

ÁREA DE CONTATO ENTRE PNEUS RADIAIS E DIAGONAIS DE UM TRATOR AGRÍCOLA E O SOLO, EM FUNÇÃO DA PRESSÃO INTERNA DOS PNEUS

MARCONI R. FURTADO JÚNIOR¹, DANIEL MARIANO LEITE², JARDÊNIA RODRIGUES FEITOSA³, PAULO ROBERTO FORASTIERE⁴, ANDERSON CANDIDO DA SILVA⁵

¹Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG, Fone: (31) 3899 1860, marconi.junior@ufv.br

²Lic. em Ciências Agrícolas, Prof. Assistente, Departamento de Agronomia, UNIVASF, Petrolina-PE.

³Engª Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG.

⁴Engº Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

⁵Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

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

RESUMO: A área de contato pneu-solo pode ser definida como a área de envolvimento da superfície de tração, projetada num plano horizontal na superfície do solo e, exerce influência significativa na distribuição das tensões na interface pneu-solo. A área de contato varia em função da pressão interna do pneu, da carga vertical incidente sobre ele, do deslizamento dos rodados e do tipo de construção do pneu. Pneus radiais, em virtude da disposição das suas lonas, tendem a apresentar maior área de contato que os diagonais. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento da área de contato entre o pneu e o solo para pneus radiais e diagonais, dianteiros e traseiros de um trator agrícola, calibrados com diferentes pressões internas (68,95; 82,74; 96,53; 110,32; 124,11 e 137,89 kPa para os diagonais; e 137,89; 151,68; 165,47; 179, 26; 193,05 e 206, 84 kPa para os radiais). As impressões deixadas pelos pneus sobre o solo foram obtidas utilizando-se uma caixa de solo e, posteriormente fotografadas, sendo as imagens processadas no AutoCad 2014 para determinação das áreas. A pressão interna dos pneus apresentou efeito linear nos valores da área de contato, independentemente da forma construtiva dos pneus e do eixo avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: Área de contato, pneu radial e diagonal, pressão interna

AREA CONTACT BETWEEN THE RADIAL TIRES AND DIAGONAL OF A FARM TRACTOR AND SOIL IN FUNCTION OF INTERNAL PRESSURES OF TIRES

ABSTRACT: The area of contact can be defined as the area of engagement of the traction surface, projected on a horizontal plane on the ground surface and, has significant influence on the distribution of stresses in the tire-soil interface. The contact area varies according to the internal pressure of the tire, vertical load incidente on it, slip of wheelsets and type of tire construction. Radial tires, due to the disposition of their linings tend to have larger contact area than the diagonal. Therefore, the objective of this work was to evaluate the behavior of the contact area between the tire and the ground for radial and diagonal tires, front and rear of an agricultural tractor, calibrated with different internal pressures (68.95; 82.74; 96.53; 110.32, 124.11 and 137.89 kPa for the diagonal, and 137.89; 151, 68, 165.47, 179, 26, 193.05 and 206,84 kPa for the radials). The impressions left on the ground by the tires were obtained using a soil box, and then photographed and the images processed in AutoCAD 2014 for determination of areas. The internal pressure of the tires showed a linear effect on the values of contact area, regardless of the constructive manner of the tires and rated axis.

KEYWORDS: area of contact, radial and bias tires, internal pressure

INTRODUÇÃO: O desempenho de um trator está intimamente relacionado com a interação entre os pneus e solo e a superfície de contato estabelecida entre eles. A área de contato entre os pneus e o solo, definida pela ASAE (2003) como a área de envolvimento das superfícies de tração e transporte projetada num plano horizontal na superfície do solo, é um fator significativo no controle do desenvolvimento das tensões na interface pneu-solo. A área de contato varia em função da pressão interna do pneu, da carga vertical incidente sobre ele, do seu tipo de construção, do deslizamento entre os rodados e da deformação sofrida pelo solo. Com relação ao tipo de construção, tem-se que os pneus radiais quando inflados a uma pressão correta produzem maior área de contato, uma vez que a disposição das suas lonas aumenta a deflexão lateral do pneu (SANTOS, 2003). Já os pneus diagonais possuem a parte lateral do pneu rígida, e essa rigidez impede que o pneu se molde no solo de acordo com o terreno ocorrendo uma redução da área de contato (SILVA et al., 2000). A pressão interna também influencia a extensão da área de contato. Mantendo-se as demais variáveis constantes, uma redução da pressão interna do pneu resulta em uma maior deflexão do mesmo e, conseqüentemente, em maior superfície de contato. Inversamente, quando a pressão é elevada a porção do pneu que entra em contato com o solo é menor e a força vertical distribuída em uma menor área. Taghavifar e Mardani (2013) destacam que a estimativa da área de contato contribui para a determinação das pressões de contato, da relação tensão-deformação e do risco potencial de compactação, além de exercer influência significativa sobre os parâmetros de tração. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento da área de contato entre o pneu e o solo para pneus radiais e diagonais de um trator agrícola quando calibrados com diferentes pressões internas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, utilizando-se um trator John Deere®, modelo 5705, 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA), potência de 62,56 kW (85 cv) no motor a 2400 rpm. Para a realização do experimento, o trator foi 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 do trator; e pneus radiais modelos 320/85R24 no eixo dianteiro e 460/85R30 no eixo traseiro do trator, ambos da linha OPTITRAC da Goodyear®. A área de contato entre os pneus e o solo foi avaliada em função do tipo de construção do pneu e de diferentes pressões internas. Nos pneus radiais foram utilizadas as pressões de 137,9, 151,2, 165,5, 179,3, 193,1 e 206,8 kPa, enquanto para os diagonais foram utilizadas as pressões de 68,6, 82,7, 96,5, 110,3, 124,1 e 137,9 kPa. Para determinar a área de contato dos pneus quando inflados com as diferentes pressões, foi construída uma caixa de solo com as dimensões 1,30 x 1,05 x 0,035 m, a qual foi preenchida com solo previamente peneirado. As impressões dos pneus no solo foram obtidas utilizando-se um macaco hidráulico para erguer o pneu cuja área seria determinada. Uma vez suspenso, a caixa de solo era colocada sob o pneu e o macaco hidráulico retirado, de modo a imprimir no solo a área de contato entre as duas superfícies. Após cada determinação o solo da caixa era revolvido e nivelado, sendo o procedimento realizado para os pneus radiais e diagonais nos eixos dianteiro e traseiro do trator. As impressões deixadas no solo foram registradas por meio de imagem digital utilizando uma câmera SONY Cyber-Shot DSC-HX1, 9.1 megapixels. As imagens obtidas foram analisadas por meio do software AutoCAD 2014, no qual foi feita a correção da escala e determinadas as áreas de contato (FIGURA 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O comportamento da área de contato para os rodados de cada eixo em função das pressões internas aplicadas aos pneus, submetidos à carga constante, é apresentado nas Figuras 2 e 3. As estimativas das áreas de contato foram realizadas em condições estáticas e os dados apresentados correspondem à média entre os valores obtidos para os pneus direito e esquerdo de cada eixo. A pressão interna dos pneus apresentou efeito linear sobre os valores da área de contato independentemente da forma construtiva dos pneus e do eixo em que foram montados.

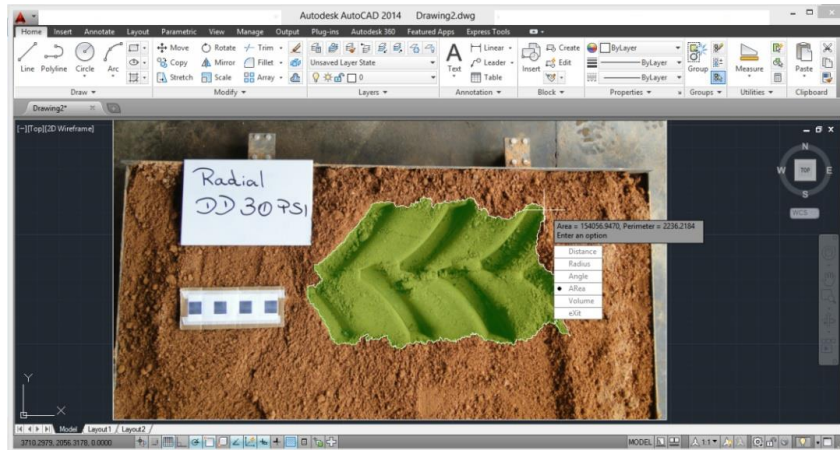


FIGURA 1. Determinação da área de contato do pneu sobre o solo.

Na faixa de pressão avaliada, o maior efeito sobre a área de contato foi observado para os pneus diagonais traseiros, nos quais ocorreu um aumento da área de contato de $0,0011\text{m}^2$ à medida que se reduziu a pressão interna em uma unidade. Frantz (2011) também verificou uma tendência linear de redução da área de contato de um rodado simples com o aumento da pressão interna dos pneus, obtendo um aumento de 11% no valor da área de contato quando a pressão foi reduzida de 152 para 124 kPa. No presente trabalho, a área de contato aumentou cerca de 56% para os pneus diagonais traseiros quando reduziu-se a pressão interna dos pneus de 137,9 para 68,65 kPa, percentual explicado pela maior deflexão dos flancos, que contribuem com a banda de rodagem.

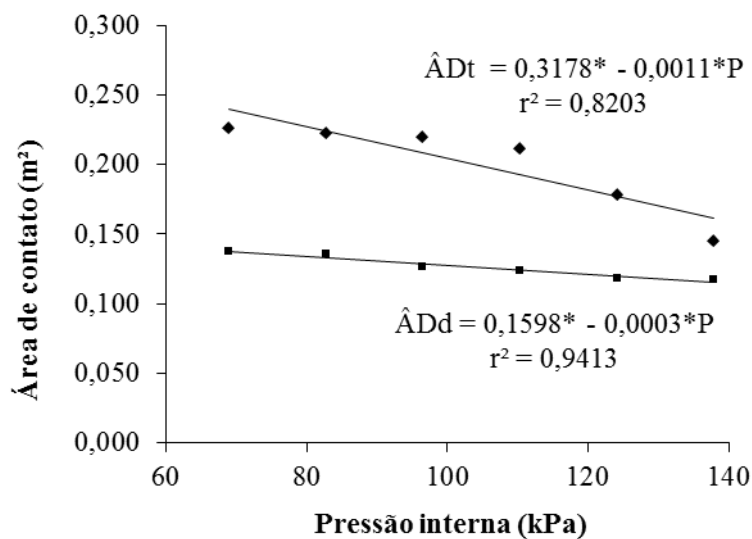


FIGURA 2. Área de contato entre os pneus diagonais e solo em função da pressão interna dos pneus. * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t. \hat{A}_{Dt} -Área de contato dos pneus diagonais traseiros; \hat{A}_{Dd} -Área de contato dos pneus diagonais dianteiros; e P - Pressão interna (kPa).

Nos pneus radiais a redução da pressão interna em uma unidade resultou em um aumento da área de contato de $0,0006\text{m}^2$. Nesse caso, ao se variar a pressão interna de 206,8 para 137,9 kPa, obteve-se um aumento de cerca de 13% no tamanho da área de contato. As áreas de contato médias entre os pneus diagonais traseiros e o solo nas pressões de 68,6 (10 psi), 82,7 (12 psi), 96,5 (14 psi), 110,3 (16 psi), 124,11 (18 psi) e 137,9 (20 psi) kPa foram 0,226, 0,223, 0,219, 0,212, 0,178 e 0,145 m^2 , respectivamente. Nos pneus dianteiros nas mesmas pressões, foram 0,137, 0,136, 0,126, 0,124, 0,118 e 0,117 m^2 , respectivamente.

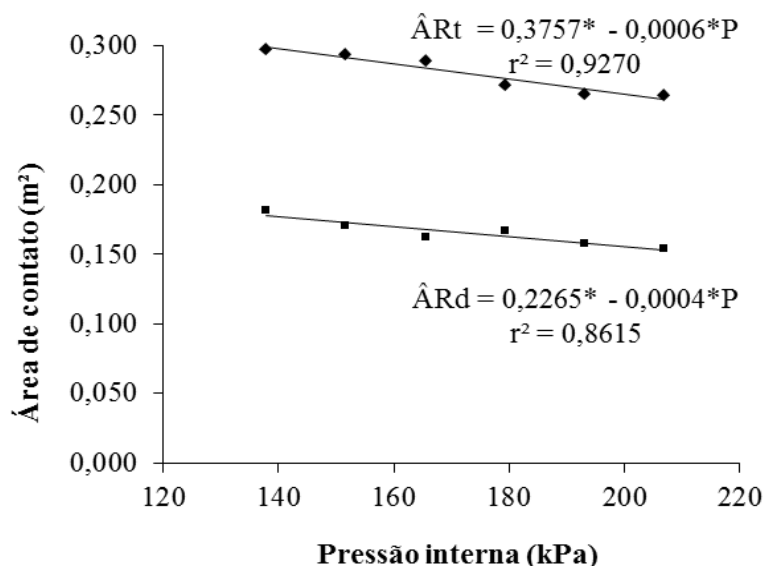


FIGURA 3. Área de contato entre os pneus radiais e solo em função da pressão interna dos pneus. * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t. \hat{A}_{Rd} -Área de contato dos pneus radiais dianteiros; \hat{A}_{Rt} -Área de contato dos pneus radiais traseiros; e P - Pressão interna (kPa).

Já nos pneus radiais, as áreas de contato médias entre os pneus traseiros e o solo nas pressões de 137,9 (20 psi), 151,7 (22 psi), 165,5 (24 psi), 179,3 (26 psi), 193,1 (18 psi) e 206,8 (30 psi) kPa foram 0,298, 0,293, 0,289, 0,271, 0,265 e 0,264 m², respectivamente. Para os pneus dianteiros nas mesmas pressões, foram 0,182, 0,170, 0,162, 0,166, 0,158 e 0,154 m², respectivamente. Taghavifar e Mardani (2013) comparando a determinação da área de contato por meio do processamento de imagens com a obtenção por meio de equações, concluíram que o uso de imagens proporciona uma medição precisa desse parâmetro. Os autores concluíram ainda que a área de contato diminuiu de forma consistente com o aumento da pressão interna, ratificando os resultados obtidos neste trabalho.

CONCLUSÕES: A pressão interna dos pneus apresentou efeito linear nos valores da área de contato, independentemente da forma construtiva dos pneus e do eixo avaliado.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **General Terminology for Traction of Agricultural Traction and Transport Devices and Vehicles: ASAE S296.5**. ASAE Standard. St. Joseph, Michigan, 2003.
- FRANTZ, U. G. **Análise de desempenho em tração de rodado simples e duplo em um trator agrícola**. 2011. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Mecanização Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.
- SANTOS, P. I. B. **Método dos elementos finitos para determinação da área de contato, entre rodado e superfície deformável**. 2003. 332p. Tese (Doutorado em Agronomia- Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2003.
- SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 795-801, 2000.
- TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. Effect of velocity, wheel load and multipass on soil compaction. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 2013.
- TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. Potential of functional image processing technique for the measurements of contact area and contact pressure of a radial ply tire in a soil bin testing facility. **Measurement**, v. 46, n. 10, p. 4038-4044, 2013.