solo no SPD. No SPD+E e SPD+ER, os valores não diferem estatisticamente entre si, onde pode ser observado que a escarificação aumenta a porosidade total do solo.

### Pressão de pré-consolidação

Os dados da  $\sigma_p$  apresentados na **tabela 2** demonstram que, quando comparamos os sistemas de manejo (tratamentos), em cada tipo de tráfego agrícola na profundidade de 0,00-0,05 m, percebe-se que no tratamento SPD o RS obteve o maior valor de  $\sigma_p$  com 92,2 kPa, seguido pelo RD 64,73 kPa, tendo ST apresentado o menor valor 31,7 kPa. Para os tratamentos SPD+E e SPD+ER, não houve diferença significativa entre os valores encontrados. Estes resultados são explicados pelo aumento da compactação do solo ocasionado pelo tráfego agrícola, como pode ser visto na avaliação dos tipos de rodados para esta profundidade, sendo que no RS a pressão de contato entre a superfície do pneu com o solo é maior, ocasionando maior  $\sigma_p$ . A escarificação na camada superficial agiu de maneira a diminuir a  $\sigma_p$ , anulando os efeitos do SPD.

**Tabela 2.** Pressão de pré-consolidação ( $\sigma_p$ ) do solo para os diferentes sistemas de uso em função do tráfego agrícola em três profundidades. Santo Antônio do Planalto, RS. 2013.

	ST	RD	RS
-----0,00-0,05-----			
SPD	31,7Aba	64,7Aab $\beta$	92,2 Aa $\alpha$
SPD+E	39,8Aa $\alpha$	43,3Aa $\alpha$	42,0 Ba $\alpha$
SPD+ER	44,2Aa $\alpha$	60,7Aa $\alpha$	41,6 Ba $\beta$
-----0,05-0,10-----			
SPD	53,4Aa $\alpha$	63,0Aa $\beta$	35,5 Ba $\beta$
SPD+E	27,6Aba	75,1Aa $\alpha$	21,2 Bba
SPD+ER	23,8Aba	50,4Aba	99,8 Aa $\alpha$
-----0,10-0,15-----			
SPD	41,0Bba	105,3Aa $\alpha$	107,4 Aa $\alpha$
SPD+E	59,3Aa $\alpha$	76,6ABa $\alpha$	48,3 Ba $\alpha$
SPD+ER	52,5ABa $\alpha$	69,5Ba $\alpha$	73,0 Aa $\beta$

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e grega entre profundidades não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SPD: sistema plantio direto; SPD+E: sistema plantio direto escarificado; SPD+ER: sistema plantio direto escarificado recente. RD: tráfego com rodado duplo; RS: tráfego com rodado simples; ST: sem tráfego.

Para a profundidade de 0,05-0,10 m, o tratamento SPD não apresentou diferença significativa quando comparado aos tipos de rodado e ausência de tráfego. O RS teve influência direta sobre a  $\sigma_p$  no tratamento SPD+ER demonstrando ser maior, esse aumento da  $\sigma_p$  pode ser oriundo da escarificação recente.

Na profundidade 0,10-0,15 m, para o tratamento SPD os valores de  $\sigma_p$  obtidos para RD e RS foram os maiores 105,3 kPa e 107,46 kPa respectivamente, estes não tendo diferença entre si, mas ambos diferindo do tratamento ST que foi menor. Estes resultados corroboram com Assis; Lanças (2005), pois o tráfego agrícola no SPD promove a formação de uma camada compactada abaixo dos 0,10 m de profundidade, encontrando assim, nesta profundidade maiores valores de  $\sigma_p$ .

#### 4 CONCLUSÕES

O tráfego de máquinas tem influência negativa sobre as propriedades físicas do solo, provocando redução de valores de porosidade total e acréscimo da capacidade de suporte de carga.

A utilização de tratores com rodado simples provoca maiores reduções de porosidade no solo.

O tráfego com RS diminui a porosidade total a níveis inferiores a  $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  em todos os sistemas de manejo da profundidade de 0,05-0,010 m e, também, no SPD e SPD+E na profundidade de 0,10-0,15 m.

**REFERÊNCIAS**

- Assis, R. L. de; & Lanças, K. P. Avaliação da compressibilidade de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 507-514, 2005.
- CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.789-796, 2005.
- Debiasi, H. et al. Capacidade de suporte e compressibilidade de um argissolo, influenciadas pelo tráfego e por plantas de cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2629-2637, 2008.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 175-182, 1996.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1997. 212 p.
- KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 2000. 36p.
- KELLER, T.; Lamandé, M. Challenges in the development of analytical soil compaction models. **Soil & Tillage Research**, v. 111, p. 54-64, 2010.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, **Seção de Geografia**, 1961, 38 p.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SECCO, D. et al. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 28, n. 5, p. 797-804, 2004.
- SILVA, R. B.; LANÇAS, K. P.; MASQUETTO, R. J. Consolidometro: Equipamento pneumático-eletrônico para avaliação do estado de consolidação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 617-615, 2007.