

# INFLUÊNCIA DA PRESSÃO INTERNA EM PNEUS DIAGONAIS NA FORÇA DE TRAÇÃO DE UM TRATOR 4x2 EM DUAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE

FERREIRA, Mauro F.<sup>1</sup>; NEUJAHR, Eduardo B.<sup>2</sup>; SCHLOSSER, José F.<sup>3</sup>; SCHNEIDER, Virgílio<sup>4</sup>

<sup>1</sup> UFPel / Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / Departamento de Engenharia Rural. Caixa postal 354, CEP 91010-900, Telefone: 0-xx-53-2757259, Pelotas, RS. E\_mail: maurof@ufpel.tche.br

<sup>2</sup> UFSM / Centro de Ciências Rurais / Departamento de Engenharia Rural. Telefone: 0-xx-552208158, Santa Maria, RS. E\_mail: schlosse@ccr.ufsm.br -E\_mail: a9760415@alunop.ufsm.br  
(Recebido para publicação em 16/09/1999)

## RESUMO

*Um trator agrícola com tração em duas rodas, foi analisado com relação a sua capacidade de força de tração, em duas condições de superfície (solo firme e solo solto), variando as cargas impostas a barra de tração e com pressões internas diferentes. No solo solto a maior força de tração ocorreu com a maior pressão interna dos pneus, independente da carga imposta a barra de tração. Nessa condição não aconteceu a tendência de que menores pressões internas aumentem a capacidade de tração. Em solo firme, com o trator tracionando cargas médias e baixas, as pressões internas testadas não influenciaram a capacidade de tração, e em cargas altas a maior força de tração aconteceu com as menores pressões internas.*

*Palavras-chave: Área de contato, força de tração, pneus agrícolas.*

## ABSTRACT

*INFLATION PRESSURE INFLUENCE ON BIAS-PLY TIRES IN TRACTION STRENGTH OF THE 2WD TRACTOR UNDER TWO SURFACES CONDITIONS. The traction strength capacity of a 2WD tractor was evaluated on traction strength capacity under two surfaces conditions (firm and soft), varying drawbar pull and the inflation pressure. The results indicated a better traction strength in the soft condition the higher inflation pressure tested, independent of the load applied. Under the same surface condition the traction strength capacity was not increased by means of lower inflation pressures. Under firm surface condition using low and medium traction strength, the inflation pressures didn't influence the traction capacity. With high loads the higher traction strength was verified with lower inflation pressures.*

*Key words: Contact area; traction strength; agricultural tires.*

## INTRODUÇÃO

As características de desempenho dos pneus agrícolas em diferentes condições de solos, várias cargas dinâmicas e pressões internas são de grande interesse para a realização de tarefas de campo mais eficientes.

A tração é uma força proveniente da interação entre um dispositivo de autopropulsão, tal como a roda, e o meio no qual age esse dispositivo (MIALHE, 1980). Alguns fatores afetam as condições de tração e portanto no seu rendimento entre os quais a pressão interna do pneu, a condição do solo, peso suportado pelo pneu e a presença de restos de culturas ou coberturas no solo. Os resultados da pesquisa mundial apresentam que de 20 a 55% da energia transmitida para as rodas motoras dos tratores é perdida nos elementos de tração (CHARLES, 1984).

Ao passar os veículos agrícolas, tende-se a modificar a estrutura da camada superficial do terreno. Na zona de contato roda-solo ocorre efeitos externos como a formação de sulcos, impressão das garras e aderência do solo as rodas e efeitos internos como o deslizamento da terra e a compactação (MARQUEZ *et al.*, 1991).

RAPER *et al.* (1995) afirmaram que a pressão interna e a carga dinâmica afetam significativamente a área de contato roda-solo. Além disso, MIALHE (1980) afirmou que a área de contato do rodado com o solo constitui um dos mais importantes fatores para o estudo da tração.

De acordo com a pressão interna do pneu as suas características dimensionais são alteradas, entre elas o raio estático, raio dinâmico, diâmetro geral, seção largura do pneu e a deflexão, assim YOUNG & SHAFER (1977), comentaram que com o aumento da deflexão do pneu pode ter um efeito de aumentar o comprimento e a largura da área de contato pneu-solo.

Quando carregado sobre uma superfície dura o pneu sofre deflexão, causando um aumento da área de contato, até que a pressão interna possa suportar a carga. Esta deflexão para pneus agrícolas é limitada em 18 a 20% da seção altura, prevenindo danos ao pneu. Com o acréscimo da carga a pressão interna pode ser aumentada para manter aceitáveis as deflexões. Em solos arenosos ou arados, o solo também se deforma e aumenta a área de contato, reduzindo a deflexão do pneu para a dada carga e pressão interna (INNS & KILGOUR, 1978).

ZOMBORI (1967) estudou o efeito da pressão interna sobre a tração na barra de tração e eficiência de tração. Observou-se que a um patinamento constante, a diminuição da pressão interna causa um aumento da tração na barra de tração. Com a tração na barra constante, a diminuição da pressão interna causa a redução do patinamento, a qual resulta em significativo aumento na eficiência de tração.

O índice de cone constitui um parâmetro do terreno desenvolvido para caracterizar o comportamento de um veículo em condições de locomoção fora de estrada. Uma condição limite de locomoção considera a possibilidade de passar ou não pelo terreno sem ficar imobilizado. Em locomoção fora de estrada, a profundidade que se mede o índice de cone é de 15cm, pois nesse intervalo se encontra a camada crítica afetada pela roda (LINARES, 1996).

SCHLOSSER (1996) verificou que a trafegabilidade do solo pode ser classificada em relação as suas condições como: boa para terreno seco e duro, com penetração no solo imperceptível, índice de cone se aproxima de 2000kPa; média para terreno em condições de ser lavrado, a roda do trator forma um pequeno rastro, índice de cone se aproxima de 400kPa; pobre para terreno úmido lavrado ou terreno durante



al. (1998). A partir desses dados foi feita uma correlação entre as pressões internas e a área de contato, obtendo uma curva com precisão  $R^2 = 0,8754$  (figura 2).

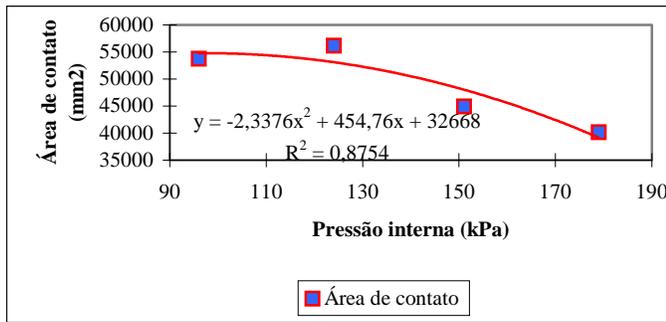


Figura 2 - Comportamento da área de contato pneu-solo em função da pressão interna do pneu BF Goodrich 18.4-30 R2.

Para as condições de solo solto e firme a análise estatística apresentou que as cargas impostas a barra de tração foram adequadas para a variação significativa das forças de tração do trator de teste (tabela 2). Fato semelhante ocorreu entre as cargas dentro das respectivas pressões internas testadas.

A tabela 3 mostra os resultados obtidos para a condição de superfície solta, indicando a força de tração em função da variação das pressões internas dos pneus.

O comportamento da força de tração do trator de teste foi variável, quando operado sobre a superfície solta e com cargas baixas (Carga 1) na barra de tração. As maiores capacidades de força de tração foram obtidas com pressões internas elevadas (180 e 193kPa). Para forças de tração entre 5,2 e 6,12kN as pressões internas de 125, 140, 150, 165 e 180kPa não variaram significativamente entre si. Para pressões internas de 110, 125, 150 e 165kPa não ocorreu variação significativa da força de tração entre 4,6 e 5,53kN. Também não ocorreu variação significativa das forças de tração de 4,42 a 5,39kN com as pressões internas de 95, 110, 150 e 165kPa.

TABELA 2 - Forças de tração na barra de tração do trator de teste em função das condições da superfície do solo e das cargas impostas ao trator

Tipo de carga na BT	Condição da superfície	
	Solo solto	Solo firme
Carga 3 - Alta	11,55 <sup>a</sup>	13,18 <sup>a</sup>
Carga 2 - Média	7,83 <sup>b</sup>	9,11 <sup>b</sup>
Carga 1 - Baixa	5,48 <sup>c</sup>	4,11 <sup>c</sup>

Médias com mesmo índice não diferem significativamente pelo teste de Duncan 5%.

TABELA 3 - Influência da pressão interna dos pneus nas forças de tração em função das cargas impostas a barra de tração do trator de teste em solo solto

Carga 1 - Baixa		Carga 2 - Média		Carga 3 - Alta	
Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)	Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)	Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)
193	6,88 <sup>a</sup>	193	8,37 <sup>a</sup>	193	13,84 <sup>a</sup>
180	6,12 <sup>ab</sup>	180	8,28 <sup>a</sup>	140	11,69 <sup>b</sup>
140	5,71 <sup>b</sup>	110	8,13 <sup>a</sup>	95	11,39 <sup>b</sup>
125	5,53 <sup>bc</sup>	140	7,90 <sup>ab</sup>	150	11,22 <sup>b</sup>
165	5,39 <sup>bcd</sup>	150	7,88 <sup>ab</sup>	110	11,22 <sup>b</sup>
150	5,20 <sup>bcd</sup>	165	7,74 <sup>ab</sup>	125	11,14 <sup>b</sup>
110	4,60 <sup>cd</sup>	125	7,34 <sup>ab</sup>	180	11,06 <sup>b</sup>
95	4,42 <sup>d</sup>	95	7,04 <sup>b</sup>	165	10,87 <sup>b</sup>

Médias com mesmo índice não diferem significativamente pelo teste de Duncan 5%.

Com as cargas aumentando para faixas entre 7,34 e 8,37kN (Carga 2) não houve variação significativa das forças de tração, com a mudança das pressões internas entre 110 e 193kPa. Quando utilizada a menor pressão interna, 95kPa a força de tração variou significativamente, reduzindo a capacidade de tração do trator.

Para altas forças de tração (Carga 3) a pressão interna

de 193kPa, proporcionou ao trator a melhor capacidade de realizar tração (13,84kN). Para forças de tração entre 10,87 e 11,69kN as pressões internas de 95 a 180kPa não variaram significativamente a capacidade de tração entre si.

A tabela 4 mostra os resultados obtidos para a condição de superfície firme, indicando a força de tração em função da variação das pressões internas dos pneus.

TABELA 4 - Influência da pressão interna dos pneus nas forças de tração em função das cargas impostas a barra de tração do trator de teste em solo firme

Carga 1 - Baixa		Carga 2 - Média		Carga 3 - Alta	
Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)	Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)	Pressão interna (kPa)	Força de tração (kN)
180	4,42 <sup>a</sup>	140	10,13 <sup>a</sup>	95	13,92 <sup>a</sup>
110	4,41 <sup>a</sup>	180	9,35 <sup>ab</sup>	110	13,85 <sup>ab</sup>
140	4,32 <sup>a</sup>	150	9,28 <sup>ab</sup>	150	13,69 <sup>ab</sup>
95	4,15 <sup>a</sup>	193	9,25 <sup>ab</sup>	125	13,61 <sup>ab</sup>
150	4,05 <sup>a</sup>	125	9,14 <sup>b</sup>	165	13,12 <sup>abc</sup>
193	3,98 <sup>a</sup>	95	8,77 <sup>b</sup>	140	12,92 <sup>bc</sup>
125	3,85 <sup>a</sup>	110	8,57 <sup>b</sup>	193	12,49 <sup>cd</sup>
165	3,72 <sup>a</sup>	165	8,39 <sup>b</sup>	180	11,83 <sup>d</sup>

Médias com mesmo índice não diferem significativamente pelo teste de Duncan 5%.

Para a condição de solo firme e baixos esforços de tração (Carga 1), não houve diferença significativa entre todas as pressões internas testadas em relação a força de tração do trator de teste (3,72 a 4,42kN).

Para cargas médias (Carga 2) as pressões internas de 140, 150, 180 e 193kPa proporcionaram ao trator a maior capacidade de tração (9,25 a 10,13kN). As pressões de 95, 110, 125, 150, 165, 180 e 193kPa não variaram significativamente entre si, proporcionando forças de tração entre 8,39 a 9,35kN.

Esforços de tração maiores (Carga 3) mostraram um desempenho variável do trator em relação a força de tração com as pressões internas utilizadas. A maior capacidade de tração (13,12 a 13,92kN) ocorreram com pressões internas de 95, 110, 125, 140 e 165kPa. Para forças de tração de 12,92 a 13,85kN as pressões internas de 110, 125, 140, 150 e 165kPa não influenciaram significativamente as forças de tração. As pressões de 140, 165 e 193kPa não afetaram significativamente a capacidade de realizar tração para forças de tração entre 12,49 a 13,12kN. As pressões internas maiores (180 e 193kPa) proporcionaram a menor capacidade de tração com cargas entre 11,83 e 12,49kN.

Para as condições de realização dos testes o fabricante do pneu recomenda uma pressão interna de 110kPa. Levando este fato em consideração, temos para a condição de solo solto perdas de força de tração de 33% para a carga um e de 18,9% para a carga três, comparando-se com a pressão de máxima força de tração (193kPa). Para carga dois a perda de força de tração não é significativa. Para a condição de solo firme, analisando as cargas um e três, temos que a perda de força de tração utilizando a pressão interna recomendada não é significativa. Para cargas intermediárias (carga 2) a perda ficou em torno de 15% comparando-se a pressão recomendada (110kPa) com a pressão de máxima força de tração (140kPa).

#### CONCLUSÕES:

Para a condição de solo solto conclui-se que:

A maior força de tração ocorre com as maiores pressões internas dos pneus (193kPa) para as três cargas utilizadas;

Não há a tendência de que menores pressões internas proporcionam maiores capacidades de desenvolvimento da força de tração;

Comparando a pressão interna de maior capacidade de tração (193kPa), com a pressão recomendada pelo fabricante (110kPa), o trator tracionando cargas médias na BT, a perda de força de tração não é significativa e com cargas altas e baixas na BT as perdas de força de tração ficaram em 33% e 18,9% respectivamente.

Para a condição de solo firme conclui-se que:

para cargas baixas e médias (3,72 a 10,13kN) as pressões internas testadas não variam a capacidade do trator em aumentar a tração;

para altas cargas as maiores capacidades de força de tração ocorrem com as menores pressões internas;

comparando a pressão interna de maior capacidade de tração, com a pressão recomendada pelo fabricante (110kPa), o trator tracionando cargas altas e baixas na BT, a perda de força de tração não é significativa e com cargas médias as perdas de força de tração ficou em 15,4%.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHARLES, S.M. **Effects of ballast and inflation pressure on tractor tire performance.** Firestone Tire and Rubber CO, V. 65, N.2, 1984. p.11-13.
- INNS, F.M. & KILGOUR, J. **Agricultural Tyres.** Dunlop Limited, 1978. London. p.70.
- LINARES, P. **Teoría de la tracción de tractores agrícolas.** Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 1996, p.157.
- NEUJAHN, E.B.; FERREIRA, M.F.; SCHLOSSER, J.F. *et al.* **Comportamento da área de contato e raio dinâmico de um pneu agrícola diagonal em função da pressão interna.** In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais ...** Poços de Caldas, 1998. 442p. p.241-243.
- MARQUEZ, L.; JEVENOIS, J.; LINARES, P. **El efecto de la huella del neumático sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos.** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. p. 1-8, 1991.

- MIALHE, L. G. **Máquinas Motoras na Agricultura** V.2.2. EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1980. São Paulo. p.140-221.
- RAPER, R.L.; BAILEY, A.C.; BURT, E.C.; *et al.* **Inflation pressure and dynamic load effects on soil deformation and soil-tire interface stresses.** Transactions of the ASAE. v.38, n.3, p.685-689, 1995.
- SCHLOSSER, J.F. **Locomoção em terrenos de baixa capacidade de suporte.** In: MACHADO, A.L.T.; ALONÇO, A. dos S.; DALLMEYER, A.U. **2<sup>o</sup> Workshop sobre mecanização agrícola na região de clima temperado** (2.:27-29 Nov. 1996: Pelotas). 1996, p.63-78.
- YOUNG, R.E.; SCHAFER, R.L. **Autotraction: How automation can improve traction.** Agricultural Engineering. v.58, n.2, p.15-18, 1977.
- ZOMBORI, J. **Drawbar pull tests of various traction devices on sandy soils.** Journal Terramechanics. v.4, n.1, p. 9-17, 1967.