

1 **Compactação induzida com trator nas propriedades físicas de um Latossolo vermelho**

3 Pedro Da Rold Filho¹ e Helton Aparecido Rosa²

5 **Resumo:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estados de
6 compactação nas propriedades físicas do solo. O experimento foi realizado na Fazenda Escola
7 CEDETEC localizada na cidade de Cascavel, no oeste do Paraná. O delineamento
8 experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC). As parcelas foram divididas em
9 quatro faixas de 2,5m de largura x 10m de comprimento. Os tratamentos foram: T1 - sem
10 compactação adicional; T2 - com quatro passadas do trator; T3 – seis passadas do trator e T4 -
11 oito passadas do trator. Entre as passadas foi deixada uma bordadura. Os parâmetros
12 avaliados foram: densidade, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e resistência
13 mecânica do solo à penetração. Todos os dados foram submetidos à análise de variância
14 (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey com 5% de
15 significância, com o auxílio do software ASSISTAT. Com o aumento do tráfego do trator
16 sobre o solo, a densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total não se
17 alteraram significativamente, o parâmetro avaliado que mais evidenciou a compactação, foi a
18 resistência à penetração.

19
20 **Palavras-chave:** Densidade, Porosidade, Resistência à penetração.

22 **Effect of tractor-induced compaction levels on the physical properties of a red Latosol**

24 **Abstract:** The objective of this work was to evaluate the effect of different compaction states
25 on soil physical properties. The experiment was carried out at Fazenda Escola CEDETEC
26 located in the city of Cascavel, in western Paraná. The experimental design was completely
27 randomized (DIC). The plots were divided into four strips of 2.5m wide x 10m long. The
28 treatments were: T1 - no additional compaction; T2 - with four tractor strokes; T3 - six passes
29 of the tractor and T4 - eight passes of the tractor, Between the passes was left a border. The
30 parameters evaluated were: density, macroporosity, microporosity, total porosity and soil
31 mechanical resistance to penetration. All data were submitted to analysis of variance
32 (ANOVA) and the means of the treatments compared by the Tukey test with 5% of
33 significance, with the aid of ASSISTAT software. With the increase of the traffic of the
34 tractor on the ground, the density, macroporosity, microporosity and total porosity did not
35 change significantly, the parameter evaluated that more evidenced the compaction, was the
36 resistance to the penetration.

37
38 **Key words:** Density, Porosity, Penetration resistance.

¹ Formando do curso de Agronomia do Centro Universitário FAG. pedro_darold@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola, Mestre em Energia na Agricultura (UNIOESTE). helton.rosa@hotmail.com

Introdução

O avanço da agricultura com o surgimento de máquinas que auxiliam nos processos de plantio, colheita e aplicação de fito defensivos, trouxe ao homem uma maior facilidade, velocidade e eficiência no manejo das culturas, porém pelo tamanho e o peso dessas máquinas, trouxe também à tona o problema da compactação do solo. Um olhar mais ambiental e conservacionista trouxe consigo sistemas de manejo do solo que visam melhorar a conservação, como o cultivo mínimo e o plantio direto (SUZUKI, 2005).

O plantio direto apesar de trazer diversos fatores positivos, quando manejado de maneira errônea, traz também fatores negativos, os quais favorecem a compactação do solo, sendo vistos com o aumento da densidade e redução da porosidade do solo, diminuindo assim a eficiência da infiltração de água (MIORANZA *et al.*, 2015).

O ideal esperado pelo sistema de plantio direto seria uma estabilidade de macro poros pela ação de organismos do solo e o crescimento de raízes das culturas antecessoras, aumentando a infiltração e melhorando o armazenamento de água, porém no sistema de plantio com sucessão de culturas e sem revolvimento do solo, que vem sendo muito utilizado na atualidade, favorece a compactação (SILVA, 2003).

Os principais efeitos da compactação que geram dificuldades para a produtividade agrícola são: aumento da resistência física ao crescimento radicular, diminuição da aeração e disponibilidade de água no solo (ROSIM *et al.*, 2012).

A compactação gera efeito negativo à porosidade do solo, conforme observado por Silva *et al.* (2006) ocorre a remoção dos espaços de ar e/ou água, isso faz com que se diminua a porosidade total, principalmente a macro porosidade, reduzindo a possibilidade de infiltração e armazenamento de água no solo. A compactação em áreas agrícolas ocorre, frequentemente, em uma camada de no máximo 20 cm segundo Reichert, Suzuki e Reinert (2007). Porém, Bergamin *et al.* (2010) trouxeram relatos de que a compactação aumenta a densidade e a resistência à penetração e reduz a macro porosidade de maneira efetiva até a profundidade de 0,10m.

Estudando a compactação induzida pelo tráfego com rolo compactador Bonini *et al.* (2011) encontraram alterações significativas na densidade, macro porosidade, micro porosidade e porosidade total, indicando que a pressão imposta pelo rolo gerou alterações na organização física do solo. Secco *et al.* (2004) também trabalhando com rolo compactador encontraram valores de resistência mecânica à penetração diferentes significativamente somente até à profundidade de 0,10 m.

Diante desses métodos que avaliam a compactação, a resistência mecânica à penetração, segundo Streck *et al.* (2004) gerou a variável que apresentou maior sensibilidade aos níveis de tráfego de um trator, pois apresentou diferença significativa em todos os tratamentos até 28 cm de profundidade, com este indicativo de compactação em camadas mais profundas, salientou a dificuldade que gera para descompactar esta camada, porém ainda o pico máximo encontrado de resistência foi nas profundidades de 8 – 14 cm.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estados de compactação nas propriedades físicas do solo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola CEDETEC localizada na cidade de Cascavel, no oeste do Paraná, com coordenadas geográficas 34°34'88'' WS 34°34'98'' N, com altitude de 781 metros e solo classificado como Latossolo vermelho (EMBRAPA, 2013).

O clima é classificado como subtropical mesotérmico super úmido com temperatura média anual próxima de 19 °C. Pluviosidade anual média de 1248 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC). As parcelas foram divididas em quatro faixas de 2,5m de largura x 10m de comprimento, onde foram aplicados os tratamentos de três níveis de tráfego do trator mais a testemunha, que não houve tráfego, caracterizando o estado de compactação natural gerada pela situação histórica das tensões sofridas durante os anos.

As amostras para determinação da densidade e espaço poroso, foram coletadas logo após a implantação dos tratamentos, com estrutura preservada utilizando cilindros metálicos, nas profundidades de 0 - 10 cm; 10 – 20 cm e 20 – 30 cm do perfil do solo, e com cinco repetições em cada tratamento (T1 - sem compactação adicional; T2 - com quatro passadas do trator; T3 – seis passadas do trator. T4 - oito passadas do trator), entre as passadas foi deixada uma bordadura de 1,5m.

Os parâmetros avaliados foram: densidade do solo (Ds); macroporosidade do solo (Map); microporosidade do solo (Mip); porosidade total do solo (Pt) e resistência mecânica a penetração do solo (Rp).

O trator utilizado para induzir as compactações, foi um Massey Ferguson 7390, com um peso com lastro de 10.450 kg.

A compactação foi realizada dois dias após uma chuva de aproximadamente 60 mm, e a umidade média que se encontrava no solo na camada de 0 a 10 cm, era de 25,25%, na camada de 10 a 20 cm, era de 27,33%, na camada de 20 a 30 cm era de 27,78%.

Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de física do solo da UNIOESTE. Para a obter os valores de P_t , as amostras foram preparadas e colocadas em bandejas plásticas, e saturadas em água durante um período de 72 horas. Depois, as amostras foram levadas para uma coluna de areia a $-0,006$ MPa de tensão de sucção por 48 horas, com objetivo de retirar a água contida nos macroporos. Posteriormente foi feito a pesagem em balança de precisão de 0,1g de exatidão, e colocadas em estufa à 105°C por 48 horas, para quantificação de M_p (REINERT e REICHERT, 2006).

Para o cálculo da P_t foi realizada análise de densidade de partículas segundo metodologia do balão volumétrico com álcool (EMBRAPA, 1997).

Para determinação da R_p , foi utilizado um penetrômetro digital Eijkelkamp, mensurando cada centímetro até a profundidade de 40cm, após a mensuração foi calculado o índice cone de 0 a 10cm, 11 a 20cm, 21 a 30cm, 31 a 40cm.

No dia em que foi mensurada a R_p , a umidade do solo encontrava-se em: 31,61% na profundidade de 0 a 10 cm, 30,29% de 10 a 20 cm e 27,58% de 20 a 30 cm.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância, com o auxílio do software ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Observando os dados descritos na Tabela 1, referentes a D_s , é possível verificar que na profundidade do solo de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, D_s não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Na profundidade de 20 a 30 cm obteve-se a maior D_s no T2, não diferindo entre os tratamentos T1 e T3, a menor D_s nesta profundidade foi verificada no tratamento T4, porém não difere dos tratamentos T1 e T3.

O presente trabalho diverge dos resultados obtidos por Bergamin *et al.* (2010), no qual trabalharam com diferentes níveis de compactação em Latossolo vermelho distroférico, verificaram que na camada de 0 a 10 cm houve diferença estatística para D_s entre duas e seis passadas de um trator agrícola.

Deperon Júnior *et al.* (2016), trabalhando com níveis de compactação de 3, 6 e 9 passadas de um trator agrícola em um Argissolo Amarelo distrófico típico, textura arenosa, também encontraram resultados divergentes a este trabalho, pois no mesmo houve diferença estatística de D_s nas profundidades de 0 a 10 cm e de 30 a 40 cm do perfil do solo.

137 **Tabela 1** – Densidade total do solo (g cm^3) em três profundidades referentes a testemunha e
 138 3 níveis de compactação induzidas com trator.

Tratamentos	Profundidades		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
T1	1,15 a	1,15 a	1,11 ba
T2	1,22 a	1,17 a	1,12 b
T3	1,20 a	1,16 a	1,07 ba
T4	1,19 a	1,12 a	1,05 a
DMS	0,19	0,08	0,06
CV%	5,51	4,11	3,08

139 Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
 140 Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

141 Os dados referentes a Pt de todos os níveis de compactação (Tabela 2), mostram que
 142 nas profundidades do solo de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, não houve diferença estatística,
 143 somente na profundidade de 20 a 30 cm, a Pt foi menor no T2, não diferindo dos tratamentos
 144 T1 e T3, a maior Pt encontrou-se no T4, porém não difere dos tratamentos T1 e T3. Os
 145 resultados deste trabalho se mostraram semelhantes aos dados obtidos no trabalho de Amaral
 146 *et al.*, (2017), também trabalhando com um Latossolo Vermelho Distroférrico, no qual observou
 147 que na camada de 0 a 10 cm não houve diferença estatística para Pt entre as passadas (4, 6 e 8
 148 passadas) de um trator agrícola. Bonini *et al.* (2011) trabalhando com rolo compactador,
 149 aplicando níveis diferentes de compactação (1, 3 e 5 passadas), verificaram que houve
 150 alteração na Pt, o tratamento com 1 passada do rolo compactador apresentou maiores valores
 151 de Pt e diferiu estatisticamente do tratamento com 5 passadas. Em trabalho semelhante, em
 152 uma área de plantio direto, utilizando um grau de compactação com 4 passadas de um trator
 153 agrícola, Gubiani, Reichert e Reinert (2014), verificaram que a Pt e a Map, não diferiram em
 154 todas as camadas, comparadas a testemunha sem tráfego do trator.

155 **Tabela 2** – Porosidade total (%) do solo em três profundidades referentes a testemunha e 3
 156 níveis de compactação induzidas com trator.

Tratamentos	Profundidades		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
T1	56,78 a	56,60 a	57,99 ab
T2	53,82 a	55,93 a	57,86 b
T3	54,76 a	56,48 a	59,42 ab
T4	54,89 a	57,74 a	60,20 a
DMS	4,48	3,22	2,29
CV%	4,49	3,14	2,15

157 Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
 158 Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Com os resultados apresentados na Tabela 3 para a Map, é possível afirmar que não houve diferença estatística entre todos os tratamentos e todas as profundidades. Estes dados, corroboram com o trabalho realizado por Mioranza *et al.* (2015) onde também utilizando um trator agrícola para induzir a compactação, com 2, 4 e 6 passadas, em um solo de mesmas características Latossolo Vermelho Distroférrico, verificaram que não houve alteração significativa na Map. Porém Amaral *et al.* (2017) trabalhando com o mesmo tipo de solo e com os mesmos níveis de compactação, observou uma diminuição de Map no T3 com 6 passadas de um trator agrícola.

Por sua vez, Oliveira *et al.* (2012) trabalhando com Latossolo Vermelho eutroférrico típico, aplicando compactações com 2, 4 e 6 passadas de um trator agrícola, verificaram que houve diferença estatística na camada de 0 a 10 cm entre os tratamentos sem compactação, 4 passadas e 6 passadas, evidenciando uma redução na Map.

Tabela 3 – Macroporosidade do solo (%) em três profundidades referentes a testemunha e 3 níveis de compactação induzidas com trator.

Tratamentos	Profundidades		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
T1	13,20 a	11,83 a	11,00 a
T2	11,98 a	13,90 a	13,13 a
T3	13,29 a	12,93 a	11,54 a
T4	12,80 a	13,48 a	12,21 a
DMS	2,20	2,29	3,10
CV%	9,49	9,71	14,29

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Na Tabela 4 com os dados referentes a Mip, comparando todos os tratamentos, foi verificado que não houve diferença estatística em todas as profundidades e em todos os tratamentos.

Os resultados do presente trabalho para este parâmetro, converge com os resultados obtidos por Streck *et al.* (2004) de que a Mip não é alterada significativamente entre os tratamentos.

Dados semelhantes também foram obtidos por Machado *et al.* (2016), onde comparou um tratamento com plantio direto sem compactação adicional, com um tratamento com plantio direto compactado por um trator em um Latossolo Vermelho, verificou que a Mip se manteve igual estatisticamente.

Tabela 4 – Microporosidade do solo (%) em três profundidades referentes a testemunha e 3 níveis de compactação induzidas com trator.

Tratamentos	Profundidades		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
T1	43,58 a	44,78 a	46,99 a
T2	41,83 a	42,03 a	44,72 a
T3	41,47 a	43,55 a	47,88 a
T4	42,08 a	44,26 a	47,99 a
DMS	3,59	4,07	4,27
CV%	4,69	5,14	5,02

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Com os dados da Tabela 5 referentes a Rp, é possível verificar que na profundidade do solo de 0 a 10 cm, a testemunha T1 apresentou o menor valor, diferindo apenas do T3. A maior Rp foi verificada no T3, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T2 e T4.

Na profundidade do solo de 10 a 20 cm (Tabela 5), a Rp foi menor no T1, diferindo estatisticamente dos tratamentos T2 e T3. De 20 a 30 cm no perfil do solo, a testemunha T1 apresentou a menor Rp, não diferindo estatisticamente do T4, os tratamentos T3 e T4 não diferiram entre 30 a 40 cm de profundidade, apenas a testemunha T1 diferiu dos demais tratamentos, apresentando menores valores.

Tabela 5 – Resistência à penetração do solo (MPa) em quatro profundidades referentes a testemunha e 3 níveis de compactação induzidas com trator.

Tratamentos	Profundidades			
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
T1	1,70 a	1,96 a	1,73 a	1,51 a
T2	2,66 ba	2,77 b	2,37 c	1,93 b
T3	3,04 b	2,79 b	2,18 cb	1,81 b
T4	2,30 ba	2,20 ba	1,86 cb	1,75 b
DMS	1,14	0,75	0,35	0,23
CV%	25,83	17,11	9,54	7,32

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo Teste tukey a 5% de significância
Cv= Coeficiente de variação; DMS= Diferença Mínima Significativa.

Umidade no dia da coleta dos dados: 31,61% de 0 a 10 cm, 30,29% de 10 a 20 cm e 27,58% de 20 a 30 cm.

Os dados do presente trabalho diferem quanto a profundidade dos resultados obtidos por Girardello *et al.* (2017), no qual, trabalhando com compactação induzida por um trator com uma semeadora e de um trator com pulverizador, encontraram os maiores valores de Rp

nas camadas abaixo de 20cm, sendo os dados da Tabela 5 mostram maiores valores para as camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

Streck *et al.* (2003) trabalhando com compactação induzida por um trator, obteve dados que evidenciam o aumento da R_p , quando o solo é trafegado por duas e quatro vezes, comparado ao solo sem tráfego, convergindo com os dados obtidos no presente trabalho, e confirmando que a R_p é uma forma mais sensível para obtenção de dados de compactação do solo.

Em toda a Tabela 5, os valores de R_p variam de 1,51 a 3,04 MPa, especialmente na testemunha a variação é de 1,51 a 1,70 MPa, valores estes que podem ser considerados prejudiciais ao desenvolvimento radicular, pois Lima *et al.* (2010), com os resultados de seu trabalho e comparações, trabalhando com a umidade do solo próxima a capacidade de campo: 23%, afirmou que valores acima de 1,30 MPa, já começa a declinar a produtividade da soja e do feijoeiro. Com isso pode-se dizer que o solo em que o experimento foi implantado, já estava compactado.

Conclusão

Com o aumento do tráfego do trator sobre o solo, o parâmetro avaliado que mais evidenciou a compactação, foi a resistência à penetração.

A densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total não se alteraram significativamente.

Referências

- AMARAL, K.F.S.; ROSA, H. A.; GIESE, V.; MONTIEL, C.B.; BRONDANI, S. T.; SECCO, D. Propriedades físico-hídricas de um latossolo argiloso após compactação induzida mecanicamente. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 11(3): 308-316, 2017.
- BERGAMIN, A. C.; VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, C. M. A. DE; SOUZA, R. R. DE. Compactação em um latossolo vermelho distroférrico e suas relações com o Crescimento radicular do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p.681-691, 2010.
- BONINI, A. K.; SECCO, D.; SANTOS, R. F.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Atributos físico-hídricos e produtividade de trigo em um Latossolo sob estados de compactação. **Ciência Rural**, vol.41, n. 9, p. 1543-1548, 2011.
- DEPERON JÚNIOR, M. A.; NAGAHAMA, H. DE J.; OLSZEWSKI, N.; CORTEZ, J. W.; e SOUZA, E. B. DE. Influência de implementos de preparo e de níveis de compactação sobre atributos físicos do solo e aspectos agrônômicos da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, 36(2), 367-376, 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 1997, 212 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.

GIRARDELLO, V. C; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; LANZANOVA, M. E. e TASCA, A. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento radicular da soja sob sistema plantio direto com tráfego controlado de máquinas agrícolas. **Revista Scientia Agraria**. Vol.18, nº2, p.86-96, 2017.

GUBIANI, P. I.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Interação entre disponibilidade de água e compactação do solo no crescimento e na produção de feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38:765-773, 2014

LIMA, C. L. R. DE; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. e SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.1, p.89-98, 2010.

MIORANZA, D.; ROSA, H. A.; ASSMANN, E. J.; SECCO, D.; SIMONETTI, A. P. M. M.; MOREIRA, C. R. Alterações estruturais de um Latossolo argiloso sob plantio direto induzidas pela intensidade de tráfego de um trator. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 203-211, 2015.

MACHADO, A. L. S.; SCHNEIDERS, E. M.; KAISER, D. R. Estrutura e armazenamento de água em latossolo sob diferentes sistemas de preparo e manejo para a cultura da soja. **VII Jornada de iniciação científica e tecnológica**. UFFS, Chapecó, 2016.

OLIVEIRA, P. R. de.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. DA C.; FRANCO, H. B. J.; PEREIRA, F. DE S.; BÁRBARO JÚNIOR, L. S. e ROSSETTI, K. DE V. Qualidade física de um latossolo vermelho cultivado com soja submetido a níveis de compactação e de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:587-597, 2012

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em Ciência do Solo**. n.5, p. 49-134, 2007.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**, Centro de ciências rurais, Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

ROSIM, D. C.; MARIA, I. C. De.; SILVA, R. L. e.; SILVA, Á. P. da.; Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférrico com diferentes quantidades e manejos de palha em superfície. **Bragantia**, vol. 71, n. 4, p. 502-508, 2012.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ROS, C. O. da. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol.28, n. 5, p. 797-804, 2004.

- 294 SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the
295 analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.** Vol. 11, pp. 3722-3740, 2016.
296
- 297 SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados
298 pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 10
299 p. 842-847, 2006.
300
- 301 SILVA, V. R. **Propriedades físicas e hídricas em solos sob diferentes estados de**
302 **compactação.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em
303 Agronomia, Área de Concentração em Biodinâmica do Solo, Universidade Federal de Santa
304 Maria, Santa Maria, 2003.
305
- 306 STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em
307 propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator
308 em plantio direto. **Ciência Rural.** vol.34, n. 3, p. 755-760, 2004.
309
- 310 SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do**
311 **solo e crescimento e rendimento de culturas.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de
312 Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Processos Físicos e
313 Morfogenéticos do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.