



## Desenvolvimento de dosador de sementes com dupla saída para disco horizontal

Leonardo R. Vianna<sup>1</sup>, Ângelo V. dos Reis<sup>2</sup> & Antônio L. T. Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IFSUL-Rio-Grandense, Pelotas, RS. E-mail: [lvianna@pelotas.ifsul.edu.br](mailto:lvianna@pelotas.ifsul.edu.br)

<sup>2</sup> DER/UFPEL, Pelotas, RS. E-mail: [lilles@ufpel.edu.br](mailto:lilles@ufpel.edu.br). Pesquisador do CNPq (Autor correspondente)

<sup>3</sup> DER/UFPEL, Pelotas, RS. E-mail: [areis@ufpel.edu.br](mailto:areis@ufpel.edu.br). Pesquisador do CNPq

### Palavras-chave:

dosagem de precisão  
mecanização  
agricultura familiar

### RESUMO

Na intenção de fornecer uma alternativa tecnicamente adequada aos pequenos agricultores, foi projetado e construído um protótipo de dosador de sementes do tipo disco horizontal com duas saídas de sementes para as culturas de milho e feijão que, posteriormente, será incorporado a uma semeadora de pequeno porte que atenda às necessidades da agricultura familiar. O mecanismo dosador incorporou componentes disponíveis no mercado de peças de reposição para várias marcas de dosadores. Foram utilizados processos de fabricação usuais estabelecidos dentro de classes de tolerância, que permitem a fabricação por empresas metalúrgicas de pequeno porte. O protótipo finalizado foi testado quanto à dosagem e montagem/desmontagem, comparado com o desempenho de dosador comercial também semelhante, com duas saídas, porém com disco de maior diâmetro. O desempenho do protótipo foi similar àquele do dosador comercial semelhante indicando a viabilidade de sua utilização no projeto de uma semeadora de precisão para pequenos agricultores.

### Key words:

metering accuracy  
mechanization  
family farming

## Development of a horizontal plate meter with double seed outlets

### ABSTRACT

With the intention of providing an alternative, technically appropriate to small-holders, a prototype of horizontal plate meter with two seed outlets for corn and beans was designed and built that will later be incorporated into a small planter that meets the needs of family farming. The metering mechanism incorporated components available in the market of spare parts for various brands of meters. Usual manufacturing processes were employed, established within tolerance grades which allow for the manufacture in small metalworking companies. The final prototype was tested for metering and assembly / disassembly, then compared with performance of similar commercial metering also with two outlets, but with larger diameter disc. The prototype's performance was similar to that of comparable commercial meter, indicating the feasibility of its use in the design of a precision seeder for small holders.

## INTRODUÇÃO

A agricultura familiar, segundo Teixeira et al. (2013) é definida pela Lei 11.326 de 24 de julho de 2006 e se caracteriza por estabelecimentos rurais com área de até quatro módulos fiscais, onde se utiliza mão-de-obra predominantemente familiar, com renda obtida das atividades desenvolvidas na propriedade sendo a organização gerencial da produção realizada por um membro da família. Este segmento da agricultura representa uma parte significativa da produção agrícola nacional e, conseqüentemente, um importante componente do produto interno bruto brasileiro. Segundo Guilhoto et al. (2007) a geração de renda das cadeias produtivas da agricultura de base familiar representou 10% do PIB nacional entre 1995 a 2005 o que corresponde a aproximadamente um terço do total das cadeias produtivas agropecuárias no mesmo período.

A importância da mecanização agrícola para o desenvolvimento da agricultura familiar é clara. Segundo

IPARDES (2005) 40% dos problemas levantados junto a agricultores familiares são relativos à utilização, eficiência e adequação dos equipamentos disponíveis. Dentre esses problemas se salientam as inadequações ou a falta de máquinas e equipamentos, sobremaneira para a produção de milho e feijão. Dentre as causas apresentadas no grupo inadequação ou falta de máquinas e equipamentos, a mais recorrente é a própria inadequação das máquinas e equipamentos para as condições da agricultura familiar, referindo-se a dimensão/tamanho, dificuldade de operação das máquinas e equipamentos. O custo elevado das máquinas e dos equipamentos surge como fator importante. No que tange à mecanização, o entrave apontado também foi relatado por Oliveira et al. (2009) na adoção do sistema de plantio direto por agricultores familiares no cerrado brasileiro.

Segundo St Jack et al. (2013) a acuidade com a qual os dosadores são capazes de individualizar e ejetar as sementes é bastante dependente de uma variedade de aspectos do próprio

dosador, em especial a configuração do orifício do disco, o nível de vácuo, quando for o caso e a rotação em que o disco é operado. Algumas vezes, porém, pode-se obter resultados semelhantes para uma mesma espécie vegetal empregando-se diferentes dosadores, como no caso apresentado por Weirich Neto et al. (2012) na semeadura direta de quatro híbridos de milho empregando um dosador pneumático e dois dosadores de disco horizontal, um com disco comum e outro com orifício em rampa. Os autores concluíram que os três dosadores não causaram diferença significativa na qualidade da distribuição longitudinal de sementes no sulco.

Na intenção de fornecer uma alternativa tecnicamente adequada aos pequenos agricultores foram desenvolvidos o projeto e a construção de protótipo de um dosador de sementes do tipo disco horizontal com duas saídas de sementes para as culturas de milho e feijão que, posteriormente serão parte de uma semeadora de pequeno porte que atenda às necessidades da agricultura familiar. Este componente deverá ser compatível com os recursos financeiros e os demais equipamentos disponíveis neste tipo de propriedade agrícola além de utilizar processos de fabricação usuais, adequados à realidade de pequenos fabricantes que se dedicam a equipamentos voltados a esses agricultores. O dosador deverá inserir-se em uma semeadora desenvolvida especificamente para o pequeno produtor rural e incorporar componentes de dosadores de disco horizontal disponíveis no mercado, especialmente os de 190 mm de diâmetro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolvimento do projeto foi utilizada a metodologia desenvolvida pelo NeDIP (Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produto) do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, que estabelece um modelo consensual, sendo o projeto desenvolvido em quatro fases principais: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado (Reis & Forcellini, 2006). Ao final de cada etapa obtém-se as especificações do projeto, a concepção do produto, o leiaute definitivo e a documentação do produto, respectivamente. Metodologias de projeto semelhantes a esta baseadas na divisão do projeto em fases, também foram empregadas com resultados satisfatórios, por Frabetti et al. (2011) no desenvolvimento de uma semeadora punçadora para plantio direto de milho em pequenas propriedades, e por Stefanello et al. (2014) para obtenção da estrutura funcional de uma semeadora de acionamento manual.

Neste trabalho foram abordados o projeto informacional, o conceitual e o preliminar, além do estudo de princípios de solução aplicáveis ao desenvolvimento do produto.

Na fase do projeto informacional são feitas pesquisas por informações técnicas apoiando-se principalmente na bibliografia disponível (catálogos de produtos, artigos científicos, teses e dissertações). Nesta fase do projeto as informações técnicas obtidas são imprescindíveis em várias etapas, desde a identificação de necessidades até o estabelecimento final das

especificações do produto, quando são necessárias a fixação de metas quantitativas e a forma de sua avaliação.

A etapa seguinte consiste na identificação das necessidades dos clientes, a qual foi executada partindo-se de dados levantados em dois casos estudados anteriormente: o primeiro foi o desenvolvimento de uma semeadora de tração animal para utilização na agricultura ecológica, feito por Teixeira (2008) e o segundo, feito por Reis & Forcellini (2006) que trataram do desenvolvimento de novas concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas. Posteriormente foi selecionada uma lista de necessidades de clientes pertinentes ao desenvolvimento do dosador.

Essas necessidades evoluem para uma lista de requisitos de projeto as quais foram hierarquizadas de acordo com sua importância para o sucesso do produto por meio da aplicação do método do QFD (Desdobramento da Função Qualidade, do inglês Quality Function Deployment) no qual se estuda, com o auxílio de um diagrama, de que forma e com qual intensidade os requisitos de projetos irão contribuir para a satisfação dos requisitos dos clientes.

A fase do projeto conceitual se inicia pela análise das especificações do projeto possibilitando estabelecer o problema principal a ser solucionado.

A concepção de um dosador com duas saídas simultâneas de sementes existe em um modelo comercial cuja patente já se encontra expirada não tendo sido encontrada nenhuma outra alegação de privilégio no Instituto Nacional da Propriedade Industrial; no entanto, este conceito emprega um disco dosador de grande diâmetro, fornecido exclusivamente pela empresa em questão o que, além de dificultar a obtenção do disco com o tamanho de orifício desejado, representa um custo consideravelmente maior quando comparado com discos dosadores de 190 mm de diâmetro usualmente empregados em semeadoras; apesar disto, tal conceito atende a alguns dos objetivos deste trabalho, ou seja, a redução de peso da semeadora pois um dosador atende a duas linhas de semeadura e à redução de custos pelo menor número de dosadores utilizados no implemento.

Para a concepção do dosador se buscaram princípios de simplicidade de fabricação e a viabilidade de incorporar componentes já utilizados em outros modelos de dosadores de sementes, de fácil aquisição e custo reduzido, além da capacidade de dosar sementes em duas fileiras simultaneamente, vindo ao encontro dos requisitos de projeto e dos clientes considerados mais importantes por Teixeira (2008).

A fase de projeto preliminar é dividida em três etapas: elaborar leiautes preliminares e desenhos de forma, elaborar leiautes detalhados e desenhos de forma e finalizar as verificações. A primeira etapa foi desenvolvida em software de CAD Solidworks 2009, que fornece desenhos de sólidos já em escala, passíveis de correções nas formas e dimensões do produto, quando do detalhamento das concepções selecionadas, na fase do projeto conceitual.

A etapa de elaboração de leiautes detalhados indicou soluções para dispositivos auxiliares, como fixações dos elementos exclusivos e ejetores, transmissão de torque ao

dosador, fixação das partes do dosador, sistema de fixação do reservatório e forma do defletor cônico e aspectos de montagem das partes. Finalizando esta fase do projeto foram obtidos desenhos com leiautes detalhados dos componentes do dosador e lista de componentes do mesmo.

Conforme uma prerrogativa deste trabalho estabeleceu-se que os graus de qualidade utilizados para a fabricação dos componentes do dosador de dupla saída estarão compreendidos entre IT-9 e IT-11 (Umaras, 2010) os quais representam processos de fabricação simples, com máquinas operatrizes e ferramentais correntemente utilizados no ramo metal mecânico.

Para atender a esta restrição a construção do protótipo do dosador de sementes com dupla saída utilizou os processos de fundição em molde de areia, torneamento em torno mecânico universal, fresamento em fresadora ferramenteira, furação em furadeira de bancada e ajustagem com ferramentas manuais diversas. A construção do protótipo foi realizada inteiramente nos Laboratórios de Fabricação Mecânica do Curso Técnico em Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, campus Pelotas.

A funcionalidade do protótipo foi avaliada em bancada com sementes de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*). O objetivo do teste foi verificar se ambas as saídas de sementes estavam dosando a mesma quantidade de sementes e também determinar a porcentagem de enchimento de células o que indica quantos orifícios passam sobre cada uma das saídas que realmente contém uma semente para ser depositada no solo.

Para a realização dos testes o dosador foi montado na bancada de ensaio de dosadores de sementes do Laboratório de Máquinas Agrícolas do Departamento de Engenharia Rural na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. O disco dosador horizontal foi acionado pelo motor elétrico da bancada o qual tem sua velocidade angular controlada digitalmente, através de um inversor de frequência possibilitando a variação contínua da rotação entre 0 e 60 rpm. As demais características da bancada são descritas por Reis et al. (2007).

As sementes de feijão empregadas apresentam as características dimensionais médias de comprimento, largura e espessura igual a 10,0; 6,3 e 5,1 mm, respectivamente. Com base no tamanho da semente foi selecionado um disco dosador de sementes da marca Semeato, com 72 orifícios oblongos dispostos em dupla fileira com dimensões de 7 x 10 mm.

O dosador foi testado em três rotações, 7,8; 10,8 e 13,4 rpm, correspondendo a velocidades tangenciais (tomando como referência o raio médio entre as carreiras de furos - 82,5 mm) de 0,07; 0,09 e 0,11 m s<sup>-1</sup>. Considerando uma densidade de semeadura de 13 sementes por metro, conclui-se que tais rotações correspondem a velocidades de deslocamento de 0,67, 1,00 e 1,22 m s<sup>-1</sup> (2,4; 3,6 e 4,4 km h<sup>-1</sup>), respectivamente. Em cada uma dessas rotações se realizaram três repetições.

A fim de que se pudesse avaliar o efeito das duas saídas de sementes em conjunto com as rotações, foi montado um delineamento casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (três rotações e duas saídas de sementes). A variável de resposta

empregada para comparar as saídas de sementes foi o número de sementes dosadas em três voltas do disco dosador, enquanto que para avaliar o desempenho geral do dosador foi empregada porcentagem de enchimento de células, definida pela Eq. 1. Esta variável de resposta também foi empregada por Reis & Forcellini (2009). Neste último caso foi usada, em cada rotação, a média entre as duas saídas de sementes. Durante os teste foi mantida uma quantidade de sementes suficiente para manter coberto o disco dosador.

$$pec = 100 \times \frac{ns}{nc} \quad (1)$$

em que:

- pec - porcentagem de enchimento de células, %
- ns - número de sementes
- nc - número de orifícios do disco

Os resultados foram comparados empregando-se análise de variância através do software Assistat 7.6 Beta.

Também foi realizado um ensaio de montagem e desmontagem do dosador de sementes com dupla saída com o objetivo de avaliar a facilidade de uma troca de disco dosador, verificando o atendimento a requisitos de projeto relacionados com montagem e regulagens. Para tanto, o dosador foi fixado a uma morsa de bancada e, a partir do momento em que se iniciou a desmontagem, foi cronometrado o tempo despendido até a conclusão do procedimento de substituição do disco dosador e remontagem do dosador de sementes. Foram realizadas cinco repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir na análise dos dados levantados por Teixeira (2008) e Reis & Forcellini (2006) referente aos requisitos de clientes para uma semeadora de tração animal e um dosador de precisão para sementes miúdas, respectivamente, foram selecionados 15 requisitos distribuídos nas fases de vida do produto para verificação de possíveis redundâncias, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Síntese dos requisitos de clientes separados por fases do ciclo de vida do produto

Fase	Requisitos de clientes
Projeto	(não identificado)
Fabricação	Ser fácil de fabricar
Comercialização	Ter baixo custo Ser durável
Utilização	Ter número de regulagens adequado
	Ser fácil de regular
	Ser de simples operação
	Ter montagem do dosador sem o auxílio de ferramentas
	Ter precisão na dosagem
	Ser precisa na distribuição de sementes
Manutenção	Ter pequena danificação de sementes
	Ter funcionamento independente do nível de sementes
	Ter boa resistência mecânica
	Ter manutenção de fácil execução
Manutenção	Ter manutenção de baixa frequência
	Ter manutenção de custo reduzido

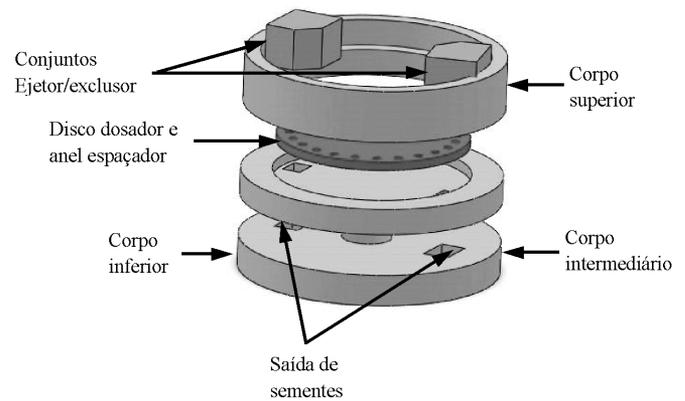
A hierarquização dos requisitos de cliente foi obtida pela aplicação do Diagrama de Mudge, que resultou na valoração desses requisitos na seguinte ordem decrescente: ter baixo custo (16,7%), ter precisão na dosagem das sementes (13,4%), ser precisa na distribuição das sementes (13,0%), ser fácil de fabricar (12,6%), ser pequena a danificação das sementes (8,5%), ter funcionamento independente do nível de sementes no reservatório (6,1%), ser de simples operação (5,7%), ter número de regulagens adequado (5,7%), ser durável (5,3%), ter manutenção de fácil execução (3,3%), ter manutenção de custo reduzido (2,8%), ser fácil de regular (2,8%), ter montagem do dosador sem o auxílio de ferramentas (1,6%), ter boa resistência mecânica (1,2%), ter manutenção de baixa frequência (0,8%) e oferecer segurança ao operador (0,4%).

A aplicação do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) retornou como resultado uma hierarquização dos requisitos de projeto conforme apresentado na Tabela 2.

Após análise das funções envolvidas no processo de dosagem de sementes pelo dosador foram levantados princípios de solução possíveis de utilização na concepção do produto.

Foi proposta uma concepção que está baseada na utilização de materiais leves e de baixo custo, utilização de componentes padronizados, tais como os discos dosadores de 190 mm de diâmetro e conjunto exclusor/ejetor de sementes adquiridos no mercado de reposição. Ainda deverá ser possível construir suas partes utilizando-se processos simples de fabricação. Um esboço do dosador é apresentado na Figura 1.

Obteve-se, como resultado do projeto preliminar, um dosador para sementes com dupla saída, basicamente composto por três corpos, o inferior, o intermediário e o superior. No corpo inferior se encontram as saídas de sementes, inclinadas



**Figura 1.** Concepção do dosador de sementes com dupla saída

em relação ao plano horizontal (Figura 2) e rolamento de apoio do sistema de tracionamento do disco dosador. No corpo intermediário localiza-se o alojamento para o disco dosador e anel espaçador; no corpo superior estão fixados os conjuntos exclusor/ejetor para as duas saídas de sementes. Neste corpo ainda será montado o reservatório de sementes. O conjunto será unido por presilhas colocadas na lateral dos corpos inferior e superior.

Após a fabricação dos componentes do dosador utilizando processos em conformidade com os requisitos de projeto previamente definidos, foi obtido o protótipo funcional apresentado na Figura 3. Além das peças especialmente desenvolvidas e fabricadas, o protótipo conta com o conjunto exclusor/ejetor de sementes, disco dosador e anel espaçador, provenientes do mercado de peças de reposição, disponíveis para diversos modelos de dosadores de disco horizontal com uma saída.

**Tabela 2.** Demonstrativo das especificações de projeto para dosador de precisão para sementes de milho e feijão com dupla saída

Nº	Especificações de projeto	Meta	Sensor	Saída indesejável
1	Uso de tolerâncias grandes	Classe de tolerância Classe IT 8 ou IT 9 (NBR 6158)	Análise de projeto	Uso de tolerâncias menores
2	Velocidades das partes móveis (m s <sup>-1</sup> )	< 0,3 m s <sup>-1</sup>	Medição de rotação do disco	Falhas na dosagem
3	Número de regulagens (Unidades)	> 3	Análise de projeto	Menor nº de regulagens
4	Processos de fabricação usuais (% de proc.)	> 80%	Equipamentos utilizados	Uso de processos sofisticados
5	Materiais padronizados comuns (%)	> 80%	Contagem	Nº acima do estabelecido
6	Partes móveis cobertas e sem cantos vivos (%)	100%	Análise do protótipo	Existência de cantos vivos
7	Acuidade na dosagem (Espaçamentos aceitáveis)	> 60%	Medição dos espaçamentos e comparação com a norma.	Imprecisão de semeadura em virtude da concepção adotada
8	Montagens manuais ou com auxílio de poucas ferramentas (Nº ferramentas)	No máximo duas	Análise de projeto	Utilização de um número maior de ferramentas
9	Vida útil (Anos)	5 anos	Análise do projeto e materiais utilizados	Aumento dos custos e/ou super dimensionamento
9	Dosar com qualquer nível de sementes no reservatório (%)	Maior que 1% da capacidade do reservatório	Teste de funcionamento	Não dosar corretamente
11	Declividade tolerável para funcionamento (Graus)	≥ 11º	Analisar funcionamento na condição inclinada	Não alcançar a regularidade de distribuição desejada
12	Acuidade na deposição (Espaçamentos aceitáveis)	> 60%	Analisar funcionamento em condição de trabalho	Espaçamentos incorretos
13	Danificação das sementes (%)	< 2%	Contagem de sementes	Danificação acima do aceitável
14	Volume do reservatório (Litro)	Ainda não fixado		Não se aplica



**Figura 2.** Vista lateral do corpo inferior com saídas inclinadas de sementes



**Figura 3.** Protótipo do dosador de sementes de disco horizontal com dupla saída

No teste de funcionalidade o número de sementes dosadas pelo disco de dupla fileira em cada uma das saídas é apresentado na Tabela 3. A análise de variância das médias dos tratamentos mostrou que não há diferença significativa no número de sementes dosadas em cada uma das saídas nem na faixa de velocidades angulares estudadas. Também não houve interação entre os dois fatores em estudo; assim, verificou-se que a diferença média entre as duas saídas foi de pouco mais que duas sementes, o que corresponde a uma diferença de 1,2%.

O fato de não ter sido encontrada diferença significativa entre o número de sementes dosadas em cada uma das saídas era

**Tabela 3.** Número médio de sementes dosadas em cada tratamento

Saída	Parâmetro estatístico	Velocidade angular (rpm)			Média
		7,8	10,8	13,4	
1	Média	197,0	199,0	195,0	197,0
	$\sigma$	2,1	3,5	4,2	
	cv (%)	1,1	1,7	2,1	
2	Média	206,0	196,0	196,0	199,4
	$\sigma$	8,5	8,6	7,8	
	cv (%)	4,1	4,4	4,0	

esperado, pois além de confirmar os resultados de Teixeira et al. (2013) obtidos com um dosador semelhante porém com disco de maior diâmetro, a construção cuidadosa demonstrada pelo perfeito ajuste das partes, aliada ao emprego de componentes comercialmente disponíveis, permitiu o funcionamento correto do protótipo.

As médias da porcentagem de enchimento de células nos tratamentos são apresentadas na Tabela 4. A análise de variância dos tratamentos mostrou, a nível de 0,05 de probabilidade, que não há diferenças na porcentagem de enchimento de células entre as rotações estudadas. Portanto, a média geral obtida pelo protótipo foi de 91,8% de enchimento de células.

**Tabela 4.** Médias da porcentagem de enchimento de células em cada rotação

Parâmetro estatístico	Velocidade angular (rpm)			Média geral
	7,8	10,8	13,4	
Média das saídas 1 e 2 (%)	93,4	91,5	90,4	91,8
$\sigma$	1,6	2,3	0,9	
cv (%)	1,7	2,5	1,0	

A porcentagem média de enchimento de células obtida (91,8%) na faixa entre 0,07 e 0,11 m s<sup>-1</sup>, é semelhante à que foi alcançada por Teixeira et al. (2013) para a porcentagem de espaçamentos aceitáveis de sementes de feijão num dosador de disco horizontal de grande diâmetro com dupla saída, em condições de laboratório. Para este equipamento os autores obtiveram o valor médio de 91,6% de espaçamentos aceitáveis. Embora os parâmetros sejam distintos, sabe-se que somente é possível obter valores elevados de espaçamentos aceitáveis quando a porcentagem de enchimento de células se aproxima de 100%; já para um dosador de disco horizontal comercial com uma saída de sementes operando com velocidade tangencial de 0,08 m s<sup>-1</sup>, Jasper et al. (2009) obtiveram valor médio de espaçamentos aceitáveis de 90,3% para sementes de milho em laboratório. Esses resultados colocam o presente protótipo que emprega disco dosador convencional de 190 mm de diâmetro, num patamar de qualidade de operação mesmo empregando duas saídas de sementes, compatível com os equipamentos comercialmente disponíveis.

O tempo médio necessário para desmontar, trocar o disco dosador e remontar o protótipo, foi de 23,3 s. Como termo de comparação o tempo médio para se realizar a mesma operação em um dosador de discos de uma semeadora comercial foi de 42,2 s (reservatório de sementes vazio e conjunto montado sobre a linha de semeadura).

Verificou-se, por fim, que as especificações de projetos relacionadas aos processos de fabricação, tais como uso de grandes tolerâncias (classe IT 8 ou IT 9), processos de fabricação usuais e materiais padronizados comuns além das relacionadas com funcionalidade, tais como montagens manuais ou com auxílio de poucas ferramentas, foram atendidas na sua totalidade.

## CONCLUSÕES

1. Com duas saídas de sementes, os resultados do ensaio de dosagem demonstram que o protótipo teve desempenho

compatível com ensaios realizados em dosadores comerciais semelhantes, indicando a viabilidade de sua utilização no projeto de uma semeadora de precisão para pequenos agricultores.

2. O emprego de disco dosador com 190 mm de diâmetro mostrou-se viável para a utilização em dosadores com duas saídas de sementes.

### LITERATURA CITADA

- Frabetti, D. R.; Resende, R. C.; Queiroz, D. M.; Fernandes, H. C.; Solza, C. M. Desenvolvimento e avaliação do desempenho de uma semeadora puncionadora para plantio direto de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.199-204, 2011.
- Guilhoto, J. J. M.; Azzoni, C. R.; Silveira, F. G. PIB da Agricultura familiar: Brasil-Estados. Brasília: MDA, 2007. 172p. NEAD Estudos 19,
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Instituto Agrônomo do Paraná. Identificação de gargalos tecnológicos da agricultura familiar: Subsídios e diretrizes para uma política pública: Relatório 1: Levantamento das demandas tecnológicas e sugestões de diretrizes de políticas públicas. Curitiba: IPARDES, 2005. 355p.
- Jasper, R.; Justino, A.; Morgado, C. B.; Dyck, R.; Garcia, L. C. Comparação de bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho. *Engenharia Agrícola*, v.29, p.623-629, 2009.
- Oliveira, M. N.; Xavier, J. H. V.; Silva, F. A. M.; Scopel, E., Zoby, J. L. F. Efeitos da introdução do sistema de plantio direto de milho por agricultores familiares do município de Unai, MG (Cerrado Brasileiro). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, p.51-60, 2009.
- Reis, A. V.; Forcellini, F. A. obtenção de especificações para o projeto de um mecanismo dosador de precisão para sementes miúdas. *Engenharia Rural*, v.17, p.47-57, 2006.
- Reis, A. V.; Forcellini, F. A. Dosador mecânico de precisão para sementes miúdas: Testes funcionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.656-661, 2009.
- Reis, A. V.; Machado, A. L. T.; Bisognin, A. Avaliação do desempenho de três mecanismos dosadores de sementes de arroz com vistas à semeadura de precisão. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.13, p.393-398, 2007.
- St Jack, D.; Hesterman, D. C.; Guzzomi, A. L. Precision metering of *Santalum spicatum* (Australian Sandalwood) seeds. *Biosystems Engineering*, v.115, p.171-183, 2013.
- Stefanello, G.; Machado, A. L. T.; Reis, A. V.; Machado, R. L. T.; Morais, C. S. Estrutura funcional de uma semeadora de tração humana. *Ciência Rural*, v.44, p.1-6, 2014.
- Teixeira, S. S. Projeto conceitual de uma semeadora de milho e feijão voltada para a agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: UFPel, 2008. 113p. Dissertação Mestrado
- Teixeira, S. S. ; Reis, A. V.; Machado, A. L. T. Longitudinal distribution of bean seeds in horizontal plate meter operating with one or two seed outlets. *Engenharia Agrícola*, v.33, p.569-574, 2013.
- Umaras, E. Tolerâncias dimensionais em conjuntos mecânicos: estudo e proposta para otimização. São Paulo: USP, 2010. 150p. Dissertação Mestrado
- Weirich Neto, P. H.; Justino, A.; Namur, R. T.; Domingues, J.; Garcia, L. C. Comparison of metering mechanisms of corn seed. *Engenharia Agrícola*, v.32, p.981-988, 2012.