

VARIAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO INTERNA DOS PNEUS DE TRATORES AGRÍCOLAS

ANA CAROLINE COELHO PEREIRA DA SILVA^{1*}; GILMARA PIRES GRANJA²; DANIEL MARIANO LEITE³
JARDÊNIA RODRIGUES FEITOSA⁴

¹Pós-graduanda em Agronomia: Horticultura Irrigada, UNEB, Juazeiro-BA, anacarolinecoelho91@gmail.com;

²Pós-graduanda em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Petrolina-PE, gilmara.granja@hotmail.com;

³Dr. em Engenharia Agrícola, Prof. Adjunto, UNIVASF, Petrolina-PE, daniel.mariano@univasf.edu.br;

⁴Dr. em Engenharia Agrícola, Prof. Adjunto, UNIVASF, Petrolina-PE, jardenia.rodrigues@hotmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar a variação da pressão interna dos pneus de um trator agrícola com o uso de diferentes manômetros. O experimento foi realizado na UNIVASF. Foram utilizadas oito pressões para o pneumático traseiro: 165,47, 151,68, 137,89, 124,11, 110,32, 96,53, 82,74 e 68,95 kPa e cinco pressões para o dianteiro: 248,21, 234,42, 220,63, 206,84 e 193,05 kPa. Para calibrar os rodados de acordo com as pressões empregadas utilizou-se um compressor de ar Motomil[®] que foi especificado como calibrador padrão. Além deste, foram utilizados três diferentes manômetros para avaliar se existe diferença na leitura desses manômetros comparados ao padrão, são eles: manômetro digital; manômetro de Caneta Vareta Bico Duplo; manômetro de Caneta Vareta. Realizou-se análise de variância (ANOVA) através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Houve interação significativa entre pressão e manômetro. A diferença entre os manômetros foi significativa, o que implica dizer que em algumas pressões dois ou mais manômetros tiveram leituras iguais e em outras não. Os manômetros diferiram quando comparados ao manômetro padrão, sendo o manômetro digital o mais indicado por apresentar valores mais próximos em relação à pressão atual do pneu. O manômetro de caneta vareta apresentou maior diferença em relação ao calibrador padrão, demonstrando não ser confiável para aferições da pressão interna de pneus.

PALAVRAS-CHAVE: Pneumático, manômetros, calibradores.

MAPPING OF THE PEDOLOGICAL POTENTIAL OF THE PARAÍBA STATE FOR THE CULTIVATION OF SUGAR CANE (*Saccharum spp*)

ABSTRACT: The purpose of this work is to evaluate the variation of the internal pressure of the tyres of an agricultural tractor with the use of different gauges. The experiment was carried out at UNIVASF. Eight pressures for the rear tyre were used: 165.47, 151.68, 137.89, 124.11, 110.32, 96.53, 82.74 and 68.95 kpa and five pressures for the front tyre: 248.21, 234.42, 220.63, 206.84 and 193.05 kpa. To calibrate the rounds according to the pressures employed a Motomil[®] air compressor was specified as standard calibrator. In addition to this, three different manometers were used to assess whether there is a difference in reading these gauges compared to the standard, they are: digital manometer; Double nozzle rod pen gauge; Rod pen Gauge. Analysis of variance (ANOVA) was carried out through the Tukey test, at a level of 5% significance. There was significant interaction between pressure and manometer. The difference between the gauges was significant, implying that in some pressures two or more gauges had equal readings and in others did not. The gauges differed when compared to the standard gauge, the digital gauge being the most indicated by presenting values closer to the current tyre pressure. The rod pen gauge has a greater difference compared to the standard calibrator, demonstrating that it is not reliable for internal tyre pressure measurements.

KEYWORDS: Pneumatic, pressure gauges, calibrators.

INTRODUÇÃO

O trator agrícola é avaliado como a principal fonte de potência na produção agrícola, empregado em conjunto com múltiplos equipamentos e na realização de várias tarefas. A interação entre a máquina e o solo é feita a partir de seus rodados, sendo que uma de suas principais funções é de oferecer apoio, sustentação, direcionamento e autolocomoção, além de serem responsáveis pela geração de esforço de tração. Os pneus interferem nos resultados de desempenho operacional do trator em relação ao tipo de construção, pressão de inflação, carga aplicada, tipo de dispositivo de tração e do seu desgaste (Spagnolo, 2010).

A utilização adequada da pressão interna do pneu pode trazer benefícios em relação ao aumento do rendimento do trator, a patinagem e também em relação a reduções em perdas de tração, propiciando o melhor desempenho operacional do trator (Souza, 2017).

As características físicas do solo, assim como o tipo e a geometria do pneu, as cargas aplicadas aos pneus e a pressão interna de insuflagem influenciam consideravelmente no desempenho operacional dos pneus. Quando há uma interação positiva e correta desses fatores, o efeito negativo da prática agrícola pode ser minimizado, e como consequência, o aumento da vida útil das máquinas e de seus rodados, gerando economia de recursos, como o consumo de combustível de maneira coerente, podendo evitar ou adiar gastos na manutenção das máquinas (Mazetto, 2004).

Em um estudo realizado por Lopes et al. (2005), a pressão de inflação influenciou significativamente a velocidade de deslocamento, patinagem e potência na barra de tração, sem, no entanto, apresentar uma tendência de comportamento. A interação entre pressão de inflação e carga sobre os rodados mostrou que determinadas combinações desses dois fatores são mais favoráveis para o desenvolvimento de maior velocidade de deslocamento e menor patinagem.

Baixas pressões levam a uma deflexão exagerada da carcaça do pneu aumentando a resistência ao rolamento. Pressões altas demais ocasionam uma diminuição da aderência dos pneus ao solo, além de desgaste irregular e mais rápido (Biris et al., 2011).

O objetivo deste trabalho é de avaliar a variação da pressão interna dos pneus de um trator agrícola com o uso de diferentes manômetros.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um galpão no Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) no *Campus* Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), localizado no Município de Petrolina, PE (09°32'80.62"S e 40°55'50.82"W, altitude de 370 m). Foi utilizado um trator da marca Valtra modelo 585 compacto 4 x 2 e potência de 34,57 kW (47 cv) no motor a 2250 rpm. Durante a prática do ensaio o trator encontrava-se lastrado com água nos pneus traseiros a um nível de 60% do seu volume.

Os modelos utilizados foram modelo Firestone® 14.9-24 R1-10 Super All Traction 23 – Agrícola para o eixo traseiro e Pirelli® 6.50-16CTT 6 CT52 no eixo dianteiro do trator, cujas especificações são descritas na Tabela 1. Quanto ao estado de uso, os pneus se encontravam em condição de “meia-vida”.

Tabela 2 - Especificações nominais dos pneus utilizados.

Pneu	Banda de rodagem	Largura da seção (m)	Diâmetro do aro (mm)	Carga máxima (kg)	Nº de lonas	Pressão recomendada (psi)
Traseiro	R1	1,49	609,6	1998	10	24
Dianteiro	DD	0,65	406,4	1000	6	34

Fonte: Catálogos da Firestone® e Pirelli®.

Foram utilizadas oito pressões para o pneumático traseiro: 165,47 (24 psi), 151,68 (22 psi), 137,89 (20 psi), 124,11 (18 psi), 110,32 (16 psi), 96,53 (14 psi), 82,74 (12 psi) e 68,95 kPa (10 psi) e cinco pressões para o pneumático dianteiro: 248,21 (36 psi), 234,42 (34 psi), 220,63 (32 psi), 206,84 (30 psi) e 193,05 kPa (28 psi). As combinações de pressões foram estabelecidas de acordo com as pressões comumente utilizadas em cada pneu.

Para calibrar os rodados de acordo com as pressões empregadas utilizou-se um compressor de ar Motomil®, modelo MAM 7.4/24, potência de 1,5 hp - rotação do motor de 3500 rpm, pressão máxima de 120 lbf (8,3 bar), que foi especificado como calibrador padrão.

Na avaliação da pressão interna dos pneus, foram utilizados três diferentes manômetros, são eles: manômetro digital marca Steula de 0 a 100 psi ou 0 a 6,9 bar, bateria de lítio de 3 V, graduação de 0,5 psi ou 0,05 bar (2); manômetro de Caneta Vareta Bico Duplo marca Steula de 10 a 150 psi, graduação de 2 em 2 psi nos 2 lados da régua (3); manômetro de Caneta Vareta marca Eccofer de 5 a 50 psi em escala de 1 em 1 psi (4). Para compor o valor da média para cada manômetro foram realizadas três leituras.

O contraste entre as médias do calibrador padrão e dos manômetros foi realizado pela análise de variância (ANOVA) através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo cinco pressões para o pneu dianteiro e oito para o pneu em traseiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da ANOVA para as pressões e os diferentes manômetros utilizados, a um nível de 5% de significância, para o pneu dianteiro (D), pneu traseiro posicionado em cima das garras (T) e traseiro posicionado entre as garras (Td) estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2 - Resumo da ANOVA para as diferentes pressões e manômetros utilizados no pneu dianteiro.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PRESSÃO	4	368,52*	92,12*	1228,39	0,000
MANÔMETRO	3	33,50*	11,17*	148,89	0,000
PRES. x MANO.	12	5,42*	0,45*	6,02	0,000
ERRO	40	3,0	0,07	-	
CV (%)	0,85	-	-		

*Significativo ao nível de significância com 5% de probabilidade. GL: Grau de liberdade. SQ: Soma de quadrados. QM: Quadrado médio. Fc: Valor F calculado.

Tabela 3 - Resumo da ANOVA para as diferentes pressões e manômetros utilizados no pneu traseiro posicionado em cima das garras (T).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PRESSÃO	7	1696,25*	242,32*	2584,76	0,000
MANÔMETRO	3	71,47*	23,82*	254,10	0,000
PRES. x MANO.	21	14,72*	0,70*	7,48	0,000
ERRO	64	6,0	0,09	-	
CV (%)	1,72	-	-		

* Significativo ao nível de significância com 5% de probabilidade. GL: Grau de liberdade. SQ: Soma de quadrados. QM: Quadrado médio. Fc: Valor F calculado.

Tabela 4 - Resumo da ANOVA para as diferentes pressões e manômetros utilizados no pneu traseiro posicionado entre as garras (Td).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PRESSÃO	7	1718,66*	254,67*	11,35	0,000
MANÔMETRO	3	69,63*	22,54*	214,37	0,000
PRES. x MANO.	21	13,82*	0,82*	1,42	0,1412
ERRO	64	6,0	0,08	-	
CV (%)	1,65	-	-		

* Significativo ao nível de significância com 5% de probabilidade. GL: Grau de liberdade. SQ: Soma de quadrados. QM: Quadrado médio. Fc: Valor F calculado.

De acordo com os resultados obtidos houve interação significativa entre pressão e manômetro. A diferença entre os manômetros foi significativa, o que implica dizer que em algumas pressões dois ou mais manômetros tiveram leituras iguais e em outras não.

Para o pneu dianteiro, todos os manômetros apresentaram diferença quando comparados ao manômetro padrão (1), sendo o manômetro de caneta vareta (4) o que apresentou maior diferença em relação ao padrão, apresentando diferença em quatro leituras de pressões, já os manômetros 3 e 2 apresentam diferença em três e duas leituras de pressões, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - ANOVA para o pneu dianteiro em relação à comparação das médias de leitura entre os manômetros comparados ao manômetro padrão em cinco pressões.

Manômetro	Pressão (psi)				
	P1	P2	P3	P4	P5
1	36 ^a	34 ^b	32 ^b	30 ^{bc}	28 ^c
2	35,5 ^a	34,5 ^{ab}	33 ^a	30,2 ^b	28,8 ^b
3	34 ^b	33 ^c	31 ^c	29,5 ^c	27,8 ^c
4	36 ^a	35 ^a	33,5 ^a	31 ^a	30 ^a

Manômetros: 1: padrão (compressor de ar de parede); 2: digital; (3) caneta vareta bico duplo; (4) caneta vareta. *Pressões:* P1: 36 psi; P2: 34 psi; P3: 32 psi; P4: 30 psi; P5: 28 psi.

Todos os manômetros apresentaram diferença quando comparados ao manômetro padrão (1), sendo o manômetro de caneta vareta (4) o que apresentou maior diferença, pois todas as leituras para este manômetro apresentaram diferença significativa em relação ao padrão, já os manômetros 2 e 3 diferiram em seis e quatro leituras de pressões, respectivamente (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6 - ANOVA para o pneu traseiro posicionado no solo em cima das garras (T) em relação à comparação das médias de leitura entre os manômetros comparados ao manômetro padrão em oito pressões.

Manômetro	Pressão (psi)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	24 ^b	22 ^b	20 ^c	18 ^c	16 ^c	14 ^c	12 ^c	10 ^c
2	24 ^b	22 ^b	21,5 ^b	19,2 ^b	17,7 ^b	15 ^b	13 ^b	11,5 ^b
3	22,3 ^c	20,3 ^c	20,5 ^c	18,5 ^c	16,3 ^c	14,2 ^c	12,7 ^b	11,3 ^b
4	25,2 ^a	23,2 ^a	22,5 ^a	20,7 ^a	18,7 ^a	16,2 ^a	14,3 ^a	12,2 ^a

Manômetros: 1: padrão (compressor de ar de parede); 2: digital; (3) caneta vareta bico duplo; (4) caneta vareta. *Pressões:* P1: 24 psi; P2: 22 psi; P3: 20 psi; P4: 18 psi; P5: 16 psi; P6: 14 psi; P7: 12 psi; P8: 10 psi.

Tabela 7 - ANOVA para o pneu traseiro posicionado no solo entre as garras (Td) em relação à comparação das médias de leitura entre os manômetros comparados ao manômetro padrão em oito pressões.

Manômetro	Pressão (psi)							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	24 ^b	22 ^b	20 ^c	18 ^c	16 ^c	14 ^c	12 ^c	10 ^c
2	24 ^b	22 ^b	21,5 ^b	19,2 ^b	17,2 ^b	15 ^b	12,5 ^b	11,5 ^b
3	23 ^c	20,3 ^c	20,2 ^c	18,5 ^c	16,3 ^c	14,5 ^c	12,7 ^b	10,3 ^b
4	25,3 ^a	23 ^a	22,5 ^a	20,3 ^a	18,8 ^a	16,2 ^a	14 ^a	12,3 ^a

Manômetros: 1: padrão (compressor de ar de parede); 2: digital; (3) caneta vareta bico duplo; (4) caneta vareta. *Pressões:* P1: 24 psi; P2: 22 psi; P3: 20 psi; P4: 18 psi; P5: 16 psi; P6: 14 psi; P7: 12 psi; P8: 10 psi.

Os trabalhos relacionados à precisão de manômetros de pressão na literatura ainda é escasso. É evidente que os manômetros disponíveis no mercado não são precisos, informando um valor de pressão diferente a do pneu, o que implica em valores a mais ou a menos sobre o valor real. Sendo assim, a máquina irá operar com pressão de pneus a mais ou a menos da indicada para o modelo, podendo causar problemas operacionais.

De acordo com Corrêa (1999), o pneu agrícola é projetado para suportar diversas cargas, de acordo com a pressão de ar específica, sendo que, pressões adequadas garantem maior vida útil ao pneu.

A pressão influenciará não só características do pneu, mas também as do solo, causando aumento na compactação, podendo afetar a produtividade agrícola (Spagnolo, 2010).

CONCLUSÃO

Os manômetros avaliados apresentaram diferenças significativas quando comparados ao manômetro padrão, sendo o manômetro digital o mais indicado por apresentar valores mais próximos em relação à pressão atual do pneu. O manômetro de caneta vareta apresentou diferença em um maior número de pressões em relação ao calibrador padrão, demonstrando não ser confiável para aferições da pressão interna de pneus.

REFERÊNCIAS

- Biris, S. S.; Ungureanu, N.; Maican, E.; Murad, E.; Vladut, V. Fem. Model to study the influence of tire pressure on agricultural tractor wheel deformations. *Engineering for rural development*, v. 10, p. 223-228, 2011.
- Corrêa, I. M. Conheça o pneu agrícola que você usa. *Revista Unesp Rural*, v. 18, p. 21. 1999.
- Lopes, A.; Lanças, K. P.; Silva, R. P. Desempenho de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.2, p. 366-370, 2005.
- Mazetto, F. R. Avaliação das metodologias de determinação das áreas de contato e deformações elásticas de pneus agrícolas em função das pressões de inflação e cargas radiais. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na agricultura): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP. 2004. 84 f.
- Spagnolo, R. T. Desempenho operacional de um trator agrícola em função da lastragem, pressão de insuflagem e da vida útil do pneu. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Mecanização Agrícola): Universidade Federal de Lavras – UFLA. Lavras, MG. 2010. 55 f.
- Souza, L. C. Relação massa/potência e pressão interna do pneu de um trator agrícola. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo): Universidade Estadual Paulista – UNESP. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP. 2017. 34 f.