

---

Daniel Albiero<sup>1</sup>;  
Antonio José da Silva Maciel<sup>2</sup>

---

**DESENVOLVIMENTO E TESTES DE  
SEMEADORA MULTIFUNCIONAL  
PARA A AGRICULTURA FAMILIAR**

**RESUMO:** As pequenas propriedades rurais no Brasil ocupam grande parte da área de solo cultivável do país, mas a utilizam pouco, este fato ocorre principalmente pela pouca utilização da mecanização agrícola. O objetivo principal deste trabalho foi projetar e desenvolver uma semeadora conservacionista em faixas adaptada as necessidades operacionais da agricultura familiar. Foram realizados testes em campo para a caracterização da nova semeadora com dados relativos ao desempenho do equipamento, em experimentos sob condições reais. Como resultado obteve-se um protótipo com bom desempenho na semeadura de soja, de fácil operação e manutenção, e principalmente adaptado às necessidades operacionais da agricultura familiar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto de mecanismos; Máquinas agrícolas, Semeadora conservacionista.

**DEVELOPMENT AND TESTS OF MULTI-FUNCTIONAL SEEDER  
FOR SMALL FARMS**

**SUMMARY:** Small farms have larger areas of cultivating soil in Brazil but few are used mainly due to the scarce use of agricultural mechanization. The main objective of this study was to design and develop a conservation seeding in strips adapted to the operational needs of the family farm. It was carried out tests in field with new seeder in experiments under real conditions. Results showed that the new seeder prototype has a good performance in soybean seeding with easy operation and maintenance, and mainly adapted at operational needs of small farms.

**KEYWORDS:** Mechanisms design; machine projects; conservationist seeding.

---

Data de recebimento: 08/04/10 Data de aceite para publicação: 13/05/10.

<sup>1</sup> Professor Doutor em Máquinas Agrícolas na UFC Campus do Pici-Fortaleza/CE.

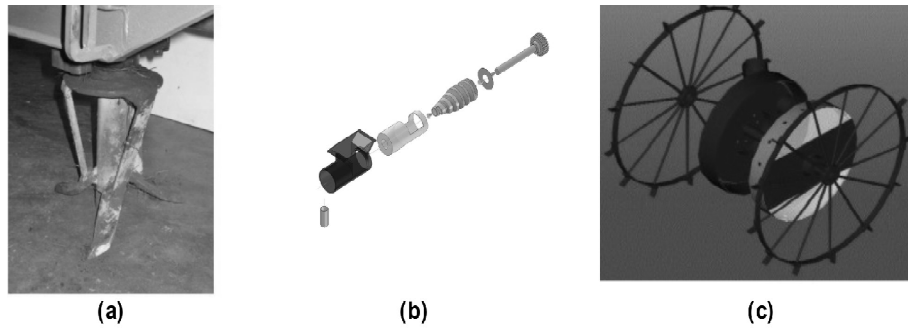
<sup>2</sup> Professor Doutor em Engenharia Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

## INTRODUÇÃO

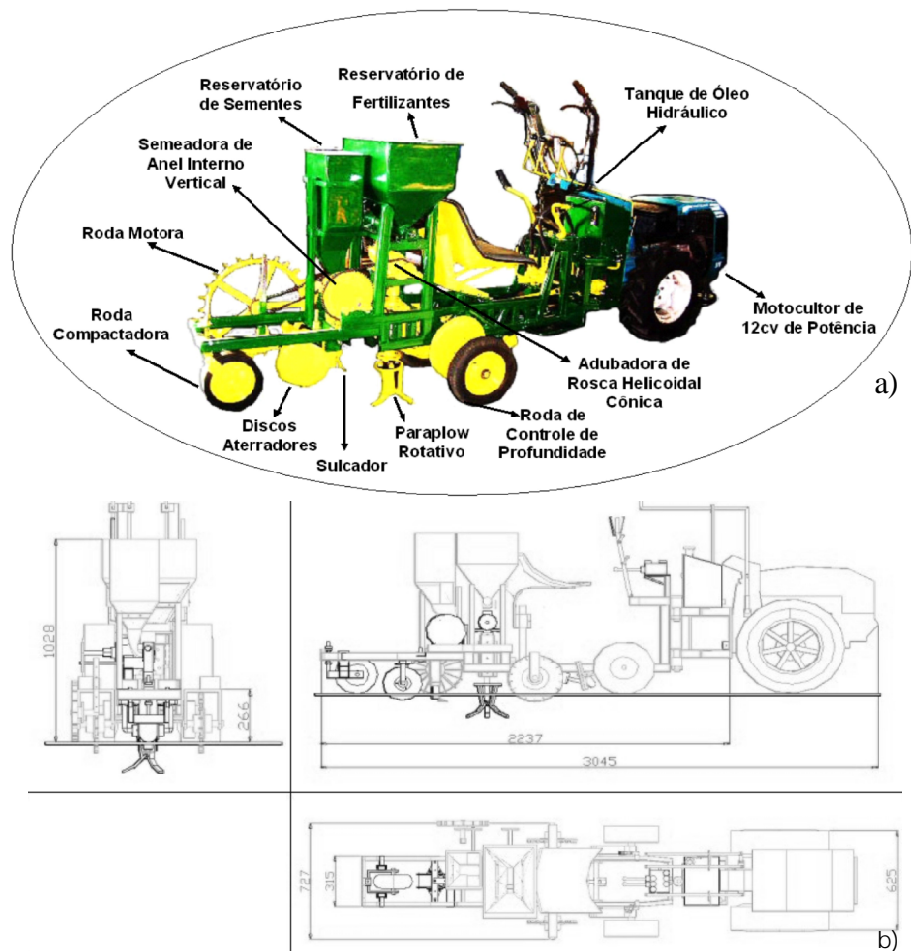
As pequenas propriedades rurais no Brasil ocupam 30% (INCRA/FAO, 2000) de toda a área de solo cultivável do país, mas somente utilizam 56% desta área (IBGE, 1996); a maioria destas propriedades é definida por ter mecanização ainda no estágio da potência de tração animal ou humana. Este fato ocorre principalmente pelo baixo poder aquisitivo desta agricultura, visto que a mecanização agrícola exige um nível econômico mínimo para se poder obter, operar e fazer a manutenção dos equipamentos utilizados para o cultivo, plantio, e colheita de produtos agropecuários. No Brasil existe uma polêmica em torno do conceito de agricultura familiar, no entanto é fundamental entender que independente do terreno de disputa em relação à precisão e validade do conceito, a agricultura familiar exerce papel importante na agricultura brasileira (EMBRAPA, 2006). Percebe-se a necessidade de resolver o problema de utilização de potência nas pequenas propriedades rurais brasileiras usuárias de tração animal e humana de forma economicamente acessível. Supõe-se que a melhor abordagem é através do aumento da eficiência, sem aumento de custos, através do desenvolvimento de uma semeadora que realize o preparo, plantio e cultivo do solo, operações essencialmente básicas, que nas pequenas propriedades, onde a agricultura familiar se desenvolve, não são adequadamente conduzidas. O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma máquina de cultivo conservacionista em faixas que semeie e distribua fertilizantes, ao mesmo tempo em que é feito um sulco estreito bem preparado, enquanto o restante da área não tem preparação do solo, esta nova semeadora deixa resíduos de culturas na superfície do solo para proteção contra erosão, além de realizar um cultivo primário, controlando as plantas daninhas e diminuindo a utilização de herbicidas. Foram realizadas adaptações e construções de sistemas já desenvolvidos de preparo de solo (ALBIERO, 2006), distribuição de fertilizantes (CHANG, 1997), semeadura (CHANG, 1998) e acabamento de plantio em um chassi que foi projetado e construído, sendo a interface entre os diversos elementos estudados e calibrada. Foram realizados testes em campo para a caracterização do novo sistema de semeadura com dados relativos ao desempenho do equipamento em experimentos sob condições reais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi projetada e desenvolvida uma nova semeadora conservacionista multifuncional para a agricultura familiar. Esta nova semeadora é constituída de três elementos principais: o "Paraplow Rotativo" (CHANG, 2002) Figura 1 (a) com a função de formar uma faixa de plantio preparada subsuperficialmente (larga na região das raízes e estreita na superfície) além de escarificar e fissurar as laterais da faixa preparada (ALBIERO, 2006), o "Paraplow" Rotativo é uma fusão de enxada rotativa vertical e subsolador "paraplow" é acionado pela TDP por uma transmissão por engrenagens cônicas (Maciel e Albiero, 2007), estudos realizados por Albiero (2006) comprovaram suas características conservacionistas; o distribuidor de fertilizantes de rosca cônico-helicoidal, Figura 1 (b), desenvolvido conceitualmente por Chang (1997) que possui coeficiente de variação na distribuição longitudinal menor que 4%; e o dosador de sementes tipo anel interno, Figura 1 (c), (CHANG, 1998), que tem precisão de semeadura semelhante aos mecanismos pneumáticos. Foram adicionados ainda: discos cobridores de sulco e uma roda compactadora de sulco, sistema que possibilita 98% de emergência de plântulas (CASÃO JR., 2004). Todos estes elementos foram montados em um chassi porta-ferramentas articulado para facilitar manobras, Figura 2, acoplado a um motocultor Bertolini 318 com 8,8 kW a 2100 min<sup>-1</sup>. Devido ao grande torque gerado pela ação do "Paraplow" Rotativo com o solo, foi necessário projetar discos estabilizadores, que além de estabilizar a máquina têm a função de cortar resíduos vegetais sobre o solo, Figura 2. Foi projetado um sistema de potência hidráulica com pistão hidráulico de 50 mm de diâmetro de camisa e uma bomba hidráulica de deslocamento positivo de 5,5 cm<sup>3</sup> e 140 bar de pressão, o pistão é ligado a rodas de profundidade, cuja função é elevar a máquina para regulação de profundidade de semeadura e transporte. Os reservatórios de sementes (20 l) e de fertilizantes (50 kg) seguiram recomendações iniciais de Pellis e Maciel (2006), sendo reprojatados em função do ângulo de talude dos possíveis materiais depositados. Um sistema de câmbio através de correntes e engrenagens foi projetado para atender as diversas necessidades de taxas de adubação, este sistema é movido por uma roda motora com garras antipatinagem, Figura 2. A taxa de deposição de sementes é modificada trocando-se os discos verticais do mecanismo semeador. As características dimensionais da nova máquina são apresentadas na Tabela 1.



**Figura 1** Componentes Principais: a)"Paraplow" Rotativo; b)adubadora de rosca cônica-helicoidal; c)semeadora de anel interno rotativo. .

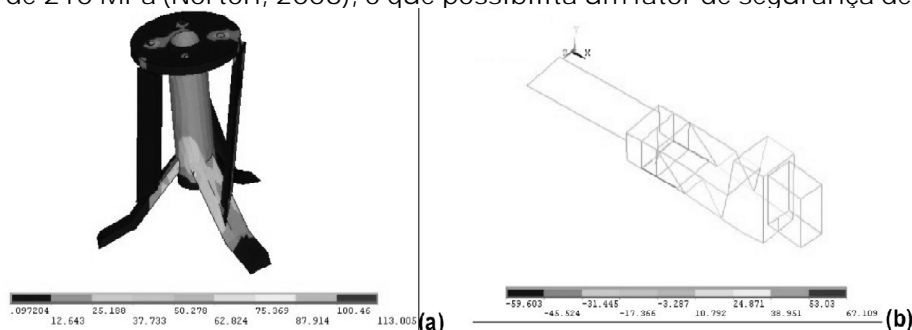


**Figura 2** Semeadora multifuncional: a) protótipo construído; b) desenho conceitual.

**Tabela 1** Características dimensionais da semeadora multifuncional.

Dimensão	Valor
Largura (m)	0,727
Comprimento (m)	3,05
Altura (m)	1,28
Área do espécime estacionado (m <sup>2</sup> )	2,21
Área frontal do espécime (m <sup>2</sup> )	0,93
Volume ocupado pelo espécime (m <sup>3</sup> )	2,83
ângulo de tombamento à esquerda	35°
ângulo de tombamento à direita	34°
ângulo de entrada	23°
ângulo de saída	60°
altura livre (m)	0,137
Centro de Gravidade (X-Y-Z) em função da origem → centro da roda de tração do motocultor (m)	(0,325-0,425-0,005)

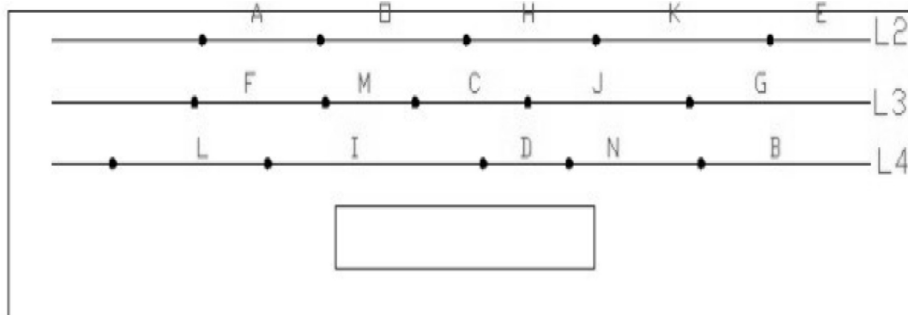
Os elementos mais solicitados estruturalmente da nova máquina são o chassi e o “Paraplow” Rotativo, sendo que foi realizado o cálculo estrutural de tais componentes, usando o software ANSYS 9.0 ED, Figura 3. A solicitação na pior situação sofrida pelo “Paraplow” Rotativo ocorre no caso de um travamento da ferramenta por algum obstáculo sob o solo, neste caso em função da teoria de impacto as forças atuantes se elevam cerca de 10 vezes, perfazendo uma tensão máxima de Von Misses é de 113 MPa. Foi selecionado o aço SAE 1045 que tem uma tensão ao escoamento de 310 MPa (Norton, 2006), possibilitando um fator de segurança de 2,74. Em relação ao chassi a pior situação é a mesma do “paraplow”, sendo transferida toda a energia do impacto para a estrutura, nesta situação, a tensão de Von Mises é de 67 MPa, sendo selecionado um aço SAE1020, que possui uma tensão ao escoamento de 210 MPa (Norton, 2006), o que possibilita um fator de segurança de



**Figura 3** Tensões estruturais dos elementos críticos: a) “Paraplow” Rotativo; b) Chassi.

A parte experimental foi conduzida em maio de 2008. O solo onde foi realizado o experimento é típico da Região de Campinas (SP), sendo um Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999) com textura Argilosa, sua granulometria é: 59 % de argila, 18 % de Silte e 21 % de Areia, e 2% de matéria orgânica. O último plantio ocorreu na safra passada 07/08, com milho (*Zea Mays*). A área apresentava-se com índice de cone médio em torno de 1500 kPa, sendo a parte superior de uma encosta com cerca de 3 % de declive, orientação norte-sul e exposição oeste, a área estava infestada de capim colônio (*Panicum maximum Jacq.*) e braquiária (*Brachiaria decumbens Stapf.*) (Kissmann, 2000), o teor de água da área de testes no dia da semeadura era de 21% e a densidade aparente do solo era de 1,26 g/cm<sup>3</sup>.

Foi realizado o plantio de soja com a nova semeadora seguindo recomendações de Reis (2007), em uma área 2500 m<sup>2</sup>, relativos a retângulo de 105 metros de comprimento por 25 metros de largura. A área foi organizada semelhante ao experimento de Arend (2005), onde foram definidas três linhas divisórias de 95 metros, as quais foram divididas em 15 parcelas cada uma com espaçamento aleatório e planejamento experimental totalmente aleatório, Figura 4.



**Figura 4** Área experimental, notar as parcelas de espaçamento aleatório.

O plantio foi realizado no dia 18/05/2008 com soja variedade BRS 232, índice de germinação de 80% e pureza de 99%, peneira 5,5mm e validade até janeiro de 2009. As sementes foram doadas pela Cooperativa Agrícola da Região de Orlandia-SP (CAROL). A dosagem regulada foi de 10 sementes/metro, e a profundidade de plantio foi regulada para 5 cm, e espaçamento de 0,5 m. A adubação foi realizada segundo análise do solo realizada pela Cooperativa dos Plantadores de Cana-de-açúcar da Região de Capivari-SP (CANACAP), sendo diagnosticada a necessidade de 250 kg de fertilizantes por hectare foi utilizada a formulação 05-20-10, segundo IAC (1997) e IAC (1998).

Segundo estudo experimental ALBIERO (2006), a velocidade de plantio com melhor desempenho operacional para o "paraplow" rotativo é de 0,36 m/s, no entanto nos testes operacionais houve problemas relativos a excessiva patinagem do motocultor, o que prescreveu uma velocidade de operação de 0,25 m/s, velocidade esta adequada para a agricultura familiar, já que qualquer motocultor comercial na categoria de 10 CV pode desenvolver tal velocidade de operação, além de possibilitar uma capacidade de campo compatível com as pequenas propriedades rurais brasileiras, até 10 ha.

Os parâmetros selecionados para os testes, conforme orientações de KURACHI (1989), MIALHE (1996), AREND (2005) e SANTOS (2008) foram: patinagem das rodas motoras, distribuição longitudinal de sementes, profundidade de plantio das sementes, cobertura vegetal sobre o sulco de plantio, ocorrência de embuchamentos, aterramento do sulco, sementes expostas, danificação das sementes, espelhamento das paredes do sulco, selamento superficial e sementes encestadas.

Foi utilizada a metodologia para avaliação de embuchamento, aterramento do sulco, selamento superficial, número de sementes expostas descrita para CASÃO E SIQUEIRA (2003). A metodologia para avaliação da cobertura de palha foi descrita por CORTEZ (2007), sendo utilizado o índice de permanência de palha sobre o solo (IPS), onde avalia-se a relação entre a palha existente sobre o solo antes e depois da operação. A metodologia para o espelhamento da parede do sulco e encestamento de sementes foi descrita por Suguisawa (2004).

A distribuição longitudinal de sementes que foram efetivamente semeadas e suas profundidades de semeadura foram obtidas de 6 pontos distintos, em cada ponto foram descobertas 1 metro de linha de plantio, seguindo o delineamento experimental das seqüências ABC e DEF.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da nova semeadora conservacionista multifuncional, Figura 5, são discutidos a seguir. A patinagem da roda motora é apresentada na Tabela 2, a distribuição longitudinal das sementes e suas profundidades são apresentadas na Tabela 3.



**Figura 5** Avaliação da semeadora multifuncional na área de caracterização da semeadura.

**Tabela 2** Patinagem da roda motora da semeadora multifuncional

Parcela	Distância (m)	Revoluções Roda Motora	Distância Percorrida Roda Motora (m)	Patinagem Roda Motora (%)
A/O/H	30	16,01	26,10	13,0
	30	16,20	26,41	12,0
	30	15,92	25,95	13,5
K/E	30	16,29	26,56	11,5
	30	16,05	26,16	12,8
	30	16,31	26,59	11,4
F/M/C	30	16,20	26,41	12,0
	30	16,01	26,10	13,0
	30	16,20	26,41	12,0
J/G	30	16,01	26,10	13,0
	30	16,01	26,10	13,0
Média	30	16,12	26,28	12,41

**Tabela 3** Espaçamentos entre sementes distribuídas pela semeadora multifuncional

Parcelas-	Espaçamento (mm)	Profundidade (mm)	Dosagem (sementes/metro)
Média de espaçamentos em 1 m nos pontos de coleta			
A	100	59,5	10
B	100	49	10
C	100	44,5	10
D	100	52,5	10
E	100	44	10
F	90,90	55,45	11



**Tabela 4** Sumário estatístico do espaçamento e profundidade das sementes nas parcelas ABC DEF

	Profundidade (mm)	Espaçamento entre sementes (mm)
Observações	62	62
Média	50,8	98,48
Variância	121,7	547
Desvio Padrão	11,03	23,4
Coefficiente de Variação	21%	22%
Máximo	80	160
Mínimo	25	55
Amplitude	55	105
Simetria	-0,094	0,89
Curtose	0,789	-0,043

Segundo Arend (2005), valores típicos admissíveis de patinagem das rodas são de 3,2 a 8,8%. Os resultados desta variável para a semeadora multifuncional se mostraram acima do limite especificado. Percebe-se pelos dados apresentados que a influencia da patinagem de 12% da roda motora na distribuição longitudinal de sementes não foi sentida, pois a dosagem regulada de 10 sementes por metro ocorreu, o espaçamento médio foi de 100 mm como o esperado. O problema da patinagem pode ser facilmente corrigido tanto pelo aumento da pressão da roda motora sobre o solo, assim como pela troca do disco de sementes para que o mesmo distribua mais sementes por revolução, o que compensaria a diferença de 12% em rotação.

Pelos dados apresentados na Tabela 4, percebe-se que há uma boa regularidade na distribuição longitudinal e na profundidade das sementes. Pelos valores de curtose e simetria, pode-se inferir que a distribuição dos dados tem comportamento normal, pois a simetria está dentro da faixa  $-2 < \text{simetria} < 2$  e a curtose também  $-2 < \text{curtose} < 2$  (Snedecor, 1989), portanto o desvio padrão pode ser utilizado como medida de dispersão confiável, assim o coeficiente de variação representa de forma confiável a variação dos dados em função da variância.

Dado interessante apresentado pelo sumário estatístico é o pequeno coeficiente de variação tanto para o espaçamento como para a profundidade, caracterizando uma semeadura de precisão, outro fato interessante é a profundidade de plantio que está dentro da faixa regulada de 50 mm, Figura 6. O coeficiente de variação para a

distribuição longitudinal das sementes foi de 23%, o que indica uma distribuição com índice muito interessante, Mialhe (1996) define como limite para semeadoras pneumáticas coeficiente de variação máximo de 30%, no entanto, deve ser considerado que as características operacionais da semeadora multifuncional estudada não são as mesmas das semeadoras pneumáticas, mas indica uma direção interessante para estudos futuros, principalmente porque Casão Jr. et al (1997) e Mialhe (1996) descrevem que os coeficientes de variação na distribuição longitudinal em semeadoras de tração animal tem valores em torno de 50%.

A permanência da dosagem correta apesar da patinagem pode ser explicada pelo arranjo experimental. Os pontos de coleta de 1 metro de comprimento foram escolhidos aleatoriamente dentro de cada parcela, de tal forma que era praticamente impossível coletar uma faixa de 1 m exatamente no local onde um ciclo de 10 sementes começasse a ser depositado no sulco, como a variação da patinagem foi de 12% o que subentende 1 semente a mais em um ciclo de 10 sementes, esta posição normalmente era coletada no espaço intermediário entre cada faixa de 1 m.



**Figura 6** Espaçamentos entre sementes dosadas, observar a profundidade de plantio.

A qualidade de semeadura foi obtida nas 10 parcelas escolhidas aleatoriamente da área semeadas, foram observadas as variáveis: sementes expostas, aterramento do sulco, embuchamento dos

elementos de engajamento com o solo, palha sobre o sulco, Tabelas 5 e 6.

Porcentagem de palha antes da operação	Porcentagem de com palha depois da operação	IPS (%)
87	40	45,9
86	49	56,9
67	46	68,6
85	55	64,7
83	43	51,8
80	46	57,5
81	52	64,1
88	57	64,7
89	49	55,1
84	54	64,2
83	69	83,1
85	61	71,7
91	60	65,9
84	64	76,1
88	55	62,5
87	54	62,1
79	58	73,4
72	51	70,8
86	70	81,3
86	51	59,3
<b>Média</b>	<b>83,55</b>	<b>54,2</b>

**Tabela 5** Cobertura de palha sobre a área (inicial=5120 kg/ha), 20 linhas aleatórias na área de semeadura

Parcela	Sementes Expostas	Porcentagem Sementes Expostas (%)	Aterramento falho (mm)	Porcentagem Aterramento Falho (%)	Embuchamento	Sementes Encestadas	Sementes Danificadas
F	3	1	0	0	Não	Não	Não
G	1	0,33	100	0,33	Não	Não	Não
H	1	0,33	0	0	Não	Não	Não
I	2	0,67	150	0,5	Não	Não	Não
J	7	2,33	50	0,17	Não	Não	Não
K	0	0	400	1,33	Não	Não	Não
L	7	2,33	300	1	Não	Não	Não
M	1	0,33	180	0,6	Não	Não	Não
N	7	2,33	500	1,67	Não	Não	Não
O	0	0	0	0	Não	Não	Não
<b>Média</b>	<b>2,9</b>	<b>0,97</b>	<b>168</b>	<b>0,56</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>

**Tabela 6** Variáveis de qualidade de semeadura

A ação do "paraplow" rotativo faz com que a palha superficial seja lançada lateralmente, evitando-se assim sua incorporação no leito de semeadura eliminando o perigo de sementes encestadas e eliminando

efeitos de embuchamento nos elementos ativos da semeadoras, a ação de “limpeza” da área evita o embuchamento de palha no sulcador de sementes. Casão Jr. et al. (2006) afirmam que sistemas rompedores de solo não adequados possibilitam que a palha seja misturada com o solo da cama de sementes, o que aumenta a probabilidade de sementes serem depositadas sobre um “cesto” o que significa a inutilização desta semente, pois a mesma fica sem contato com o solo. Pelos valores médios apresentados na Tabela 6, a qualidade de semeadura foi adequada segundo avaliação de Casão Jr. e Siqueira (2003). Credita-se este efeito à ação dos discos aterradores que, segundo Casão Jr. et al. (2006), permitem que a palha existente sobre a superfície do solo permaneça após a passagem da máquina, evitando assim o selamento superficial, a perda de água, o aquecimento do solo, erosão e a ocorrência de plantas daninhas. O mecanismo semeadora de anel interno vertical apresentou-se muito interessante em relação aos danos as sementes, pois em todas as amostras coletadas, nenhuma semente foi danificada.

Cortez (2007) obteve para semeadoras com disco de corte, sulcador de haste e disco duplo desencontrado e valores de IPS variando de 50 a 60 %. A nova semeadora conservacionista multifuncional obteve valor médio de 64% demonstrando que possui desempenho na manutenção da palha sobre o sulco similar as semeadoras atuais, no entanto cabe ressaltar que a área onde foi realizado o experimento não possuía boa uniformidade de palha, assim houve regiões com muita palha e outras com nenhuma, nas regiões com cobertura vegetal suficiente o resultado foi muito bom, Figura 7.



**Figura 7** Cobertura de palha sobre a superfície semeada pela nova semeadora.

## CONCLUSÕES

A nova semeadora conservacionista multifuncional se mostrou de fácil construção, pouca manutenção, sua operação é simples e atende todos os requisitos de semeadoras de precisão com alta tecnologia, além de ser adequada para operações nas condições existentes na agricultura familiar.

O desenvolvimento do projeto e construção do protótipo foi concluído, atingindo desempenho satisfatório. Os testes em campo foram exaustivamente realizados até a obtenção de resultados adequados, atingindo as metas estabelecidas pelo objetivo principal.

### AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos de doutorado, a FINEP pelo apoio financeiro ao projeto e ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) pelo incentivo ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. **Avaliação do preparo de solo empregando o sistema de cultivo conservacionista em faixas com "Paraplow" rotativo usando análise dimensional**. 2006. 321 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) –Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2006.

ALBIERO, D. **Avaliação do preparo de solo empregando o sistema de cultivo conservacionista em faixas com "Paraplow" rotativo usando análise dimensional**. Disponível em : <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000385362>> Acesso em: 13 de dezembro de 2009.

AREND, L.; FORCELLINI, F. A.; WEISS, A. Desenvolvimento e testes de uma semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 890-900, 2005.

CASÃO JUNIOR, R. ;SIQUEIRA, R. Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Entre Rio do Oeste –PR. **Revista Plantio Direto**, ABSPD,v. 77, p.18-28, 2003.

CASÃO JUNIOR, R.; CAMPOS, C. F. Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. **Anais...**São Pedro: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2004. v.1, p. 2386-2389.

CASÃO JUNIOR, R. Máquinas e qualidade de semeadura em plantio direto. **Revista Plantio Direto**. ABSPD, v. 95, p. 14-24, 2006.

CHANG, C.S. Desenvolvimento de um mecanismo dosador econômico de precisão para sementes e de distribuidor de fertilizante para mecanização em Pequenas propriedades. 35 p. **Relatório final FAPESP (Projeto 95/4955-5)**, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

CHANG, C.S.; FERRAZ, A .C. O. A new seeder of rotating inner ring with high precision seeding rate. In: 1998 ASAE. INTERNATIONAL MEETING, 1998, Orlando. **Proceedings...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers - ASAE, 1998. v. 1, p. 856-865.

CHANG, C.S. Desenvolvimento de "Paraplow" Rotativo com cultivador adaptado a otimização do cultivo conservacionista. 45 p. **Relatório Final FAPESP (Projeto 00/4734-9)**, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A. Parâmetros de avaliação no solo, na máquina e na planta sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**. ABSPD, v. 98, p. 24-34, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1. Ed. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1999. 380p.

EMBRAPA. **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 433 p.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. Ed. São Paulo: BASF, 1997. 680p.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**. Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-252, 1989.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Boletim Técnico 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo/Instituto Agrônômico de Campinas, 1998. 393p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Boletim Técnico 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo/Instituto Agrônômico de Campinas, 1997. 285p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **Censo Agropecuário 1996**. <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>> ,

Acessado em 15/08/2004

INCRA/FAO. **Novo retrato da agricultura familiar (2000)**, < <http://www.incra.gov.br/sade/>>, Acessado em 15/08/2004

MACIEL, A. J. S.; ALBIERO, D. Projeto e desenvolvimento de enxada rotativa vertical (Paraplow Rotativo) para melhoramento do sistema de plantio direto, na pequena propriedade. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2007.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: Ensaio e certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 580p.

NORTON, R. L. **Machine design**. 1º Ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2006. 980 p.

PELLIS, B. P.; MACIEL, A. J. S. Projeto e Montagem de uma Máquina de Plantio Direto Empregando o Sistema de Cultivo Conservacionista em Faixas com "Paraplow" Rotativo visando a Mecanização nas Pequenas Propriedades Rurais. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2006, Campinas. **Caderno de Resumos...** Campinas: Pró-Reitoria de Graduação - UNICAMP, 2006. v. 1, p. 758-759.

REIS, G. N.; BIZZI, A. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; GROTTA, D. C. C. Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (*glycine max (L.) Merrill*) sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v.31, n.1, p.228-235, 2007.

SANTOS, A. P.; VOLPATO, C. E. S.; TOURINO, M. C. C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura de milho. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.32, n.2, p.540-546, 2008.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State University Press, 1989.

SUGISAWA, M. **Diagnóstico da condição tecnológica, sob a ótica da qualidade, das operações mecanizadas da cultura do trigo em sistema de plantio direto**. 2004. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.