

ÁREA DE CONTATO ENTRE PNEUS COM TECNOLOGIA RADIAL STANDARD E RADIAL IF

Gleisson Pereira SEBBA^{1*}; Talita Gracielly Dias LANES²; Gelson Luiz MICHELON³ Thiago Martins MACHADO⁴

*E-mail: gleissonsebba@hotmail.com

¹Graduado em Administração, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

²Graduada em Agronomia, Faculdade da Amazônia (FAMA), campus Vilhena, Rondônia, Brasil.

³Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Sinop, Mato Grosso, Brasil.

⁴Prof. Doutor Engenheiro Agrícola, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Sinop, Mato Grosso, Brasil.

RESUMO: Os pneus foram concebidos para facilitar os deslocamentos e transportes de carga, passando das rodas de pedra, depois madeira, rodas de ferro e daí sim chegar nas rodas de pneus de borracha. Para a agricultura a mudança de rodas de ferro para pneus de borracha com inflação foi um ganho para maior produtividade, velocidade, conforto e menor compactação de solo. Atualmente, na agricultura, possui tecnologia de pneu diagonal, tecnologia de pneu radial e evoluindo para novas tecnologias. O pneu radial com tecnologia IF permite 20% a mais de carga seja transportada com a mesma pressão em relação ao pneu com tecnologia radial standard. Para analisar essa nova tecnologia, foi realizado ensaio comparativo entre pneus com tecnologia radial IF e tecnologia radial standard, afim de aferir áreas de contato dos pneus e das garras com pressões diferentes. O ensaio foi realizado em ambiente indoor, sendo utilizado um trator 4x2 TDA, com as distribuições de carga para cada pneu de acordo com o especificado no manual do fabricante, respeitando a transferência de carga entre eixos e velocidade de trabalho para determinação das pressões de inflação. Desta forma o pneu com tecnologia radial IF obteve maior área de garras em relação ao pneu radial standard. Não foi significativa a diferença entre a área de contato do pneu radial IF em relação ao radial standard.

Palavra-chave: Tração, Compactação de Solo, Equilíbrio Operacional.

Foot Print between tires with standard radial and IF radial technology

ABSTRACT: The tires have been designed to make it easier to move and carry load, from stone, wood, iron wheels to rubber wheels. For agriculture the shift from iron wheels to rubber tires with increased productivity, speed, comfort and lower soil compaction. Currently, in agriculture, it owns diagonal tire technology, radial tire technology and evolving to new technologies. The radial tire with IF technology allows 20% more load to be transported with the same pressure in relation to the tire with standard radial technology. In order to analyze this new technology, a comparative test was carried out between tires with IF radial technology and standard radial technology, in order to measure the contact areas of tires and clutches with different pressures. The test was carried out in an indoor environment, using a 4x2 TDA tractor, with the load distributions for each tire according to the specifications of the manufacturer's manual, respecting the load transfer between axes and working speed to determine the inflation pressures. In this way the tire with IF radial technology obtained bigger area of tire and mainly bigger area of claw with respect to the standard radial tire.

Keywords: Traction, Soil Compaction, Operation Equilibrium

1. INTRODUÇÃO

O tráfego de máquinas agrícolas tem sido apontado como a principal causa da compactação do solo, intensificando-se pelo aumento no peso das máquinas e implementos, e pela intensidade do uso do solo decorrente da modernização da agricultura, conforme observado por BERISSO et al. (2013) e FOUNTAS et al. (2013).

Tanto a pressão de inflação, quanto o tamanho do pneu atuam na distribuição das forças sobre as áreas de contatos com o solo (SOANE et al., 1981). De acordo com FERNÁNDEZ & GALLOWAY (1987), as distribuições da pressão no solo em função da compressão exercida pelas rodas das máquinas dependem de diversos fatores como:

- Carga;
- Extensão da área de contato solo-pneu;

$$A_p = \frac{A_{cs} \cdot A_{pf}}{A_{csf}}$$

- Distribuição da pressão na área de contato;
- Teor de água;
- Densidade do solo.

As características de desempenho de pneus agrícolas em diferentes condições de solo, com várias cargas dinâmicas e pressões de inflação, são de grande interesse na adequação dos mesmos dentro da unidade de força motriz, tendo como objetivo a execução dos trabalhos de campo de forma mais eficiente (UPADHYAYA & WULFSOHN (1990).

A norma TRA (Tire and Rim Association) 2011 e ALAPA (Associação Latino Americano de Pneus e Aros) 2018, adotaram um novo padrão de pneus radiais com maior deflexão, aumentando a área de contato com o solo, diminuindo a compactação, projetado para suportar, com a mesma pressão, 20% a mais de carga sobre o rodado, estes pneus foram denominados com a sigla IF (Improved Flexion).

O pneu radial IF surge como uma nova opção de tecnologia, que poderá contribuir na redução dos impactos da agricultura sobre o meio ambiente. O presente trabalho visa quantificar este novo padrão, devido à pouca informação, sobre esta tecnologia, em artigos da área.. Sendo assim, o objetivo do mesmo foi avaliar a área de contato dos pneus e das garras radiais, em relação aos pneus radiais IF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Mecanização da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop. O trator utilizado foi o modelo BT210 da marca Valtra, linha pesada de 215 cv (Figura 1), a carga por pneu foi mensurado com a balanças de precisão da marca Haenni, de duas sapatas.

Os dois pneus ensaiados, da marca Firestone, consistindo um modelo de construção radial standard All Traction Dt 710/70R38, inserido no lado traseiro direito (TD) do trator, com carga de 2.800 kg, e o outro modelo de construção radial IF All Tractin Dt IF 710/70R38, fixado no lado traseiro esquerdo (TE), com carga semelhante.

Os pneus radiais IF foram inflados em 2 pressões diferentes: 20 psi, 9 psi; de forma decrescente, tendo três repetições para cada pressão. Já os pneus radiais foram inflados somente com as pressões 20 e 15 psi.

A área de contato dos pneus foi mensurada por meio da elevação da traseira do trator com o auxílio de um macaco hidráulico pneumático tipo garrafa. Tingiu-se os pneus com tinta para almofada de carimbo, seguidamente, desceu o trator, realizando a prensagem do rodado em papel pardo, em superfície rígida, pelo método de footprint, sendo realizado um lado por vez. Após cada prensagem no papel pardo, a área de contato foi registrada em imagem digital. A leitura gráfica das áreas de contato foi obtida através do programa computacional AUTOCAD®, empregando-se a relação expressa na Equação 1, MAZETTO et al. (2004).

Onde:

A_p - área do pneu (m^2);

A_{cs} - área de um quadro de referência (m^2);

A_{pf} - área do pneu na foto (m^2);

A_{csf} - área do quadro de referência na foto (m^2);

As áreas de contato do pneu e da barra foram analisadas por teste de médias Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 1. Trator Valtra BT210 equipado com o conjunto pneus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 é demonstrado a área de contato e garras para o pneu radial standard com as pressões de inflação de 20 psi e 15 psi e para o radial IF as pressões 15 e 9 psi, respectivamente. A área de contato do pneu e da garra é resultado da deflexão quando uma carga é aplicada e a variação de pressão de inflação pode aumentar ou diminuir esta área. As simulações de área de contato com variabilidade de pressão de inflação possuem significativa influencia no desempenho dos equipamentos agrícolas, desempenho verificado por (BRADLEY & BENJAMIN, 2011) e (MARCONI et al., 2014).

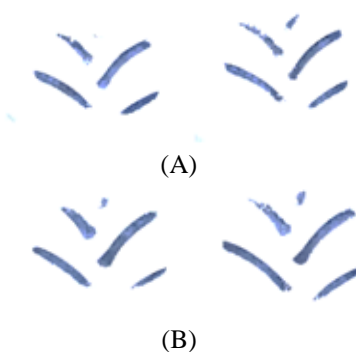


Figura 2. Área de contato e garras do pneu radial standard (A) e radial IF na folha de papel pardo (B)

Na representação em AUTOCAD® (figura 3), verifica-se os valores resultantes da área total do pneu (A) tecnologia radial standard com 15 psi e da tecnologia radial IF com 9 psi, bem como a área total da garra (B)

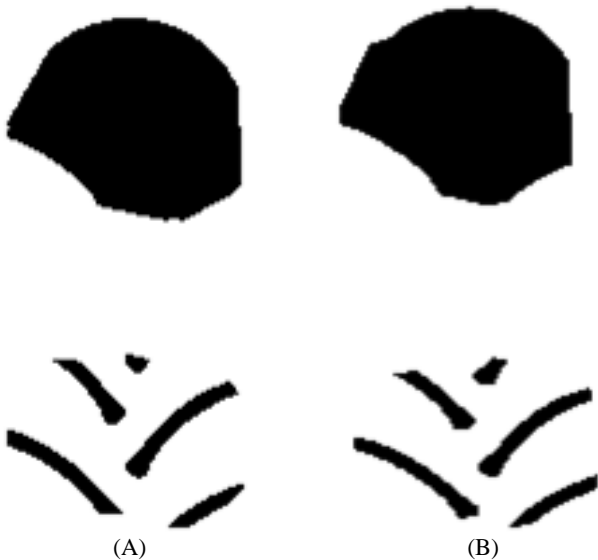


Figura 3. Área de contato e de garras radial (A), área de contato e garras radial IF (B),

Os resultados para área de contato do pneu e área de garra podem ser observados na tabela 5.

Para evitar fadiga da carcaça ou dano ao pneumático, foi acrescido 20% ao peso por pneu na carga, em virtude de segurança, sabendo-se que pode existir transferência de carga para o pneu, com isso chegou-se a um peso por pneu de 3360 kg. De acordo com o manual do fabricante com cargas por pressão de inflação, chegou-se a uma pressão nominal para o pneu Radial Standard 15 PSI (Tabela 3) e 9 PSI para o pneu Radial IF (Tabela 4).

Tabela 3. Carga / Pressão de inflação pneus radiais.

TIRE SIZE	INFLATION PSI	LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES								
		6	9	12	15	17	20	23	29	35
710/70R38 SINGLES kg		2430	2900	3350	3875	4375	4875	5300	5600	5800

Tabela 4. Carga / Pressão de inflação pneus radiais IF.

TIRE SIZE	INFLATION PSI	LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES								
		6	9	12	15	17	20	23	29	35
IF710/70R38 SINGLES kg		2430	3450	4000	4625	5150	5800	6300	6700	6900

Com a redução da pressão de inflação houve um incremento na área de contato dos pneus e na área de contato das garras para ambos (Tabela 5). Quando comparada as duas tecnologias o resultando foi de 2% de incremento de área do pneu radial IF em relação ao standard e 32% a mais de área de garra (barra) do pneu radial IF em relação ao pneu radial standard. Resultados de acréscimo, como este, também foram expostos por (BRADLEY & BENJAMIN, 2011).

Estudos realizados por PORTERFIELD & CARPENTER (1986), já indicavam que o nível de compactação superficial depende da pressão de contato, enquanto a compactação profunda depende da área de contato, largura do pneu e da carga suportada pelo mesmo.

Segundo Machado et al. (2015) e Machado et al. (2013) pneus com tecnologia radial com a redução da pressão de inflação, promovem uma maior deformação elástica do flanco do pneu, proporcionando um incremento de área de contato contribuindo para uma menor pressão sobre o solo.

Tabela 5. Comparativo de médias: área pneu e área garra.

Tratamento	Área de contato (m ²)	Área de garra (barra) (m ²)
IF 9	0,3275 a	0,0692 a
IF 20	0,2254 b	0,0502 b
STD 15	0,3221 a	0,0512 b
STD 20	0,2192 b	0,0368 c
DMS (%)	0,038	0,008
CV (%)	5,310	5,930

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Conforme verificado nos resultados, a tecnologia do pneu radial IF, proporcionou uma redução da pressão de inflação em relação ao pneu radial, suportando a mesma carga, tendo um aumento significativo da área de garras. Perante a esses resultados mais estudos devem ser realizados para analisar se o aumento da área de garras terá efeito positivo em desempenho do trator, evitando assim a troca por aros mais largos conforme recomenda alguns fabricantes de pneus IF, que no geral torna inviável a utilização desta tecnologia.

4. CONCLUSÕES

O ensaio demonstrou que houve um incremento na área de garra do pneu radial IF em relação ao pneu radial standard com a mesma carga aplicada. Não houve diferença significativa entre as áreas de contato entre os pneus radiais e IF. Estudos posteriores são indispensáveis para se obter maior difusão e melhor esclarecimento sobre essa tecnologia.

5. REFERÊNCIAS

- BERISSO, F. E.; SCHOJONNING, P.; LAMANDÉ, M.; WEISSKOPF, P.; STETTLER, M.; KELLER, T. Effects of the stress field induced by a running tyre on the soil pore system. *Soil and Tillage Research*, v. 131, p. 36-46, 2013. ISSN 0167-1987.
- BRADLEY, J. H; BENJAMIN, R. R. Comparison of IF and Standard Marked Metric Radial Ply Tires. ASABE. Paper number 1110804, Kentucky, 2011.
- FERNÁNDEZ, B.; GALLOWAY, H. M. Efeito das rodas do trator em propriedades físicas de dois solos. *Revista Ceres*, v.34, p.562-568, 1987.
- FIRESTONE. *Agricultural Tires Databook*, 2018.
- FOUNTAS, S.; PARAFOROS, D.; CAVALARIS, C.; KARAMOUTIS, C.; GEMTOS, T. A.; ABU-KHALAF, N.; TAGARAKIS, A. A five-point penetrometer 79 with

-
- GPS for measuring soil compaction variability. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 96, p. 109-116, 2013. ISSN 0168-1699.
- MARCONI, J. R. F.; LEITE, D. M.; FERNANDES, H. C.; SILVA, A.C. Capacidade de tração com base na pressão do pneu. *Revista Cultivar* ed 135. Acesso dia 21/05/18.
- MACHADO, T. M.; LANÇAS, K. P.; JUNIOR, M. O. B.; ARTIOLI, J. A.; MARASCA, I. Ensaio de dois tipos construtivos de pneus agrícolas com desenho e alturas de garra R1 e R3. Artigo científico CONBEA, Fortaleza, 2013.
- MAZETTO, F. R.; LANÇAS, K. P.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO, NETO, P.; GUERRA, S. P. S. Avaliação do contato pneu-solo em três modelos de pneus agrícolas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.3, p.750-757, 2004.
- NORMAS TECNICAS ALAPA. Pag 26, 27. 2017/18
- PORTERFIELD, J.W; CARPENTER, T.G. Soil compaction: an index of potential compaction for agricultural tires. *Transactions of the ASABE*, St. Joseph, v.29, n.4, p.917-22, 1986.
- REIS, A. M.; REIS, A. V.; FERREIRA, M.; MACHADO, R.; MACHADO, A.; BAUER, G. B. Influência da pressão de inflação do pneu de trator na resistência do solo à penetração. Artigo científico. Pelotas, 2005.
- SOANE, B.D.; BLACKWELL, P.S. & DICKSON, J.W. Compaction by agricultural vehicles: A review. II - Compaction under tyres and other running gear. *Soil Till. Res.*, 1:373-400, 1981.
- TRA. 2011. The Scope and History of TRA. Pag70 Available at: <http://www.us-tra.org>. Acesso 22/05/18.
- UPADHYAYA, S.K.; WULFSOHN, D. Review of traction prediction equations. In: *ASAE - American Society of Agricultural Engineers, ASABE*. Paper number 90-1573. St. Joseph, 1990.
-