

## **RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO DE INFLAÇÃO DE AR NO PNEU DO TRATOR ASSOCIADO AO NÚMERO DE TRÁFEGOS**

**MARIA ALBERTINA MONTEIRO DOS REIS<sup>1</sup>, CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI<sup>2</sup>, JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA<sup>3</sup>, RENATA FERNANDES DE QUEIROZ<sup>4</sup>, LUCAS BATISTA SARAIVA DA COSTA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, [mrAlbertinars@gmail.com](mailto:mrAlbertinars@gmail.com).

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE. E-mail: [ca.chioderoli@ufc.br](mailto:ca.chioderoli@ufc.br).

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE

<sup>5</sup> Graduando em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Os atributos do solo são usados como fatores para indicar a sua qualidade, porém esses atributos podem sofrer alterações através das práticas de manejo do solo. O objetivo do trabalho foi determinar a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) em função da pressão de inflação dos pneus e do número de tráfegos. O experimento foi conduzido em área do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA), Universidade Federal do Ceará. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, esquema fatorial 3x3, 4 repetições, sendo utilizadas três pressões de inflação dos pneus e três números diferentes de tráfego. As pressões de inflação utilizadas foram P1 – 9 PSI, P2 – 16 PSI e P3 – 23 PSI, associados a diferentes tráfegos (T1 – um tráfego, T2 – dois tráfegos e T3 – três tráfegos). Foi avaliada a resistência à penetração com o penetrômetro eletrônico nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m, 0,20 – 0,30 m. Foi possível concluir que a maior pressão de inflação nos pneus proporciona aumentos dos valores de RMSP nas maiores profundidades, em função da menor área de contato entre o pneu e o solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** solo, contato, carga.

## **SOIL'S MECHANICAL RESISTANCE TO PENETRATION IN RELATION TO INFLATION'S PRESSURE OF AIR IN TRACTOR'S TIRE ASSOCIATED WITH TRAFFICS NUMBER**

**ABSTRACT:** The soil's attributes are used as factors to indicate his quality; however this attributes can have alterations through of different practices of soil's management. The objective of the study was determinate the mechanical resistance of soil to penetration (MRSP) in function of inflation's pressure of tires and the traffics number. The study was done in experimental area of Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA), in the Universidade Federal do Ceará. The experimental design used was of randomized block design, in factorial arrangement 3x3, with 4 repetitions, being used three inflation's pressures of tires and three different numbers of traffic. The pressures of inflation were P1 – 9 PSI, P2 – 16 PSI and P3 – 23 PSI, associated to different traffics (T1 – one traffic, T2 – two traffics and T3 – three traffics). It was evaluated the resistance to penetration with electronic penetrometer in the depths of 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m, 0,20 – 0,30 m. It was possible conclude that the bigger inflation's pressure in the tires provides increase in the values of RSMP will reach larger depths, probably less contact area between the tire and the soil.

**KEYWORDS:** soil, contact, load.

**INTRODUÇÃO:** O solo poderá influenciar a manutenção da produção agrícola, devido ao fato de que é o solo que disponibiliza os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta, armazena água e sustenta a raiz da planta. De acordo com Dexter e Youngs (1992) os atributos do solo podem sofrer alterações através das práticas de manejo do solo e das culturas, dessa forma, sendo, assim, para que se tenham sistemas agrícolas sustentáveis torna-se necessária a compreensão e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade. Portanto, torna-se necessário conhecer a qualidade física do solo, que é medida por fatores, como: densidade, porosidade, condutividade hidráulica e resistência do solo à penetração, esses fatores são utilizados devido a sua facilidade de determinação e por seu baixo custo de obtenção (MARCHÃO et al. 2007). O nível de compactação do solo é expresso pela resistência à penetração, sendo, portanto, relacionada de forma positiva a densidade do solo e de forma negativa a macroporosidade, dessa forma, um alto nível de compactação afeta o desenvolvimento do sistema radicular (Bergamin et al., 2010). A resistência mecânica do solo à penetração é um fator físico que influencia diretamente no desenvolvimento da cultura, pois afeta o crescimento e desenvolvimento radicular. O efeito do impedimento mecânico sobre o desenvolvimento radicular é dependente das características pedológicas e das práticas de manejo a que o solo é submetido (Santos et al., 2005). Conforme Silva et al. (2004) a utilização intensiva de máquinas e implementos agrícolas tem contribuído para modificar as propriedades físicas e dinâmicas dos solos tendo despertado o interesse dos pesquisadores por estudos de compactação e dinâmica do solo. O objetivo do trabalho foi determinar a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) em função da pressão de inflação dos pneus e do número de tráfegos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em área experimental do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas, LIMA, no Estado do Ceará, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 3°44'S e longitude 38°34'W, com altitude média de 26 metros, declividade média de 4% e clima As (tropical com estação seca), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), apresentando classe textural franco arenoso, com aproximadamente 10,60% de argila, 82,90% de areia, 6,40% de silte. A área experimental é utilizada em aulas com operações mecanizadas nos últimos três anos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3x3 com 4 repetições, totalizando 36 parcelas de 4m de largura por 10m de comprimento. Os tratamentos foram constituídos por três pressões de inflação dos pneus associado à três diferentes tráfegos (T1 – um tráfego, T2 – dois tráfegos e T3 – três tráfegos). O trator utilizado foi o BM 125i 4x2 TDA, com potência máxima de 91,9 kW (125 cv) no motor, apresentava massa de 6.875 kg (40% dianteira e 60% traseira), equipado com pneus dianteiros 14.9-R24 R1 e traseiro 18.4-R34 R1. As pressões nos rodados dianteiros e traseiros dos pneus foram: P1 – 9 PSI (62 kPa), P2 – 16 PSI (110 kPa) e P3 – 23 PSI (158 kPa). Em relação ao número de tráfegos foram considerados T1 - um tráfego, T2 – dois tráfegos e T3 – três tráfegos. O tráfego foi realizado sobre solo preparado com escarificador na profundidade de 0,30 m, sendo considerado tráfego o número de passada dos rodados do trator sobre o solo. As avaliações foram realizadas antes da implantação do experimento e após a passagem dos rodados de acordo com o número de tráfegos. A resistência mecânica do solo à penetração foi obtida através do penetrômetro eletrônico, modelo PNT – Titan da DLG Automação Industrial Ltda, construído conforme a norma da ASAE S313,3 (ASAE, 1999), observando-se 10 amostras por parcela nas profundidades de 0,0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m; 0,20 – 0,30 m. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foi realizada a comparação das médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 1 são apresentados os valores de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) submetidos a diferentes números de tráfegos e de pressões de inflação do pneu na camada de 0,00 – 0,10 m. Conforme a tabela verifica-se que não houve efeito significativo pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para as três variáveis analisadas.

TABELA 1. Resistência do solo a penetração em profundidade de 0,00-0,10 m submetidos a níveis de tráfegos e pressões de inflação do pneu.

Fontes de Variação		RLI (Pa)	RC (Pa)	RLE (Pa)
Número de tráfegos (T)	T1	0,85 a	0,98 a	0,95 a
	T2	1,21 a	1,15 a	1,00 a
	T3	1,09 a	1,09 a	1,04 a
Pressão (P)	P1	0,97 a	1,21 a	1,09 a
	P2	0,99 a	1,09 a	0,98 a
	P3	0,97 a	0,91 a	0,91 a
Valor de F	T	1,27 <sup>NS</sup>	2,03 <sup>NS</sup>	1,29 <sup>NS</sup>
	P	3,07 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>
	T*P	0,13 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>
DMS		0,36	0,37	0,27
CV (%)		33,92	34,18	26,69

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Legenda: RLI- resistência do lado interno; RC- resistência do centro; RLE- resistência do lado externo. DMS- diferença mínima significativa.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) submetidos a diferentes números de tráfegos e de pressões de inflação do pneu na camada de 0,10 – 0,20 m. De acordo com a tabela verifica-se que não houve efeito significativo pelo Teste de Tukey (p<0,05) para as três variáveis analisadas. Observando as Tabelas 1 e 2, foi constatado que a resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) não foi afetada nas duas primeiras camadas (0,00 – 0,20m) pelos parâmetros avaliados.

TABELA 2. Resistência do solo a penetração em profundidade de 0,10-0,20 m submetidos a níveis de tráfegos e pressões de inflação do pneu.

Fontes de Variação		RLI (Pa)	RC (Pa)	RLE (Pa)
Número de tráfegos (T)	T1	1,56 a	1,72 a	1,78 a
	T2	1,82 a	1,82 a	1,74 a
	T3	1,93 a	2,22 a	1,72 a
Pressão (P)	P1	1,85 a	2,29 a	2,05 a
	P2	1,90 a	1,77 a	1,69 a
	P3	1,57 a	1,70 a	1,50 a
Valor de F	T	0,85 <sup>NS</sup>	1,34 <sup>NS</sup>	2,70 <sup>NS</sup>
	P	0,97 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>
	T*P	1,81 <sup>NS</sup>	0,93 <sup>NS</sup>	2,82 <sup>NS</sup>
DMS		0,67	0,97	0,60
CV (%)		37,47	49,66	33,80

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Legenda: RLI- resistência do lado interno; RC- resistência do centro; RLE- resistência do lado externo. DMS- diferença mínima significativa.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) submetidos a diferentes números de tráfegos e de pressões de inflação do pneu na camada de 0,20 – 0,30 m. Conforme a tabela verifica-se que não houve efeito significativo pelo Teste de Tukey (p<0,05) para a resistência do lado interno do pneu, já para a resistência do centro do pneu e a resistência do lado externo houve efeito significativo para a pressão de inflação dos pneus. Pode-se observar que a menor pressão de inflação dos pneus proporcionou maior resistência à penetração na parte central do pneu, assim como para a resistência do lado externo do pneu. De acordo com a tabela 3, na camada de 0,20 – 0,30m a maior pressão de inflação do pneu causou um aumento significativo da resistência do solo à penetração principalmente na área central do pneu. O que está de acordo com Machado et al. (2005) que constatou que a região do solo onde ocorre o maior adensamento devido à pressão do rodado encontra-se localizada na faixa de profundidade próxima a 30 cm.

TABELA 3. Resistência do solo a penetração em profundidade de 0,20-0,30 m submetidos a níveis de tráfegos e pressões de inflação do pneu.

Fontes de Variação		RLI (Pa)	RC (Pa)	RLE (Pa)
Número de tráfegos (T)	T1	2,89 a	2,73 a	2,50 a
	T2	3,02 a	2,95 a	3,46 a
	T3	3,37 a	3,65 a	3,27 a
Pressão (P)	P1	3,42 a	3,78 a	3,67 a
	P2	3,05 a	2,92 ab	2,49 b
	P3	2,81 a	2,62 b	3,07 ab
Valor de F	T	0,935 <sup>NS</sup>	4,113 <sup>NS</sup>	3,599 <sup>NS</sup>
	P	0,622 <sup>NS</sup>	2,590*	2,665*
	T*P	1,382 <sup>NS</sup>	1,283 <sup>NS</sup>	1,369 <sup>NS</sup>
DMS		1,11	1,05	1,09
CV (%)		35,34	33,08	34,97

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Legenda: RLI- resistência do lado interno; RC- resistência do centro; RLE- resistência do lado externo. DMS- diferença mínima significativa.

Com o este estudo consegue-se observar a dinâmica de interferência do número de passadas dos rodados de um trator em superfície específica. O tráfego controlado delimita pontos fixos de passagens das máquinas no campo diminuindo a extensão de área transitada e conseqüentemente limita os seus possíveis efeitos negativos. Esse gerenciamento pode ser realizado por ferramentas tecnológicas, tais como a agricultura de precisão, que, com auxílio de tecnologias embarcadas nas máquinas podem proporcionar melhor aproveitamento dos recursos naturais, além de limitar a compactação do solo em regiões específicas.

**CONCLUSÕES:** A maior pressão de inflação nos pneus proporciona aumentos dos valores de RMSF nas maiores profundidades, em função da menor área de contato entre o pneu e o solo.

## REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. 2013. 353p.
- ASAE - American Society Agricultural Engineering. ASAE Standars: ASAE D497.2 Agricultural machinery management data. St. Joseph, p. 332-339, 1999.
- MACHADO, A. L. T.; REIS, A. V.; FERREIRA, M.F.P; MACHADO, R.L.T; MACHADO, A.L.C; BAUER, G.B. Influência da pressão de inflação do pneu do trator na resistência do solo a penetração. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 481-486, out-dez, 2005.
- DEXTER, A.R. & YOUNGS, I.M. Soil physic toward 2000. Soil Till. Res., 24:101-106, 1992.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M. da; SANTOS JUNIOR, J. de D.G.; SÁ, M.A.C. de; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.
- Bergamin, AC; VITORINO, ACT; Lempp, B.; SOUZA, CMA & SOUZA, FR Anatomia radicular de milho compactado los solo. Pesq. Agropec. Bras., 45:299-305, 2010.
- SANTOS, B. G.; CORRECHEL, V.; CUNHA, P. P.; JÚNIOR, J. P. O.; LEANDRO, W. M.; NASCIMENTO, J. B., CARVALHO, G. D. Resistência mecânica de um solo cultivado com algodoeiro em Sistema de prepare convencional em Ipameri, GO. V Congresso Brasileiro de Algodão. 2005.