

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E PRESSÕES INTERNAS DOS PNEUS DE UM TRATOR AGRÍCOLA NA ALTERAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UM ARGISSOLO

JARDÊNIA R. FEITOSA¹, HAROLDO C. FERNANDES², MAURI M. TEIXEIRA³,
PAULO R. CECON⁴, DANIEL M. LEITE⁵

¹Eng^a Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, Fone: +55 (31) 3899 1860, jardenia.feitosa@ufv.br

²Eng^o Agrícola, Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

³Eng^o Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

⁴Eng^o Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Estatística, UFV, Viçosa-MG

⁵Lic. em Ciências Agrícolas, Prof. Assistente, Departamento de Agronomia, UNIVASF, Petrolina-PE

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O tráfego de máquinas durante as operações agrícolas é um dos fatores que contribuem para a degradação do solo por meio da modificação de suas características físicas, contribuindo para a ocorrência de compactação e/ou erosão. Fatores como o peso das máquinas, a pressão interna dos pneus, a intensidade de tráfego e a velocidade de deslocamento interferem na forma como as características físicas do solo são afetadas pelo uso dessas máquinas. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de diferentes combinações de pressões internas dos pneus e velocidades de deslocamento de um trator agrícola na alteração de características físicas do solo utilizadas como indicadores do processo de compactação. O experimento foi realizado em solo preparado no delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos compostos de três combinações de pressões (P1: (82,74; 96,53 kPa); P2: (96,53; 110,32 kPa); P3: (110,32; 124,11 kPa)) e três velocidades de deslocamento (4,27; 5,43; 7,31 km h⁻¹). Foram avaliados dados de densidade do solo, porosidade total e índice de cone em três profundidades de amostragem. A combinação de pressão P3 e velocidade de 5,43 km h⁻¹ ocasionou maior modificação na porosidade total do solo. O índice de cone não foi afetado pelos tratamentos aplicados.

PALAVRAS CHAVES: densidade do solo, trator agrícola, compactação

INFLUENCE OF TRAVEL SPEED AND TIRE INTERNAL PRESSURE OF A FARM TRACTOR IN THE ALTERATION IN THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF ULTISOL

ABSTRACT: The machines traffic during agricultural operations is one of the factors that contribute to soil degradation by modifying their physical characteristics, contributing to the occurrence of compaction and/or erosion. Factors such as the weight of the machines, the internal tire pressure, traffic intensity and travel speed interfere in how the physical characteristics of the soil are affected by the use of these machines. The objective of this study was to evaluate the influence of different combinations of internal tire pressures and travel speeds of a tractor in altering the physical characteristics of the soil used as indicators the compaction process. The experiment was conducted in prepared soil in a randomized block design with three replications, with treatments composed of three combinations of pressures (P1: (82.74, 96.53 kPa), P2: (96.53, 110.32 kPa); P3: (110.32, 124.11 kPa))

and three travel speeds (4.27, 5.43, 7.31 km h⁻¹). Bulk density, porosity and cone index in three sampling depths were evaluated. The combination of pressure P3 and speed of 5.43 km h⁻¹ caused greater change in total porosity of the soil. The cone index was not affected by the treatments applied.

KEYWORDS: bulk density, farm tractor, compaction

INTRODUÇÃO: O uso do solo nas atividades agrícolas ocasiona alterações na sua qualidade física, modificando características relacionadas a sua estabilidade estrutural, tais como a densidade, o volume de poros e a resistência do solo à penetração. A alteração dessas características está diretamente ligada a ocorrência de processos de compactação, que consistem basicamente no decréscimo do volume de solos não saturados quando aplicada uma pressão externa aos mesmos, reduzindo-se a sua permeabilidade e aumentando-se sua resistência (CUNHA et al., 2009). O tráfego de máquinas agrícolas é um dos fatores que contribuem para o processo de compactação (FOUNTAS et al., 2013) uma vez que durante o mesmo, pressões de grande magnitude são aplicadas ao solo, ocasionando a sua deformação. Fatores como a distribuição do peso das máquinas, a estrutura dos pneus e sua pressão interna, a velocidade de deslocamento e a intensidade de tráfego podem exercer influência na compactação do solo. Uma das propostas para reduzir a alteração das características físicas do solo ocasionada pelo tráfego de máquinas agrícolas consiste em diminuir as pressões aplicadas ao mesmo, o que pode ser feito diminuindo a carga sobre os rodados e, alternativamente, aumentando a área de contato entre os rodados e o solo por meio da redução da pressão interna dos pneus ou uso de pneus maiores (COUTO, 2012). Alguns autores associam ainda o aumento da velocidade de deslocamento dos tratores com uma menor compactação do solo (TAGHAVIFAR; MARDANI, 2013). Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da pressão interna dos pneus e de velocidades de deslocamento de um trator agrícola na alteração de características físicas do solo utilizadas como indicadores do processo de compactação.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área experimental pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, cujo solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa. Antes da instalação do experimento, o solo foi submetido à operações de preparo de modo a destorroá-lo e nivelá-lo. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, em que nas parcelas foram dispostos os tratamentos constituídos da combinação de três conjuntos de pressões internas dos pneus e três velocidades de deslocamento; e nas subparcelas as profundidades de amostragem, analisando-se a influência das pressões internas dos pneus e das velocidades na modificação de características físicas do solo. As pressões utilizadas foram denominadas P1 (82,74; 96,53 kPa), P2 (96,53; 110,32 kPa) e P3 (110,32; 124,11 kPa), sendo as menores pressões de cada combinação aplicadas aos pneus dianteiros. Foram utilizadas as marchas A3, B1 e B2, as quais conferiram ao trator velocidades médias de 4,27, 5,43 e 7,31 km h⁻¹, que foram denominadas respectivamente, V1, V2 e V3. Utilizou-se um trator agrícola John Deere[®] modelo 5705, 4 x 2 com tração dianteira auxiliar (TDA) e potência de 62,56 kW no motor à 2400 rpm, equipado com pneus diagonais modelos Pirelli[®] TM 95 18.4-30 no eixo traseiro e Goodyear[®] Dyna Torque II 12.4-24 no eixo dianteiro. Durante a execução do trabalho o trator operou lastrado com água nos pneus a um nível de 75% do seu volume, com a TDA acionada e sem carga na barra de tração e, percorreu cada uma das parcelas apenas uma vez. Determinou-se o teor de água do solo, a densidade do solo e a porosidade total, conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997), para amostras coletadas nas profundidades 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m, na área correspondente aos rastros deixados pelos pneus do trator, antes e após a passagem do mesmo. A resistência do solo à penetração foi determinada em um perfil transversal ao deslocamento do trator em pontos espaçados entre si em 0,10 m para a camada de 0,0 a 0,40 m, antes e após a passagem do trator. O índice de cone foi calculado com base nos valores médios de resistência para seis pontos amostrados e a cada 0,10 m de profundidade. A análise dos dados obtidos foi feita considerando-se a diferença entre os valores obtidos antes e após o tráfego do trator, sendo os resultados submetidos à

análise de variância, teste de médias (fatores qualitativos) e análise de regressão (fatores quantitativos), utilizando-se os softwares SAEG e SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O teor de água do solo permaneceu constante durante todo o experimento atingindo em média $0,381 \text{ kg kg}^{-1}$. A densidade final do solo ($1,17 \text{ g cm}^{-3}$) foi cerca de 5% superior ao valor médio obtido antes da passagem do trator. Tal valor não é considerado crítico ao desenvolvimento de plantas, conforme limites apresentados por Kiehl (1979). Não houve efeito significativo da interação entre os fatores pressão interna e velocidade sobre a alteração na densidade. Analisando-se individualmente o efeito dos mesmos, observou-se que o incremento nos valores de densidade foi afetado apenas pelas velocidades de deslocamento e profundidades de amostragem, não ficando claro, no entanto, como a velocidade afeta esta propriedade. A maior modificação na densidade foi observada entre 0,0 e 0,10 m (TABELA 1), podendo-se inferir que uma vez que o solo dessa camada encontrava-se mais desagregado, as pressões aplicadas durante o tráfego foram suficientes para elevar a densidade em maior nível, quando comparada as demais profundidades.

TABELA 1. Valores médios de densidade do solo (D_s) nas diferentes profundidades amostradas e momentos de coleta

Profundidade (m)	D_s (g cm^{-3})		
	Inicial	Final	Incremento
0,0-0,10	1,04 c	1,12 b	0,084 a
0,10-0,20	1,12 b	1,19 a	0,074 ab
0,20-0,30	1,17 a	1,20 a	0,049 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A porosidade total do solo teve seus valores médios reduzidos em decorrência do tráfego sendo a porosidade média final de $0,54 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Tal decréscimo era esperado, uma vez que a aplicação de pressões ao solo leva a um rearranjo das partículas, fazendo com que as partículas menores ocupem o espaço antes ocupado por ar e/ou água. Os tratamentos aplicados afetaram significativamente esta propriedade (TABELA 2), observando-se que quando o trator se deslocou a uma velocidade de $5,43 \text{ km h}^{-1}$, o maior decréscimo na porosidade ocorreu quando utilizada a combinação de pressões P3.

TABELA 2. Decréscimos na porosidade total do solo (P_T) em função das pressões internas dos pneus e velocidades e as respectivas equações ajustadas.

Combinação de pressões (kPa)	Decréscimo na P_T (%)			Equações
	Velocidades (km h^{-1})			
	4,27	5,43	7,31	
P1: (82,74;96,53)	2,29 a	1,62 b	1,91 a	$\hat{y} = 1,94$
P2: (96,53;110,32)	3,25 a	2,11 b	2,08 a	$\hat{y} = 2,47$
P3: (110,32;124,11)	1,82 a	4,53 a	1,74 a	$\hat{y} = 2,70$

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando as velocidades operacionais utilizadas foram de 4,27 e 7,31 km h^{-1} o decréscimo na P_T não variou entre as pressões estudadas. As equações de regressão encontradas para o desdobramento da velocidade dentro de cada conjunto de pressões não explicaram significativamente a variação do decréscimo na porosidade total do solo, ajustando-se equações em que o \hat{y} é igual à média dos valores obtidos (TABELA 2). A porosidade também variou em função da profundidade de amostragem, sendo as maiores reduções observadas entre 0,0 e 0,10 m. A análise de variância para o acréscimo no índice de cone apresentou resultados significativos apenas para a fonte de variação profundidade de amostragem, ao nível de 10% de probabilidade. Os tratamentos aplicados (combinações de pressões e velocidades) não exerceram efeito estatisticamente significativo sobre o índice de cone (TABELA 3).

TABELA 3. Acréscimos no índice de cone (IC) em função das combinações de pressões e velocidades de deslocamento e as respectivas equações ajustadas

Combinação de pressões (kPa)	Acréscimo no IC (MPa)			Equações
	Velocidade de deslocamento			
	(km h ⁻¹)			
	4,27	5,43	7,31	
P1: (82,74; 96,53)	0,859 a	0,685 a	0,636 a	$\hat{y} = 0,727$
P2: (96,53; 110,32)	0,621 a	0,674 a	0,422 a	$\hat{y} = 0,572$
P3: (110,32;124,11)	0,945 a	0,965 a	0,602 a	$\hat{y} = 0,837$

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A não obtenção de diferenças estatisticamente significativas para a alteração no índice de cone em decorrência dos tratamentos aplicados durante o tráfego do trator neste trabalho, pode estar relacionada a alta variabilidade dos dados obtidos, fruto da heterogeneidade do solo. Çarman (1994) avaliando os efeitos da variação da carga dinâmica sobre os pneus traseiros e da velocidade de deslocamento de um trator na compactação do solo, observou que o índice de cone aumentou com o aumento da carga dinâmica e diminuiu com o aumento da velocidade, contrastando com os resultados obtidos neste trabalho. O índice de cone diferiu entre as profundidades amostradas, sendo as maiores alterações obtidas entre 0,10 e 0,20 m de profundidade.

CONCLUSÕES: Nas condições em que o trabalho foi realizado pode-se concluir que a velocidade de deslocamento do trator afeta a alteração das características físicas do solo devido ao tráfego do trator, e que a combinação da pressão P3 (110,32; 124,11 kPa) e velocidade V2 (5,43 km h⁻¹) ocasiona maior redução na porosidade total do solo.

AGRADECIMENTOS: Agradecimentos a CAPES e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS:

ÇARMAN, K. Tractor forward velocity and tire load effects on soil compaction. **Journal of Terramechanics**, v. 31, n. 1, p. 11-20, 1994.

COUTO, R. F. **Compactação e recalque superficial de um Latossolo Vermelho em condição de campo e laboratório**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2012.

CUNHA, J. P. A. R.; CASCÃO, V. N.; REIS, E. F. Compactação causada pelo tráfego de trator em diferentes manejos de solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 371-375, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos 1997. 212 p.

FOUNTAS, S.; PARAFOROS, D.; CAVALARIS, C.; KARAMOUTIS, C.; GEMTOS, T. A.; ABU-KHALAF, N.; TAGARAKIS, A. A five-point penetrometer with GPS for measuring soil compaction variability. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 96, p. 109-116, 2013.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. Effect of velocity, wheel load and multipass on soil compaction. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 2013.