

**DESEMPENHO DE DISCOS DE CORTE DE SEMEADORA-ADUBADORA EM DIFERENTES QUANTIDADES DE COBERTURA VEGETAL<sup>1</sup>**

ALESSANDRO JOSÉ MARQUES SANTOS<sup>2</sup>, CARLOS ANTONIO GAMERO<sup>3</sup>, CLARICE BACKES<sup>4</sup>, LEANDRO CAIXETA SALOMÃO<sup>5</sup> & SILVIO JOSÉ BICUDO<sup>6</sup>

**RESUMO:** A qualidade e a eficiência no corte da palha realizado pelos mecanismos de corte das semeadoras-adubadoras são elementos determinantes no processo de semeadura, em função da ocorrência de “embuchamentos” e de paradas, no afastamento da palhada ou mesmo no conhecido efeito do “envelopamento” da semente que ocasiona a deposição sobre a palha enterrada pelo mecanismo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes mecanismos de corte de palha de uma semeadora-adubadora de maneira individualizada em diferentes quantidades de cobertura vegetal adicionadas artificialmente em um solo de textura argilosa. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp de Botucatu. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo as parcelas principais constituídas de cinco quantidades de palhada de aveia preta, em área conduzida em plantio direto e as subparcelas de três mecanismos de abertura de sulco, sendo estes: disco liso (DL), disco corrugado (DC) e disco ondulado (DO). O disco ondulado proporcionou maior resistência ao rolamento, reduzindo a velocidade do conjunto (trator e equipamento). O disco de corte liso apresentou os maiores valores de área de solo mobilizado, maior profundidade de penetração no solo, exigindo menores valores de força vertical e maiores valores de força lateral. Quanto ao tipo de cobertura vegetal e quantidades utilizadas, não ofereceram resistência ao corte, não ocorrendo variação na força horizontal em relação à palhada.

**Palavras-chave:** Mecanismos de corte, forças tridimensionais, eficiência de corte.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação do primeiro autor

<sup>2</sup> Aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia Energia na Agricultura, FCA/UNESP - Botucatu/SP-Brasil, Engenheiro Agrônomo. e-mail: amarques@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Orientador e docente do Departamento de Engenharia Rural FCA/UNESP - Botucatu/SP –Brasil. e-mail:gamero@reitoria.unesp.br

<sup>4</sup> Pós Doutoranda – Ciência Florestal. Departamento de Recursos Naturais. FCA/UNESP -Botucatu/SP. e-mail: claricebackes@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutorando Agronomia - Irrigação e Drenagem. Departamento de Engenharia Rural. FCA/UNESP - Botucatu/SP

<sup>6</sup> Docente do Departamento de Produção Vegetal/Agricultura. FCA/UNESP - Botucatu/SP-Brasil. e-mail: sjbicudo@fca.unesp.br

## PERFORMANCE OF SEEDER DISK COULTER IN DIFFERENT AMOUNTS OF CROP COVERAGE

**SUMMARY:** *The quality and efficiency in straw cutting are determinants in the sowing process, according to the occurrence of "tamp" and stops, the magnitude of the straw removal or even the known effects of the seed "envelopment" where the cutting mechanism can not cut the remaining straw. Thus, the objective of this study was to evaluate the performance of different mechanisms for straw cutting of a seeder individualized in different amounts of crop coverage artificially added in a clay soil. The experiment was conducted at Unesp – Sao Paulo State University in the Experimental Farm Lageado, belonging to the College of Agricultural Sciences - Unesp, Botucatu. The experimental design was split plot with four replications, with main plots consisting of five quantities of black oat straw, in area with no-tillage system and subplots of three opening furrows mechanisms, which are: plane disk (PD), corrugated disk (CD) and wavy disk (WD). The wavy disk provided greater rolling resistance, reducing the speed of the set (tractor and equipment). The plane cutting disk showed the highest values of mobilized soil area, deeper penetration into the soil, requiring lower values of vertical force and higher values of lateral force. Regarding the type of waste and doses used, they offered no resistance to cutting and there was no change in the horizontal force on straw.*

**Keywords:** *Cutting mechanism, 3-D load. Crop, coverage*

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Plantio Direto (SPD) baseia-se em sistemas de rotação de culturas e caracteriza-se pelo cultivo em terreno coberto por palha e em ausência de preparo de solo, por tempo indeterminado. Dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na palha safra (2010) demonstram que a adoção do sistema plantio direto é crescente, sendo que, atualmente a área brasileira cultivada nesse sistema é de aproximadamente 26 milhões de hectares.

A grande dificuldade na operacionalidade do SPD ocorre, principalmente, devido aos fatores edáficos (tipo de solo, compactação, relevo) e ao tipo e quantidade de cobertura vegetal. Dessa forma, surgiram mudanças na concepção e na utilização das máquinas semeadoras. Segundo Portella et al. (1993) as

semeadoras-adubadoras utilizadas, além de serem adaptadas à semeadura de diferentes espécies, profundidades, densidades e espaçamentos, devem ser resistentes, possuírem discos de corte e sulcadores capazes de cortar a vegetação e os restos culturais, abrir pequenos sulcos depositando adubos e sementes em profundidade uniforme, cobrindo-as e compactando o solo ao redor das mesmas.

Considerando que as condições para o desenvolvimento das culturas dependem de vários fatores edafoclimáticos, o projeto de mecanismos de corte não pode ser limitado a uma única configuração. Dessa forma existem vários mecanismos de abertura de sulco empregados em semeadoras de plantio direto (MI-ON; BENEZ, 2008).

Segundo Portella (2001), os mecanismos de corte do tipo discos podem ser encontrados em diferentes diâmetros e formatos. Quanto ao formato, os mais usuais são dos tipos liso, estriado, corrugado, ondulado e recortado. Os discos lisos, quando devidamente afiados, cortam melhor os resíduos vegetais e requerem menor peso e pressão das molas para penetração no solo.

Siqueira e Casão Júnior (2004) comentam que os discos estriados proporcionam o aumento da aderência do solo ao disco, reduzindo seu deslizamento devido às ranhuras. Por outro lado, os discos ondulados apresentam maior superfície de contato. Com isso, necessitam maior peso para penetração e, ao cortar o material, abrem sulcos mais largos mobilizando maior volume de solo.

Os valores das forças horizontal e vertical em discos de corte aumentam com o aumento da profundidade de penetração, maior diâmetro de discos, reação do solo e a presença de palha na superfície (SCHAAF et al. 1981; VAISHNAV et al. 1982). Harrison (1977) conduziu estudos de campo, utilizando discos com diâmetro de 508 mm, montados na vertical para medir forças em duas profundidades: 0,05 e 0,076 m. O autor verificou que, com o aumento na profundidade de corte do solo, ocorreu um incremento de força horizontal da ordem de 42%, de força vertical de 31% e de força lateral de 29%.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de tipos de discos de corte de palha que são utilizados em semeadoras-adubadoras em diferentes quantidades de cobertura vegetal adicionadas artificialmente em um solo de textura argilosa.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas FCA/UNESP, Campus de Botucatu SP. A área se localiza geograficamente entre as coordenadas 22° 41' Latitude Sul e 48° 34' de Longitude Oeste, altitude média de 770 m e declividade média de 10%.

O experimento foi instalado em área mantida sob plantio direto em esquema de sucessão de culturas, sendo cultivada, predominantemente com aveia preta no inverno e, em determinados anos, triticale, e no verão culturas anuais (milho ou soja). O solo da área experimental foi classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico conforme nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2006).

Os resultados da análise granulométrica na camada de 0 a 20 cm apresentaram os valores médios de 190; 578 e 328 g kg<sup>-1</sup> para areia, silte e argila, respectivamente, sendo classificado como de textura argilosa. A densidade do solo apresentou valores médios de 1,24 g kg<sup>-1</sup>.

A palhada remanescente na superfície da área experimental foi removida e com a área devidamente limpa realizou-se o espalhamento manual da palhada de aveia preta, devidamente desidratada, nas respectivas parcelas nas quantidades estabelecidas.

Para a realização deste ensaio foram utilizados os seguintes mecanismos de corte: disco de corte liso (DL), disco de corte estriado (DE) e disco de corte ondulado (DO), todos com o mesmo diâmetro (508 mm) e peso unitário de aproximadamente 70 N.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as parcelas principais constituídas por 5 diferentes quantidades de aveia aplicadas artificialmente sobre o solo (0; 1; 2; 4 e 6 Mg ha<sup>-1</sup>) e as subparcelas de 3 mecanismos de corte da semeadora (DL, DE e DO). O experimento foi constituído por 15 tratamentos, totalizando 60 subparcelas experimentais. A parcela possuía 20 m de comprimento e 2 m de largura, perfazendo um total de 40 m<sup>2</sup>. Entre os blocos foi deixado um carreador com 5 m para manobras e estabilização do equipamento, antes do início da aquisição de dados.

O ensaio foi realizado uma semana após o espalhamento da palhada iniciando-se com a coleta de amostras de solo, na camada de 0-0,10 m, para a determinação dos teores de água, utilizando-se o método gravimétrico conforme Embrapa (1979).

Para a obtenção dos dados de força foi utilizado um equipamento para ensaio de ferramentas rompedoras de solo acoplado ao sistema hidráulico do trator, sendo centralizado e fixado na barra porta-ferramenta um conjunto dinamômetro e eixo de fixação das ferramentas ensaiadas, desenvolvido por Mion (2002).

O dinamômetro foi equipado com extensômetros elétricos de resistência, onde os estados de deformação conduzem a alterações na resistência elétrica. Estes extensômetros foram ligados em pontes de wheatstone, uma para cada força medida e momento, ou seja, F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>, com capacidade de carga do dinamômetro de 25000 N para cada variável. Os sinais gerados pelos sensores foram armazenados e monitorados por um sistema de aquisição de dados fabricados pela Campbell Scientific, Inc. modelo 'Micrologger CR 23 X'.

A velocidade média de deslocamento foi obtida pelo método indireto através da frequência de aquisição (2 Hz) do coletor de dados, sendo de dois registros por segundo. O tempo gasto para percorrer cada parcela correspondeu ao número de registros obtidos, que foram armazenados no intervalo de 0,5 s cada, sendo a velocidade média de deslocamento calculada pela Equação 1:

$$V = L \cdot t^{-1} \quad (I)$$

Onde:

$V$  = velocidade de deslocamento ( $\text{m s}^{-1}$ )

$L$  = comprimento da parcela (20 m)

$t$  = tempo gasto para percorrer a parcela (s)

Para avaliar a área de solo mobilizado e a profundidade dos discos foi utilizado um perfilômetro de varetas, descrito por Mahl (2002), composto por 37 hastes de 0,5 m, espaçadas de 0,015 m.

Logo após a passagem dos discos, marcou-se o perfil da superfície do solo em folhas de papel sulfite tamanho A3, com o uso de canetas porosas. Em seguida, virou-se o perfilômetro num ângulo de 90°, mantendo-se a base fixa ao solo, para a retirada manual do solo mobilizado no sulco e, voltando-se novamente o perfilômetro na posição vertical, remarcou-se o perfil do sulco na mesma folha.

Para determinar a área de solo mobilizado, traçou-se uma linha ligando as extremidades dos pontos coletados em cada folha, que forneceram o perfil natural do solo em cada linha de semeadura. A área de solo mobilizado correspondeu à área existente entre a união dos pontos demarcados após a abertura do sulco e a linha que representou o perfil natural do solo em cada linha de semeadura. Essa área foi obtida através de digitalização em escala real por uma mesa digitalizadora, sendo codificada e calculada em unidade de  $\text{cm}^2$  pelo programa computacional SPLAN – Sistema de Planimetria, desenvolvido pelo STI – Serviço Técnico de Informática, na FCA/UNESP.

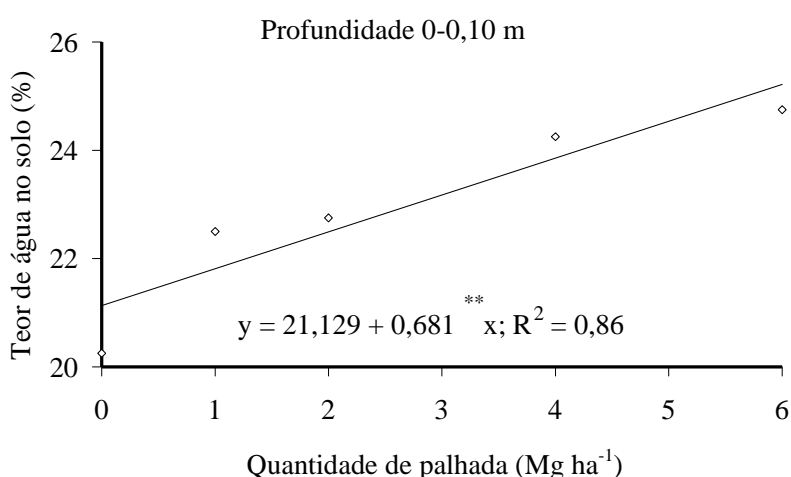
A profundidade de penetração dos discos foi obtida através do perfil demarcado no perfilômetro, correspondendo à medida em centímetros obtida como uso de uma régua graduada em milímetros, entre a linha que representou o perfil natural do solo e o fundo do sulco aberto.

Para a obtenção das forças vertical, lateral e horizontal, o dinamômetro foram alimentado com uma tensão constante de 5 Volts proveniente de um circuito regulador de tensão conectado a bateria do “micrologger”, através de cabo elétrico. A determinação das variáveis foi calculadas através da média aritmética de todos os valores armazenados em cada parcela pelo número de dados que foram coletados de acordo com a frequência utilizada nos sensores.

Após a coleta dos dados, foram realizadas análises estatísticas por meio do programa SISVAR, e quando houve diferença significativa, foi estudado o fator mecanismo de corte pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e o fator níveis de cobertura do solo pela análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função das diferentes quantidades de palhada, houve aumento do teor de água no solo na camada de 0-0,10m. O máximo teor de água foi de 24,75% com a aplicação de  $6 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Figura 1). A cobertura do solo pela palhada de aveia minimizou a evaporação da água, por diminuir a entrada de energia solar no solo, evitando a perda de água por evaporação, armazenando-a em maior quantidade no solo.



**Figura 1** - Teor de água no solo em função das doses de palhada. Valor de  $f$  (significância) = 4,37\*.

O conhecimento do teor de água do solo é fundamental no momento da semeadura, pois influencia na demanda de força de tração e de potência das semeadoras em diferentes tipos de solos (ARAÚJO et al., 1999). Casão Júnior et al. (2000) também observaram que o aumento do teor de água induziu aumento na força de tração.

Para a velocidade de deslocamento do conjunto (trator + equipamento) houve diferença significativa apenas para os discos de corte, não sendo observada a influência da palhada e nem a interação entre estes fatores. Em relação aos discos de corte, os maiores valores de velocidade foram obtidos com os dis-

cos liso e estriado (Tabela 1). O disco ondulado proporcionou maior resistência ao rolamento diminuindo a velocidade do conjunto.

**Tabela 1** - Valores médios de velocidade de deslocamento em função dos discos de corte e das diferentes quantidades de palhada.

Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----m s <sup>-1</sup> -----		
0	1,21	1,22	1,18
1	1,21	1,23	1,19
2	1,22	1,23	1,19
4	1,21	1,23	1,19
6	1,21	1,24	1,19
Média	1,21 a	1,23 a	1,19 b
Valor de f (significância)	19,21**		

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Essa menor velocidade de deslocamento para o disco ondulado se deve ao formato da ferramenta, pois possui maior área de contato com o solo, ou seja, maior superfície específica, provocando uma maior resistência ao rolamento. Como apresentam maior superfície específica, os discos ondulados estão menos sujeitos ao deslizamento (FAGANELLO et al., 1992). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2007), ao utilizar disco ondulado de 402 mm comparado com discos liso e estriado de diferentes diâmetros, 381 mm e 355 mm, respectivamente. Segundo Dickey (1992) os discos mais largos requerem menor velocidade de deslocamento e não devem ultrapassar 2,5 cm de largura de corte.

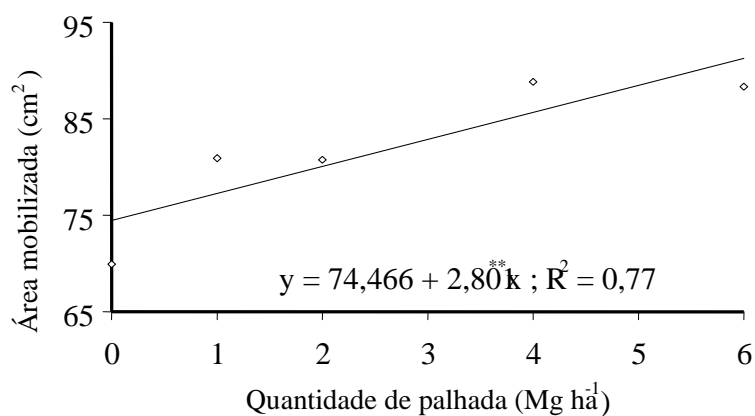
Os valores da área de solo mobilizado, apresentados na Tabela 2, foram diferentes para os mecanismos de abertura de sulco estudados, observando que nos tratamentos onde se utilizou o disco de corte do tipo ondulado houve menor mobilização de volume de solo, seguido do disco estriado e do liso, independente das doses de palhada utilizada. Resultados diferentes foram obtidos por Siqueira e Casão Júnior (2004), onde verificaram que os discos ondulados, por apresentarem maior área de contato, proporcionaram maior mobilização do solo quando foi adicionada carga. Como neste experimento não foi adicionada carga na estrutura do equipamento a penetração deste disco foi reduzida, ocorrendo assim uma menor mobilização do solo.

**Tabela 2** - Área de solo mobilizada em função dos discos de corte e das diferentes quantidades de palhada.

Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----cm <sup>2</sup> -----		
0	69,75	67,75	72,25
1	89,00	67,50	86,25
2	82,75	71,50	88,00
4	99,00	78,75	88,75
6	96,50	84,75	83,75
Média	87,40 a	83,80 a	74,05 b
Valor de f (significância)	5,94*		

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação aos níveis de palhada, verifica-se na Figura 2 que houve aumento da área mobilizada com o aumento do nível de palhada, independente do disco utilizado.

**Figura 2** - Área mobilizada do solo em função da quantidade de palhada adicionada. Valor de f (significância) = 4,39\*

Este maior volume de solo mobilizado com o aumento da palhada pode ser justificado pela maior umidade do solo determinada no dia da instalação do experimento, permitindo maior penetração dos



discos. Cepik (2006) avaliando sulcadores, também verificou que maiores quantidades de resíduo resultaram em maiores quantidades de solo mobilizado. Quanto às quantidades de palhada, estas não ofereceram resistência ao corte com relação ao aumento da área mobilizada.

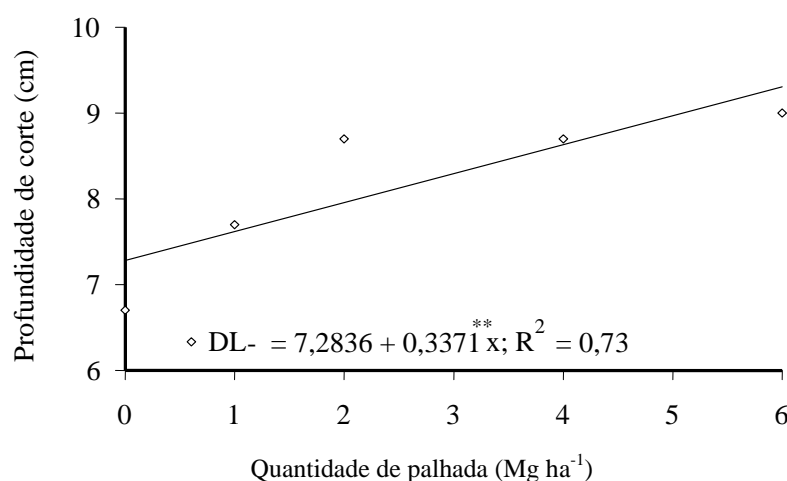
Na Tabela 3 pode se verificar que o disco liso apresentou significativamente maior profundidade de penetração do que o estriado e ondulado. De acordo com Dickey (1992) os discos estriados largos ou os ondulados requerem maior peso para penetração no solo (178 a 267 N por disco). Mion e Benez (2008) utilizando as cargas verticais de 750 e 1500 N verificaram que os discos lisos de diâmetro de 381 mm e ondulados de 402 mm proporcionaram maior profundidade de corte. Silva (2007) observou que o disco ondulado obteve os menores valores de profundidade de penetração em relação aos discos liso e estriado, atribuindo esse resultado ao menor ângulo de corte desse disco, aumentando assim o corte da palha.

**Tabela 3** - Profundidade de corte dos discos em função dos tipos de discos e das diferentes quantidades de palhada.

Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----cm-----		
0	6,7 a	6,0 a	5,0 a
1	7,7 a	6,0 a	5,5 a
2	8,7 a	6,2 b	5,2 b
4	8,7 a	6,2 b	5,5 b
6	9,0 a	6,2 b	5,2 b
Média	8,2 a	6,1 b	5,3 b
Valor de f (significância)	36,13**		

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 3 que houve ajuste da regressão apenas para o disco liso, com efeito linear crescente. A maior penetração do disco ocorreu pelo aumento da retenção de água no solo em função das quantidades de palhada adicionadas.



**Figura 3** - Profundidade de penetração do disco liso (DL) em função da quantidade de palhada. Valor de  $f$  (significância) = 0,78\*

Para as forças vertical, lateral e horizontal houve influência apenas dos discos de corte, não sendo observada a influência dos níveis de palhada (Tabela 4). Quando se utilizou o mecanismo de abertura do sulco com disco liso foi obtida a menor força vertical em relação aos demais mecanismos (discos estriado e ondulado). O disco ondulado apresentou a maior força, com média de 2038,45 N. Resultados semelhantes foram observados por Silva (2007) quando utilizou uma carga vertical de 1500 N e por Mion e Benez (2008) ao aplicar uma carga vertical de 750 N. Kushwaha et al. (1986) avaliaram nove discos diferentes em condições de laboratório sem palha, e concluíram que a penetração do disco no solo é diretamente proporcional ao seu diâmetro e inversamente proporcional a força vertical. Dessa forma pode-se justificar os resultados obtidos, visto que o disco liso proporcionou maior profundidade de penetração e menor força vertical. Portella (1983) observou uma redução de 30% na força unitária vertical com a duplicação da profundidade de trabalho.

Para os dados de força lateral o disco liso apresentou valores superiores aos demais discos utilizados. Provavelmente essa maior força lateral do disco liso se deve a maior profundidade de corte proporcionada pelo mesmo. Os discos estriado e ondulado tiveram comportamento semelhante.

Mion e Benez (2008) também verificaram que os discos liso e ondulado proporcionaram profundidades de corte semelhantes e maiores quando comparado ao disco estriado. Dessa forma pode haver uma relação da força lateral com a profundidade de trabalho do disco, além de se considerar o formato da ferramenta, já que o disco ondulado trabalhando na mesma profundidade do disco liso proporcionou maior força lateral.

Pode-se observar também na Tabela 4 que o mecanismo de abertura de sulco do tipo estriado obteve o maior requerimento de força horizontal para vencer a resistência do solo, não diferindo, porém do disco ondulado. Mion e Benez (2008) ao utilizarem uma carga vertical de 750 N, verificaram que não houve diferença entre os discos liso, estriado e ondulado na força horizontal requerida.

**Tabela 4** - Valores médios de força vertical, lateral e horizontal (N) em função dos discos de corte e das diferentes quantidades de palhada.

Força vertical			
Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----N-----		
0	851,00	1781,75	2107,25
1	833,25	1776,75	2096,75
2	860,00	1833,50	2001,50
4	867,00	1859,50	1993,75
6	893,75	1785,25	1993,00
Média	861,00 c	1807,35 b	2038,45 a
Valor de f (significância)		447,82**	
Força lateral			
Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----N-----		
0	3617,00	3448,75	3466,25
1	3533,75	3578,25	3594,50
2	3476,50	3497,75	3421,00
4	3567,00	3484,00	3510,75
6	3610,00	3564,00	3526,50
Média	3560,85 a	3514,55 b	3503,80 b
Valor de f (significância)		6,03*	
Força horizontal			
Quantidade de palhada	Disco Liso	Disco estriado	Disco ondulado
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----	-----N-----		
0	4549,50	4781,00	4682,50
1	4522,00	5025,75	4811,00
2	4391,50	4916,50	4581,50
4	4537,50	4612,75	4694,75
6	4592,75	4693,00	4780,00
Média	4518,65 b	4805,80 a	4709,95 ab
Valor de f (significância)		4,24*	

Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÕES

O disco de corte liso apresentou os maiores valores de área de solo mobilizado, maior profundidade de penetração no solo, exigindo menores valores de força vertical e maiores valores de força lateral.

Quanto ao resíduo e doses utilizadas, não ofereceram resistência ao corte, não ocorrendo variação na força horizontal em relação à palhada.

As quantidades elevadas de palhada podem prejudicar a operação de semeadura pelo aumento da profundidade de sulcamento, podendo afetar a germinação da cultura implantada.

#### 5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. G. et al. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, p. 222-37, 1999.

CASÃO JÚNIOR, R. et al. Análise tridimensional de esforços em semeadora de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Pelotas. **Anais...Pelotas**: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1 CD-ROM.

CEPIK, C. T. C. **Parâmetros de solo e máquinas em semeadura direta com doses de cobertura e configuração de deposição de fertilizante**. 2006. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

DICKEY, E. C. No-till planting equipment. In: \_\_\_\_\_. **Conservation tillage systems and management**. Iowa: State University, 1992. v. 17, p. 93-95.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF; Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A.; PORTELLA, J. A. Desenvolvimento de mecanismos de corte para semeadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p. 1262-1271.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Brasil**: expansão da área cultivada em plantio direto de 1992/93 a 2003/04: safra verão/safrinha/inverno. Ponta Grossa, 2005. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br%20evolucao%20pd%2093-04.htm>> . Acesso em: 26 nov. 2005.

HARRISON, H. P. Soil reaction forces for disks from field measurements. **American Society of Agricultural Engineers**. St. Joseph, v. 20, p. 836-8, 1977.

EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste, Dourados, n. 5, p. 39-67, 1997. 1997.

KUSHWAHA, R. L.; VAISHANAV, A. S.; ZOERB, G. C. Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. **Transactions American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 29, p. 40-44, 1986.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MION, R. L. **Desenvolvimento de equipamento para ensaio a campo de ferramentas de rompimento do solo testado com mecanismos de abertura de sulco de semeadoras**. 2002. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MION, R. L.; BENEZ, S. H. Esforços em ferramentas rompedoras de solo de semeadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1594-1600, 2008.

PORTELLA, J. A. **Um estudo preliminar de forças atuantes de elementos rompedores desemeadoras comerciais.** 1983. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola /Mecanização Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1983.

PORTELLA, J. A. Semeadoras-adubadoras para plantio direto. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 252 p.

PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Máquinas e implementos para plantio direto.

In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil.** Passo Fundo, 1993. p. 29-36.

SCHAAF, D. E.; HANN, S. A.; LINDWALL, C. W. Performance evaluation on furrow openers cutting coulters and press wheel for seed drills. In: \_\_\_\_\_. **Crop production with conservation in the 80's.** St. Joseph, Michigan: ASAE, 1981. p. 356.

SILVA, P. R. A. **Semeadora-adubadora: mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas** 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalhador no cultivo de grãos e oleaginosas: máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema de plantio direto.** Curitiba: SENAR, 2004. (Coleção SENAR).

VAISHNAV, A. S.; KUSHWAHA, R. L.; ZOERB, G. C. Evaluation of disc coulters as affected by strew and cone index under zero till practices. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, n. 82-1517, p. 1-15, 1982.