

CAPACIDADE DE SUPORTE DE UM ARGISSOLO QUANTO À PRESSÃO EXERCIDA PELOS PNEUS DE COLHEDORAS DE ALTA POTÊNCIA

ALEXANDRE CHEROBINI DALMOLIN¹; EDUARDO DA FONSECA²; ANTÔNIO LILLES TAVARES MACHADO³; ROBERTO LILLES TAVARES MACHADO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – alexandre_dalmolin@hotmail.com; ²Eduardo da Fonseca – eduardof.faem@gmail.com; ³Antônio Lilles Tavares Machado – lilles@ufpel.edu.br; ⁴Roberto Lilles Tavares Machado – rlilles@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da agricultura e o aumento da mecanização agrícola, no mesmo ritmo em que se aumentava cada vez mais a produtividade das áreas agrícolas, e principalmente devido a escassez de mão-de-obra agrícola, houve uma necessidade de máquinas cada vez maiores, desde operações de preparo de solo até a colheita, esse intenso tráfego de máquinas agrícolas pode causar a compactação das camadas superficiais, isso ocorre devido a distribuição do peso sobre os rodados dessas máquinas. Segundo BALASTREIRE (1987), o grau de compactação do solo depende ainda do tipo de rodado (pneu ou esteiras) e das características dimensionais das máquinas. Conforme FERNÁNDEZ E GALLOWAY (1987), a compressão exercida pelas rodas das máquinas no solo depende da carga, área de contato solo-pneu, distribuição da carga na área de contato, teor de água e densidade do solo. Segundo SECCO (2003), através da compressibilidade pode-se estudar a relação tensão/deformação dos solos para que seja possível o estabelecimento da capacidade de suporte de cargas e sua suscetibilidade à compactação.

O objetivo deste trabalho é relacionar a pressão de contato pneu/solo de colhedoras de grãos de pneu com potência acima de 300cv, vendidas no Brasil atualmente, com a capacidade de suporte de carga de um Argissolo, sob plantio direto e em diferentes teores de água.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Foram levantadas e sistematizadas características dimensionais de colhedoras de alta potência, potência acima de 300cv vendidas atualmente no Brasil, tais como potência do motor, peso total, capacidade do graneleiro, e características dos pneus dianteiro e traseiro. Essas características foram obtidas através de busca em catálogos e site na internet de fabricantes de colhedoras de grãos. Essas características foram utilizadas na determinação da área e pressão de contato pneu/solo das colheitadeiras, para as condições de colheita de grãos de soja, milho e trigo.

Para a determinação da área de contato do pneu com o solo foi utilizada a equação 01, proposta por McKYES (1985), a qual segundo MACHADO (2011) em estudo sobre a avaliação da área de contato pneu/solo a campo e por meio de equações, foi a equação que mais se aproximou da área mensurada a campo e para condições de solo não mobilizado, tanto para pneus traseiros quanto para pneus dianteiros de tratores.

$$A = \frac{(b.D)}{x} \quad (01)$$

onde:

- A = área de contato pneu/solo (m²);
- b = largura do pneu (cm);
- D = diâmetro externo do pneu (cm);
- X = constante do solo (2 para solo solto e 4 para solo firme).

Na equação 01, para a constante do solo “X”, foi adotado o valor 4, visto que a condição do Argissolo era de plantio direto e no momento da utilização da colhedora em geral o solo da área se apresenta em condição “firme”.

A pressão de contato dos pneus dianteiros e traseiros foi determinada através da equação 02, a distribuição do peso total da colhedora entre o eixo dianteiro e traseiro foi fixada em 60% e 40% respectivamente, visto que, segundo informações dos fabricantes a distribuição obedece a essa relação. Sendo utilizado como peso total da colhedora a condição de peso com plataforma de grãos, tanque de combustível cheio e com tanque graneleiro totalmente carregado, sendo determinado a partir do volume do tanque graneleiro e da densidade dos grãos para a situação de carregado com soja, milho e trigo, simulando as condições reais de colheita.

$$P_c = \frac{P}{A} \quad (02)$$

onde:

- P_c = pressão de contato pneu/solo (KPa);
- P = peso de contato do pneu sobre o solo (KN);
- A = área de contato pneu/solo (m²).

No cálculo da pressão de contato pneu/solo, utilizou-se o peso distribuído no eixo dianteiro dividido por quatro (P/4), pois os rodados dianteiros são constituídos por rodados duplos, e o peso distribuído no eixo traseiro dividido por dois (P/2), pois são constituídos por rodados simples.

Os valores de pressão de contato pneu/solo das colhedoras foram comparados com os valores de pressão de pré-adensamento (t_p) em função da umidade gravimétrica de um Argissolo sob plantio direto em diferentes valores de umidade apresentados por MACHADO et al. (2010), Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de tensão de pré-adensamento (t_p) do Argissolo em função da umidade gravimétrica (U_g) (MACHADO et al., 2010).

U _g (kg/kg)	Estado de Consistência do Solo	T _p (KPa)
0,220	Plástico	39,3
0,190	Plástico	52,9
0,135	Friável	106,2
0,110	Friável	161,3
0,100	Friável	195,8
0,080	Seco	308,5
0,070	Seco	404,9
0,060	Seco	554,3

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações sistematizadas de 18 diferentes modelos de colhedoras de grãos com potência superior a 300cv, avaliados neste trabalho estão apresentadas na tabela 2, com suas características como potência do motor, peso com plataforma, capacidade do tanque graneleiro, dimensões dos rodados dianteiros e traseiros.

Tabela 2 – Características dimensionais dos modelos de colhedoras avaliados.

Modelo	Potência (cv)	Massa total* (kg)	Capacidade do Graneleiro (Kg)			Pneu Dianteiro		Pneu Traseiro	
			Soja	Milho	Trigo	Diâmetro externo	Largura	Diâmetro externo	Largura
JD S660	325	21031	7610	7399	7610	184,9	52	161,5	71,3
JD S670	378	21752	8352	8120	8352	195,1	52	161,5	71,3
JD S680	473	25898	10152	9870	10152	200,5	65	163,5	75
C 2799	330	17655	7632	7420	7632	195,1	52	149,1	60
C 7230	388	19085	7992	7770	7992	195,1	52	149,1	60
C 8230	455	20924	8878	8631	8878	195,1	52	149,1	60
C 9230	510	21106	8878	8631	8878	195,1	52	149,1	60
MF 9690	325	17142	7610	7399	7610	183,4	52,8	145	46,7
MF 9790	380	16942	7610	7399	7610	183,4	52,8	145	46,7
MF 9895	470	22822	8880	8634	8880	193,4	62	160,5	58,7
BC6500	325	16742	7610	7399	7610	183,4	52,8	145	46,7
BC7500	380	18947	7610	7399	7610	183,4	52,8	145	46,7
BC8800	470	22822	8880	8634	8880	193,4	62	160,5	58,7
CR6080	300	17718	6480	6300	6480	183,4	52,8	146,4	54
CR9060	354	19396	7992	7770	7992	183,4	52,8	146,4	54
CR9060P	389	19728	7992	7770	7992	183,4	52,8	146,4	54
CR9080	489	20936	8880	8633	8880	195,1	52	149,1	60
CR9090	530	23268	9000	8750	9000	212,1	62	149,1	60

*Massa total da colhedora com tanque de combustível cheio e graneleiro vazio.

A tabela 3 apresenta os valores da área e pressão de contato pneu/solo dianteiro e traseiro para cada um dos modelos de colhedoras avaliados.

Tabela 3 – Valores da área e pressão de contato pneu/solo dianteiro e traseiro de cada colhedora avaliada.

Modelo	Área de contato do pneu (m ²)		Pressão de contato pneu/solo (KPa)					
	Dianteiro	Traseiro	Soja		Milho		Trigo	
			Dianteiro	Traseiro	Dianteiro	Traseiro	Dianteiro	Traseiro
JD S660	0,24037	0,28787	175,34	195,21	174,04	193,76	175,34	195,21
JD S670	0,25363	0,28787	174,66	205,17	173,31	203,59	174,66	205,17
JD S680	0,32581	0,30656	162,82	230,72	161,54	228,92	162,82	230,72
C 2799	0,25363	0,22365	146,71	221,83	145,48	219,97	146,71	221,83
C 7230	0,25363	0,22365	157,09	237,54	155,81	235,59	157,09	237,54
C 8230	0,25363	0,22365	172,90	261,44	171,47	259,28	172,90	261,44
C 9230	0,25363	0,22365	173,96	263,04	172,53	260,87	173,96	263,04
MF 9690	0,24209	0,16929	150,45	286,87	149,17	284,42	150,45	286,87
MF 9790	0,24209	0,16929	149,24	284,56	147,95	282,11	149,24	284,56
MF 9895	0,29977	0,23553	155,62	264,08	154,41	262,03	155,62	264,08
BC6500	0,24209	0,16929	148,02	282,24	146,74	279,79	148,02	282,24
BC7500	0,24209	0,16929	161,43	307,79	160,14	305,34	161,43	307,79
BC8800	0,29977	0,23553	155,62	264,08	154,41	262,03	155,62	264,08
CR6080	0,24209	0,19764	147,08	240,22	145,99	238,43	147,08	240,22
CR9060	0,24209	0,19764	166,47	271,88	165,12	269,68	166,47	271,88
CR9060P	0,24209	0,19764	168,49	275,18	167,14	272,98	168,49	275,18
CR9080	0,25363	0,22365	172,98	261,56	171,55	259,40	172,98	261,56
CR9090	0,32876	0,22365	144,43	283,08	143,31	280,88	144,43	283,08

Comparando os valores de pressão de contato pneu/solo, apresentados na tabela 3, com os valores de pressão de pré-adensamento da tabela 1, verificou-se que para nenhum dos modelos de colhedoras analisados o Argissolo em estudo apresentou capacidade de suportar a pressão exercida, quando em seu estado de consistência plástico. No estado friável na condição de umidade de 0,110kg/kg o solo teve capacidade de suportar a carga do pneu dianteiro de somente 9 modelos de colhedoras. Para o estado friável, na condição de umidade de 0,100kg/kg, o solo teve capacidade de suportar a pressão exercida pelos pneus da colhedora JD S660, para os demais modelos de colhedoras suportou apenas a pressão do pneu dianteiro. Sob condição de solo seco, para todos os modelos o

solo apresentou capacidade de suportar a pressão imposta, sem que ocorra compactação adicional do solo.

Verifica-se dessa forma que mesmo os fabricantes utilizando-se de rodados duplos no eixo dianteiro para aumentar a área de contato pneu/solo, e por consequência reduzir a pressão de contato do pneu/solo, ainda há grande capacidade de causar compactação adicional do solo, e que a pressão de contato pneu/solo exercida pelos pneus traseiros ainda é um dos principais problema a ser resolvido.

4. CONCLUSÕES

As colhedoras avaliadas nesse estudo apresentaram potencial de provocar compactação adicional do Argissolo estudado, do estado plástico até o valor de 0,135kg/kg de umidade do solo já no estado friável, e também para as outras condições de umidade gravimétrica do estado friável, porém para apenas alguns modelos, e principalmente para os rodados traseiros.

Para o solo no estado de consistência seco, não houve compactação adicional do Argissolo provocado pelas colhedoras avaliadas.

A pressão de contato pneu/solo exercida pelo pneu traseiro é o maior responsável pelo risco potencial de compactação do solo.

Os fabricantes de colhedoras devem dar especial atenção ao dimensionamento da pressão de contato pneu/solo no eixo traseiro da colhedora.

5. AGRADECIMENTOS

A FAPERGS pelo apoio financeiro a esta pesquisa através do Edital 03/2011 – PRNEM e ao CNPq pela bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq/UFPEL.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALASTREIRE, L. A.; **Máquinas Agrícolas**. São Paulo, SP: Editora Manole LTDA, 1987.
- FERNÁNDEZ, B.; GALLOWAY, H. M. **Efeito das rodas do trator em propriedades físicas de dois solos**. Revista Ceres, v.34, p.562-568, 1987.
- SECCO, D.; **Estados de compactação e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas em dois latossolos sob plantio direto**. 2003. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- MACHADO, R. L. T.; NACHADO, A. L. T.; REIS, A. V. dos; BERWANGER, R.; JUNKHERR, S. J. **RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO DE CONTATO PNEU/SOLO DE TRATORES DE RODAS E A CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA DO SOLO**. In: IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería agrícola - CLIA 2010; XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010. Vitória - ES, Brasil, 5 a 29 de julho 2010. Anais.
- MACHADO, A. L. T.; BARBOSA, K. R.; MACHADO, R. L. T.; BERTOLDI, T. L.; REIS, A. V. dos. **AVALIAÇÃO DA ÁREA DE CONTATO PNEU-SOLO A CAMPO E POR MEIO DE EQUAÇÕES**. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – COMBEA 2011. Cuiabá – MT, Brasil, 24 a 28 de julho 2011. Anais.
- McKYES, E.; **Soil cutting and tillage**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., p.217. 1985.