
NOTA TÉCNICA:

RELAÇÃO DE EQUILÍBRIO ENTRE TRATORES E SEMEADORAS ADUBADORAS DE BAIXA POTÊNCIA: DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE LONGITUDINAL EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS E PONDERAIS

Edson Lambrecht¹, Mauro Fernando Ferreira², Fabrício Ardais Medeiros³, Ângelo Vieira dos Reis⁴

RESUMO

A seleção de semeadoras adubadoras montadas envolve o conhecimento de diversas especificações técnicas, entre estas o peso máximo da máquina, de forma que proporcione estabilidade e direção do trator. O presente trabalho teve o objetivo de analisar a estabilidade longitudinal de tratores com potência de até 42,0 kW no motor utilizando semeadoras adubadoras montadas no sistema de engate de três pontos. Para os tratores foram coletadas informações técnicas de catálogos e diretamente em revendas a potência do motor, peso total, distância entre eixos e distância do eixo traseiro ao olhal do braço inferior do engate. Nas semeadoras adubadoras até 3 linhas, determinou-se o seu peso vazio e o peso total de sementes e de adubo. Os resultados apresentaram 11 marcas e 32 modelos de tratores e 11 marcas e 32 modelos de semeadoras adubadoras. Chegou-se a um total de 1.024 combinações possíveis entre tratores e semeadoras adubadoras, tendo observado que destas 1.024 combinações, 352 delas permaneceriam estáveis, assim 672 ficaram não estáveis, podendo comprometer a estabilidade longitudinal e a dirigibilidade do trator. Concluiu-se que as principais variáveis que contribuíram para estes resultados foram o baixo peso total, distância entre eixos e o tipo do trator (4x2 ou TDA), assim como suas particularidades na distribuição de peso entre os eixos.

Palavras-Chave: adequação trator implemento, mecanização, semeadura, sistema hidráulico

ABSTRACT

BALANCE RATIO BETWEEN TRACTORS AND LOW POWER PLANTERS: LONGITUDINAL STABILITY DETERMINATION IN FUNCTION OF DIMENSIONAL AND PONDERAL CHARACTERISTICS

Selection of mounted planters involves knowledge of several technical specifications, including maximum weight of the machine, in order to provide tractor stability and steering. This paper aims to analyze longitudinal stability of tractors with engine power up to 42.0kW, using three point hitch-mounted planters. Technical information of the tractors was collected from catalogs and directly from authorized dealers, including: rated engine power, total weight, distance between axles and distance between the rear axle and lower hitch point. For the planters with up to 3 rows the empty weight and weight of seed and fertilizer were determined. Results presented tractors of 11 brands and 32 models along with 11 brands and 32 models of planters. It was possible to obtain 1,024 combinations between tractors and planters, 352 of which would remain stable. The other 672 combinations would be not stable, potentially compromising longitudinal stability and handling of the tractors. In conclusion, the main variables that contributed to these results were low total weight, distance between axles and type of tractor (4x2 or front wheel assist), as well as its particularities for weight distribution between axles.

Keywords: tractor-implement adjustment, mechanization, planter, hydraulic system

Recebido para publicação em 29/07/2014. Aprovado em 29/06/2015.

1 - Engenheiro Agrícola, Mestrando do PPGSPAF da UFPEL/Pelotas-RS, edsonlambrecht@gmail.com.

2 - Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da UFPEL/Pelotas-RS, maurof@ufpel.edu.br.

3 - Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da UFPEL/Pelotas-RS, medeiros.ardais@gmail.com.

4 - Engenheiro Agrícola, Professor Associado III da UFPEL/Pelotas-RS, Pesquisador do CNPq areis@ufpel.edu.br.

INTRODUÇÃO

O trator agrícola é uma unidade polivalente, para realizar diversos trabalhos e em várias condições (MÁRQUEZ, 1990). Em determinados modelos, todavia, há certa orientação de projeto para adaptar-se ao tipo de trabalho que executará, encontrando-se no mercado padrões específicos: estreitos, baixos, pesados, médios, leves, entre outros. Dentro dos grupos aparecem diferenças significativas em relação à distância entre eixos, o peso sem e com lastro, dentre outras características que o fabricante oferece como opção. Em qualquer caso, para se conseguir uma boa eficiência é imprescindível adequar corretamente o trator a máquina ou implemento, proporcionando o contato roda-solo para tração e dirigibilidade.

Com o incentivo do governo federal através do Programa Mais Alimentos, os agricultores familiares passaram a ter a possibilidade de acesso a um trator novo ou a troca do seu usado. Assim, aparece a dúvida da marca e modelo mais conveniente, pois a decisão envolve diversos aspectos técnicos e econômicos. Entre os técnicos deve ser considerado o acoplamento do trator através do levantamento do sistema hidráulico com engate de três pontos de acoplamento, que oferece a potência para erguer e dar estabilidade longitudinal a máquina e/ou implemento, sendo classificada em categorias I, II, III e IV, conforme a potência no motor.

Avaliando a capacidade de levantamento do sistema hidráulico dos tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (TDA) de nove marcas e 145 modelos, Prade *et al.* (2011), afirmaram que existe variação significativa na mesma classe de potência. Para tratores até 37,0 kW no motor (15 modelos estudados) as capacidades do sistema hidráulico mínimas, médias e máximas foram de, respectivamente, 5,86 kN, 10,52 kN e 20,59 kN.

Para Mialhe (1996), a distribuição de massa é a forma como a força peso é distribuída sobre o apoio em nível que sustenta de forma estável as máquinas. As forças envolvidas na avaliação da distribuição de massa de um conjunto tratorizado, utilizando uma máquina montada, são o peso do trator e da máquina e as reações nos apoios sob o eixo frontal e traseiro.

Considera-se necessário, segundo Linares (2006), para um adequado direcionamento de tratores de tração 4x2, um peso de 15 a 20%, sobre o eixo dianteiro, assim a carga sobre o eixo traseiro será os 80 a 85% restantes denominado de peso aderente, transmitindo a força de tração das rodas ao solo que as suporta. Na utilização de tratores 4x2 com TDA, todo o peso será peso aderente.

Diversas semeadoras adubadoras estão sendo disponibilizadas no mercado nacional, mas poucas com até 3 linhas de semeadura e adubação. Segundo Silva *et al.* (2003), que pesquisaram 278 modelos, somente 48 (17,3%) são construídas de 3 a 6 linhas, o que permite deduzir que máquinas para tratores de baixa potência praticamente não são contempladas pelos fabricantes. Em relação ao peso da máquina, encontrou 70 modelos (25,4%) entre 4,36 kN e 23,9 kN.

A utilização do trator e semeadora através do sistema de acoplamento de três pontos pode causar instabilidade do conjunto se for colocado um peso inadequado no engate, com uma das consequências possíveis o empinamento das rodas dianteiras do trator perdendo dirigibilidade e consequências mais sérias como o capotamento longitudinal.

Uma das causas de inúmeros acidentes fatais a operadores de tratores é o problema do capotamento que pode ocorrer de duas maneiras, de acordo com Reis e Machado (2009); lateral, quando tomba para os lados (82%) e o longitudinal (18%) quando tomba para trás em torno do seu eixo traseiro. Embora o longitudinal seja menos frequente utilizando semeadoras adubadoras, poucos estudos estão sendo desenvolvidos no sentido de minimizá-lo.

Outras consequências do estudo da estabilidade longitudinal é a perda da dirigibilidade que pode comprometer a eficiência da operação de semeadura, reduzindo o ritmo operacional da atividade, além do excesso de massa transportada pelo trator, aumentando a força de tração e o consumo de combustível.

Esse trabalho teve o objetivo de analisar a estabilidade longitudinal de tratores com potência de até 42,0 kW no motor utilizando semeadoras adubadoras montadas com no máximo 3 linhas, mais indicadas para pequenos agricultores.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados baseou-se nas especificações técnicas fornecidas nas páginas eletrônicas dos fabricantes de tratores e semeadoras adubadoras do mercado brasileiro, limitando-se a tratores de até 42,0 kW de potência no motor e semeadoras adubadoras com acoplamento aos três pontos do sistema de levante hidráulico, com até 3 linhas de semeadura e adubação. Coletaram-se as variáveis para o trator: marca (AGRALE, FOTON, JOHN DEERE, LANDINI, MAHINDRA, MASSEY FERGUSON, NEW HOLLAND, TRAMONTINI, URSUS, VALTRA E YANMAR), modelo, potência no motor, capacidade de levante nos olhais dos braços inferiores do sistema de engate, massa total sem lastro, massa total com lastro, distância entre eixos, categoria e distância do eixo traseiro ao olhal do engate do sistema de levante hidráulico e para a semeadora adubadora: marca (AGRITECH, BALDAN, FITARELLI, IMASA, JUMIL, MASSEY FERGUSON, MAX, SEMEATO, TATU-MARCHESAN, VALTRA E VENCE TUDO), modelo, número de linhas, potência mínima requerida no motor do trator, massa total com os depósitos de sementes e fertilizantes vazios, massa do depósito completo com sementes, massa do depósito completo com fertilizante e categoria do sistema de acoplamento da semeadora ao sistema de levante hidráulico de 3 pontos do trator.

Estes dados foram tabulados em uma planilha eletrônica para posteriores cálculos, onde foram obtidos para os tratores: peso dinâmico do eixo dianteiro e o peso admissível no engate de três pontos (P_e). O peso dinâmico do eixo dianteiro foi obtido conforme Machado *et al.* (2005) para tratores 4x2 (85% / 15% - Traseiro / dianteiro) e para 4x2 com TDA (60% / 40% - Traseiro / dianteiro). O peso admissível no engate de três pontos (P_e) foi calculado através do método proposto por Mialhe (1996) e Varella (2006) para verificar se um trator é capaz de transportar a máquina sem o risco de levantamento do eixo dianteiro, fazendo com que as reações das rodas com o solo fiquem nulas, interferindo assim na sua dirigibilidade e segurança (Figura 1).

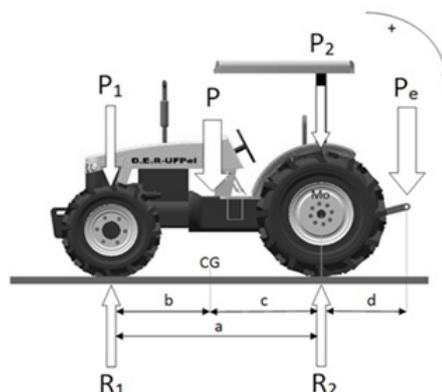


Figura 1. Forças atuantes em um trator submetido à carga no sistema hidráulico.

em que,

P = peso do trator;
 P_1 = peso do eixo dianteiro;
 P_2 = peso do eixo traseiro;
 P_e = peso no engate de 3 pontos;
 R_1 = reação no eixo dianteiro;
 R_2 = reação no eixo traseiro;
 a = distância entre eixos do trator;
 b = distância do centro de gravidade (CG) ao eixo dianteiro;
 c = distância do CG ao eixo traseiro; e
 d = distância do eixo traseiro ao engate de 3 pontos.

O cálculo da transferência de peso foi realizado a partir da distribuição estática sem carga no sistema hidráulico (Figura 2):

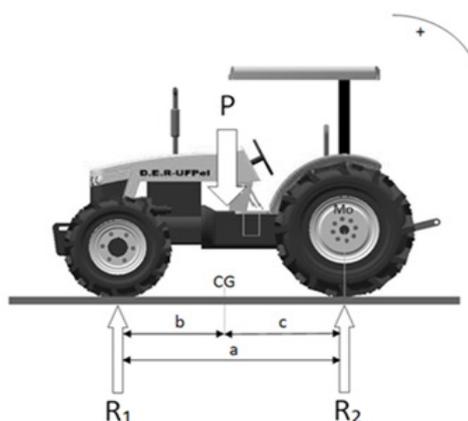


Figura 2. Distribuição estática sem carga no sistema hidráulico.

A reação do eixo dianteiro sem carga foi obtido conforme a Equação 1:

$$\sum M_0 = R_1 a - P c = 0 \quad (1)$$

Resolvendo a Equação (1), obteve-se a Equação (2):

$$R_1 = \frac{P c}{a} \quad (2)$$

Adicionando-se o peso no engate de três pontos obtêm a distribuição estática com carga conforme apresentado na Figura 3:

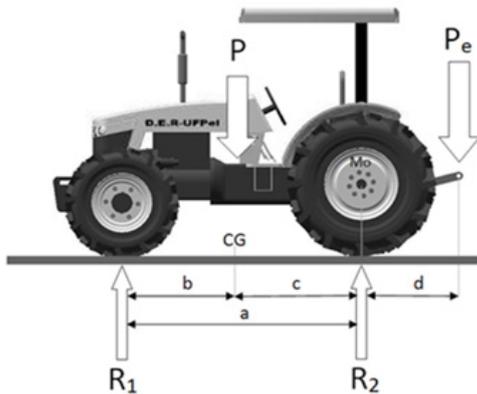


Figura 3. Distribuição estática com carga no sistema hidráulico de três pontos.

O Cálculo da reação no eixo dianteiro com carga foi obtido pela Equação 3:

$$\sum M_0 = R_1 a - P c + P_e d = 0 \quad (3)$$

Resolvendo a Equação 3:

$$R_1 = \frac{P c}{a} - \frac{P_e d}{a} \quad (4)$$

A transferência de peso (T_p) do eixo dianteiro para o eixo traseiro devido a carga transportada no engate de 3 pontos é estimada conforme a Equação 5.

$$T_p = \frac{P_e d}{a} \quad (5)$$

em que,

T_p = transferência de peso pelo engate de 3 pontos (kN);
 P_e = peso no engate de 3 pontos (kN);
 d = distância do eixo traseiro ao engate de 3 pontos (mm); e
 a = distância entre eixos do trator (mm).

Por medida de segurança, não é recomendado que o valor da transferência de peso seja maior que 80% do peso do eixo dianteiro (Equação 6).

$$T_{p_{\max}} \leq 0,8P_1 \quad (6)$$

em que,

$T_{p_{\max}}$ = transferência de peso pelo engate de 3 pontos (kN); e
 P_1 = peso do eixo dianteiro do trator (kN).

Substituindo a Equação 6 na Equação 5:

$$\frac{P_e d}{a} \leq 0,8P_1 \quad (7)$$

E isolando-se o Peso no engate temos:

$$P_e \leq \frac{0,8P_1 a}{d} \quad (8)$$

Segundo consta na norma ABNT NBR ISO 789-2:2014, a distância do olhal dos braços inferiores ao centro de gravidade do implemento é de 610 mm, assim a equação do peso admissível no engate fica de acordo com a Equação 9:

$$P_e \leq \frac{0,8P_1 a}{d + d_1} \quad (9)$$

Após o cálculo do peso admissível no engate de três pontos (P_e), comparou-se com o peso máximo das semeadoras abastecidas com sementes e fertilizantes e verificou-se a estabilidade do conjunto na condição da máquina erguida pelo sistema hidráulico. Se o peso admissível foi maior

que o peso máximo da semeadora, o conjunto foi considerado estável. Procedeu-se a avaliação através da combinação de todos os tratores e semeadoras encontradas no grupo estudado.

Para se verificar a dispersão dos dados encontrados utilizou-se da estatística descritiva, média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV), onde se considerou que CV maiores do que

50% apresentam alta dispersão dos valores em relação a média (GUEDES *et al.*, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 32 tratores (Quadro 1) e 32 semeadoras adubadoras (Quadro 2) para o universo avaliado.

Quadro 1. Dados da marca, modelo, potência no motor e peso máximo admissível no engate de três pontos dos tratores avaliados.

Nº	Marca	Modelo	Potência no motor (kW)	Peso máximo admissível no engate – Pe (kN)
1	Agrale	4100	10,8	1,354
2	Agrale	4100.4	10,8	3,611
3	Agrale	4118.4	12,9	3,539
4	Agrale	4230	22,0	2,382
5	Agrale	4230.4	22,0	6,094
6	Agrale	4230.4 HSE FBO	22,0	6,595
7	Foton	TE 254 L120	18,6	4,377
8	Foton	TE 254 L145	18,6	4,745
9	John Deere	5303 (4x4)	35,0	13,012
10	John Deere	5303 (4x4)	42,0	11,605
11	Landini Mistral	40 TDA	25,2	5,905
12	Landini Mistral	45 TDA	29,0	5,947
13	Landini Mistral	50 TDA	33,2	5,604
14	Landini Mistral	55 TDA	39,9	5,796
15	Mahindra	4530 4WD	30,9	12,493
16	Massey Ferguson	MF 250 XF TDA	36,7	10,789
17	Massey Ferguson	MF 250 XE TDA	36,7	11,031
18	Massey Ferguson	MF 255 Advanced 4x2	36,7	12,359
19	New Holland	TT3840 4X4	41,0	8,685
20	Tramontini	1532-4	23,5	6,140
21	Tramontini	T3230-4	23,5	6,405
22	Tramontini	1640 Super Compacto	29,4	6,488
23	Tramontini	1550-4	36,7	7,706
24	Tramontini	T5045-4	36,7	7,955
25	Ursus	2.50M	34,6	2,854
26	Valtra	585 Compacto	36,7	9,454
27	Valtra	A550	36,7	10,925
28	Yanmar	1030 H 4x2	19,8	1,801
29	Yanmar	1030 H 4x4	19,8	5,108
30	Yanmar	1145-4 / 4 x 4	28,7	5,433
31	Yanmar	1050 DT tração 4 x 4	36,7	4,367
32	Yanmar	1155-4	40,5	6,100

Média = 6,770 kN; Desvio padrão = 3,240 kN; CV = 47,86%.

De acordo com os dados obtidos do Quadro 1, existem variações na capacidade de levantamento do sistema hidráulico, concordando com Prade *et al.* (2011), sendo que nos modelos estudados foi obtido, respectivamente, as capacidades mínimas, médias e máximas de 1,354 kN, 6,770 kN e 13,012 kN. Observa-se que o coeficiente de variação foi alto, indicando uma grande dispersão que indica heterogeneidade no peso máximo admissível

suportado pelo sistema de engate nos tratores estudados, valores estes inferiores aos encontrados por Prade *et al.* (2011).

Observou-se que no mercado de tratores ocorre o aumento da capacidade de levantamento com a potência do motor, mas tratores de mesma potência podem ter capacidades diferentes no sistema hidráulico, o que pode causar transtornos na escolha do modelo a ser utilizado pelo agricultor.

Quadro 2. Dados da marca, modelo e peso máximo das semeadoras adubadoras avaliadas.

Nº	Marca	Modelo	Peso máximo da semeadora (kN)
1	Agritech	PDU/A/A1/150	1,787
2	Agritech	PD55 - 1,5	3,182
3	Agritech	PD55 - 2,2	4,675
4	Baldan	NSH - 2000	8,961
5	Baldan	PAH 02	5,438
6	Baldan	PAH 03	7,848
7	Baldan	PLB Directa 02	5,840
8	Baldan	PLB Directa 03	8,250
9	Baldan	PLB Directa Air 2	6,369
10	Baldan	PLB Directa Air 3	8,377
11	Fitarelli	Pd 3L	6,865
12	Imasa	PHS 63(forageiras)	7,973
13	Imasa	PHX 300	6,061
14	Imasa	PHX 500	8,875
15	Imasa	PHX mais 300	9,307
16	Jumil	JM2090PD MG C 1	7,669
17	Jumil	JM J2 S	6,786
18	Jumil	JM2040	6,786
19	Jumil	JM2540 PD Plus MG 3	11,216
20	Massey Ferguson	MF 104	9,758
21	Massey Ferguson	MF 104 Especial	12,454
22	MAX Seed Line	MAX Seed Line 3703	7,051
23	MAX Seed Line	Seed-Max PC 2123	8,475
24	Semeato	PH 3	10,542
25	TATU Marchesan	STP ² 1800	7,791
26	TATU Marchesan	T ² SI 1800	7,164
27	TATU Marchesan	PHP	10,63
28	Valtra	BP 302	9,758
29	Valtra	BP 302 Especial	12,454
30	Vence Tudo	PA 2000	9,316
31	Vence Tudo	PA 3000	9,463
32	Vence Tudo	PA 5000	12,700

Média = 8,119 kN; Desvio padrão = 2,511 kN; CV = 30,93%.

Com os dados obtidos no Quadro 2, foi encontrado, nos 32 modelos pesquisados, pesos máximos carregado entre 1,787 kN e 12,700 kN com amplitude de 10,913 kN. Silva (2003), em suas análises para equipamentos de 3 a 6 linhas, encontrou valores entre 4,36 kN e 23,900 kN.

Os valores superiores encontrados por Silva (2003) se devem ao fato deste trabalhar com equipamentos de 3 e 6 linhas, enquanto os equipamentos deste trabalho foram de até 3 linhas, comprovando um aumento esperado para os valores encontrados.

A análise dos dados gerados para a estabilidade do conjunto trator- semeadora foi realizado com a combinação de todos os modelos, ou seja, 32 tratores e 32 semeadoras, comparando-se o peso máximo admissível com o peso máximo carregada da máquina, totalizando 1.024 combinações. Na Figura 4 apresentam-se os resultados das combinações realizadas.

De acordo com metodologia apresentada na Figura 4, foi realizada a análise para todas as 1.024 combinações, gerou-se 352 combinações que permaneceram estáveis e 672 não estáveis,

perfazendo um total de 34,38% de compatibilidade entre os tratores e as semeadoras adubadoras, sem que estes conjuntos comprometessem a estabilidade longitudinal e a dirigibilidade do trator.

As principais variáveis que contribuíram para estes resultados foram o baixo peso total, distância entre eixos e o tipo do trator (4x2 ou 4x2 com TDA). Estas variáveis tem contribuição decisiva no equilíbrio do conjunto trator-semeadora, pois o peso total e a distância entre eixo influem diretamente no cálculo das forças atuantes e na distribuição destas forças (posição do centro de gravidade do trator e cálculo do momento em relação ao eixo traseiro), quanto maior o peso do trator maior o equilíbrio do conjunto, quanto maior a distância entre eixos maior o equilíbrio do conjunto. Com relação ao tipo do trator (4x2 ou 4x2 com TDA), temos para o trator 4x2 uma distribuição estática de peso 85% / 15% - Traseiro / dianteiro e para o trator 4x2 com TDA 60% / 40% - Traseiro / dianteiro, tendo este ultimo um maior peso na sua dianteira, portanto, maior equilíbrio do conjunto. Para aumentar a estabilidade do conjunto trator 4x2 e semeadora, deve-se incrementar o lastro na dianteira.

Semeadora	Peso máximo semeadora (kg)	Tramontini 1532-4	Tramontini T3230-4	Tramontini 1640 Super Compacto TDA	Tramontini 1550-4	Tramontini T5045-4									
Semeato PH 3	1075,00	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável				Não estável	112				
Jumil										Estável	48				
JM2090PD MG C 1	782,00	Não estável	Não estável	Não estável	Estável	Estável									
JM J2 S	692,00	Não estável	Não estável	Não estável	Estável	Estável			%	30,00					
JM2040	692,00	Não estável	Não estável	Não estável	Estável	Estável									
JM2540 PD Plus MG 3	1143,75	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
Baldan															
NSH - 2000	913,75	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
PAH 02	554,50	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
PAH 03	800,25	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
PLB Directa 02	595,50	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
PLB Directa 03	841,25	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
PLB Directa Air 2	649,50	Não estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
PLB Directa Air 3	854,25	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
TATU Marchesan															
STP ³ 1800	794,50	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Estável									
T ² SI 1800	730,50	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Estável									
PHP	1084,00	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável	Não estável									
Agritech															
PDU/A/1/150	182,25	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
PD55 - 1,5	324,50	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
PD55 - 2,2	476,75	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável									
Fitarelli															
Pd 3L	700,00	Não estável	Não estável	Não estável	Estável	Estável									

Figura 4. Exemplo de combinação de tratores e semeadoras para verificação da estabilidade.

Outra forma de análise é de que semeadoras de pequeno porte (até 3 linhas) são geralmente parte de uma semeadora com maior número de linhas, possuindo assim uma estrutura exagerada e conseqüentemente peso desnecessário, isso faz com que o trator necessite de maior peso para impossibilitar o empinamento.

CONCLUSÕES

- De acordo com os dados e método obtidos e utilizados neste trabalho, para tratores com potência de até 42,0 kW no motor, utilizando semeadoras adubadoras montadas com no máximo 3 linhas voltadas para a agricultura familiar, somente em 34,38% das combinações o conjunto ficou estável;
- As principais variáveis que contribuíram para estes resultados foram o baixo peso total, distância entre eixos e o tipo do trator (4x2 ou 4x2 com TDA);
- Deve-se rever o projeto estrutural das semeadoras de até 3 linhas para que se possa diminuir o peso destas;
- Deve-se escolher cuidadosamente o trator e a semeadora de forma que se tenha o trator e semeadora com bom desempenho e baixo risco de empinamento frontal.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 789-2:2014. **Tratores agrícolas** - Procedimentos de ensaio. Parte 2: Capacidade de levantamento do engate traseiro de três pontos., 2014. 8p.

GUEDES, T.; MARTINS, A.B.T. e ACORSI, C.R.L. **Estatística descritiva**. Disponível em: <http://www.uspleste.usp.br/rvicente/Estatistica_Descriptiva.pdf>. Acesso em: 7 maio. 2015.

LINARES, P. **Teoría de la tracción de tractores agrícolas**. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 2006. 219p.

MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V.; MORAES, M.B.; ALONÇO, A.S. **Máquinas para preparo do solo, sementeira, adubação e tratamentos culturais**. 2ª. ed. Pelotas, R.S.: Ed. Universitária UFPel, 2005. v. 1, 235p.

MÁRQUEZ, L. **Solotractor 90**. Adaptacion del tractor a la labor. Parte III. ed. Madrid: Laboreo, 1990. p.128-145.

MIALHE, L.G. **Máquinas Agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba, S.P.: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz. Ed. Shekinah Ltda, 1996. 722p.

PRADE, R.; FRANCETTO, T.R.; DAGIOS, R.F.; RUSSINI, A.A. Avaliação da capacidade do sistema de levante hidráulico dos tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (TDA) de acordo com a sua classificação quanto à potência. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2011. **Anais...** Cuiabá - MT, Brasil: 2011.

REIS, Â.V.; MACHADO, A.L.T. **Acidentes com Máquinas Agrícolas: Texto de referência para técnicos e extencionistas**. Pelotas, R.S.: Ed. Universitária UFPel, 2009. 103p.

SILVA, M.R. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação**. 2003. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola - Campinas, S.P., 2003.

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; SILVA, A.R.B.; GERMINO, R.; MAHL, D. Influência de mecanismo sulcador de semeadora-adubadora em parâmetros agrônômicos na cultura do milho (zea mays l.). In: XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** Goiana, GO: 2003.

VARELLA, C.A.A. **Sistema hidráulico do engate de três pontos**. IT 154 Motores e Tratores. 2006. Departamento de Engenharia. UFRRJ. 2006. 4 p. Apostila. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/sistema_hidraulico.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2015.