



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Projeto, desenvolvimento e construção de uma bancada de ensaios para dosadores de semente

Design, development and construction of a test rig for seed meters

Eduardo Walker¹; Ângelo Vieira dos Reis¹; Giusepe Stefanello¹

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo projetar e desenvolver uma bancada de ensaios, que em primeiro momento pudesse ser aplicada para ensaiar dosadores de sementes utilizados em semeadoras, e que apresentasse recursos de regulagem para posteriormente ensaiar outros componentes de máquinas agrícolas. Para o projeto foi utilizado o modelo de fases sendo desenvolvidas as fases: projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar. O resultado foi uma bancada de ensaios desenvolvida com baixo custo, grande versatilidade de aplicação e boa precisão perante os ensaios.

Palavras-chave: *Ensaio de laboratório, bancada de ensaio, semeadoras de precisão*

ABSTRACT

The objective of this work was to design and develop a test rig which first could be applied to test seed meters used in planters and to present adjustment features to further test other components of agricultural machinery. The design was based on a phase model methodology from which we used the following phases: informational design, conceptual design and embodiment design. The result was a test rig developed with low cost, excellent application versatility and good precision in the trials.

Keywords: *laboratory trial, test bench, planters*

1. INTRODUÇÃO

Ensaiai, testar ou simular são etapas fundamentais na criação e validação de componentes ou sistemas mecânicos mais complexos, visando o entendimento ou o conhecimento de informações como: vida útil, pontos de desgaste ou fadiga, desempenho funcional ou adequação a normas. Segundo Alonço et al. (2010) os ensaios em laboratório são realizados com o auxílio de bancadas que reproduzem, artificialmente e de forma controlada, as condições operacionais sob as quais a máquina efetua a semeadura no campo. Jasper et al. (2009) verificaram que a utilização de bancadas simuladoras do processo de semeadura tem sido a ferramenta empregada por empresas produtoras de sementes e discos dosadores para indicar a melhor opção para cada lote de sementes.

¹ UFPel – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas/RS – Brasil.

Reis et al. (2003), relatam em seu trabalho de projeto e construção de uma bancada de testes para dosadores de sementes que é de fundamental importância o conhecimento da regularidade de distribuição longitudinal das sementes em linha de semeadura, pois assim pode-se avaliar a precisão funcional dos protótipos testados. A ABNT (1996) estabelece, no projeto de norma (04:015.06-004/1996) para semeadoras de precisão, dentre outros, métodos de ensaios em laboratório para a avaliação da regularidade de distribuição longitudinal de sementes.

Carpes et al. (2017), avaliaram a distribuição longitudinal de sementes de milho por diferentes tipos de tubos condutores, variando a densidade de semeadura, e para isso, utilizaram um dosador de disco horizontal e um dosador pneumático. O experimento foi conduzido em laboratório utilizando uma bancada de ensaio de dosadores de sementes. Os tratamentos consistiram da combinação de dois dosadores, seis tubos condutores e quatro velocidades periféricas do disco dosador, correspondentes às densidades de 60, 70, 80 e 90 mil sementes de milho por hectare. Ao aumentar a densidade de semeadura para uma mesma velocidade de deslocamento, houve redução do percentual de espaçamentos aceitáveis, sendo este efeito mais acentuado quando utilizados tubos condutores com pequeno diâmetro e perfil reto.

Teixeira et al. (2009), compararam dosadores de semente do tipo disco horizontal com orifícios circulares, operando com uma ou duas saídas de semente sobre a precisão de distribuição longitudinal de sementes de milho, empregando uma bancada de testes de dosadores, desenvolvida por Reis (2003), que atende aos requisitos de avaliação laboratorial de dosadores recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994). No trabalho os autores avaliaram dois dosadores em 10 velocidades periféricas (0,03 a 0,30 m s⁻¹).

Reis et al. (2007), montaram um experimento de laboratório utilizando uma bancada de ensaios para avaliar a adequação e a precisão funcional de mecanismos dosadores dos tipos rotor acanalado reto e helicoidal e rotor dentado na dosagem de sementes de arroz com baixas razões de distribuição. As variáveis independentes foram a rotação do dosador (15 e 30 rpm) e os parâmetros de regulação dos dosadores simulando densidade de semeadura entre 12 e 46 sementes por metro.

O presente trabalho teve como objetivo projetar e desenvolver uma bancada de ensaios utilizando o modelo de fases de projeto, que em primeiro momento pudesse ser aplicada para ensaiar dosadores de sementes utilizados em semeadoras e, ainda, apresentasse recursos de regulação para posteriormente ensaiar componentes de outras máquinas agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bancada para ensaios foi projetada e desenvolvida no Laboratório de Processos Mecânicos localizado na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), tendo como base a metodologia proposta pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – NeDIP da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que divide o projeto em quatro fases (Figura 1).

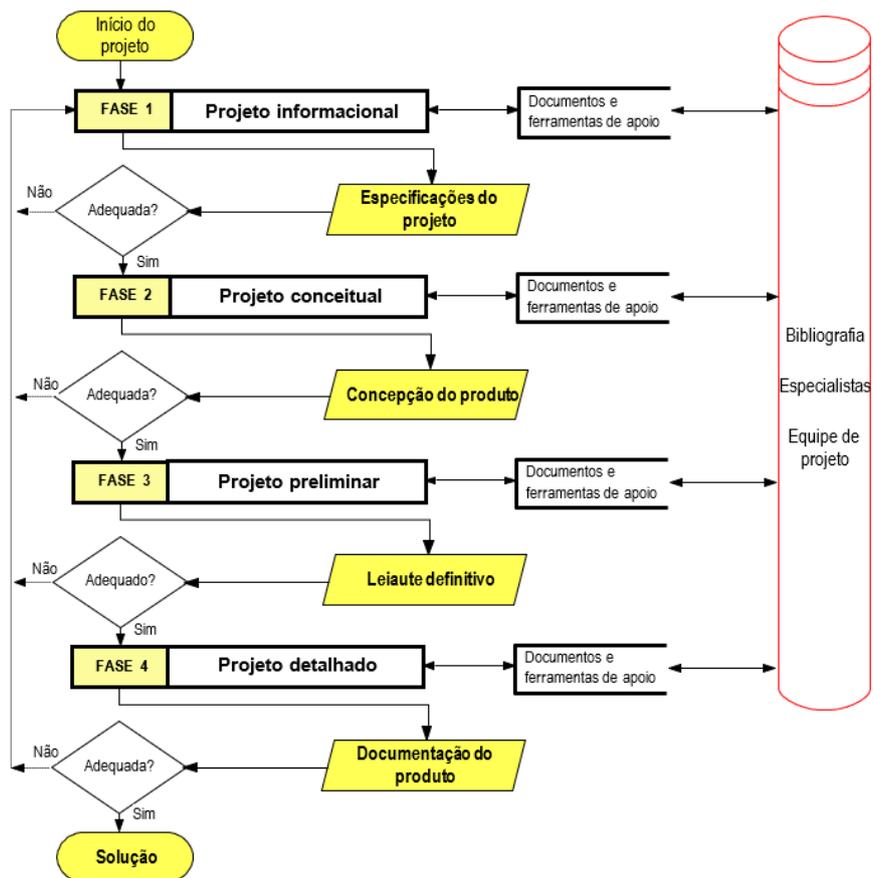


Figura1: Modelo do processo de projeto proposto.

Fonte: REIS, 2003.

Iniciou-se o projeto pela fase informacional, na qual foram levantadas todas as informações relacionadas ao problema de projeto e foram formuladas as especificações do produto. Os requisitos de clientes foram definidos pela equipe de projeto formada por: prováveis usuários discentes, docentes do Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas – (NIMEq) do Departamento de Engenharia Rural – DER da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM da UFPel. Com base nos requisitos de clientes a equipe de projetos identificou os requisitos de projeto que são as funções, restrições, as grandezas físicas e os parâmetros analisados a partir dos requisitos de clientes e estes foram classificados de acordo com o grau de importância no projeto. A segunda fase é o projeto conceitual onde foi estabelecida a função global do produto para posteriormente gerar as estruturas funcionais a fim de identificar as funções necessárias para o cumprimento da tarefa. Nesta etapa da metodologia passa-se da função para a forma, para cada uma das funções da estrutura funcional foi atribuído ao menos um princípio de solução. Após foram estabelecidas as combinações de princípios de solução entre as subfunções da estrutura funcional e selecionada a solução mais promissora. A fase seguinte foi a de projeto preliminar com o dimensionamento do leiaute definitivo e a construção do protótipo. Foram identificados os sistemas, subsistemas e componentes determinantes e responsáveis pelas principais funções ou soluções. Com isso iniciou-se a elaboração dos desenhos preliminares com base na concepção obtida na fase de projeto conceitual e nos requisitos de projeto hierarquizados. Estes desenhos foram elaborados com auxílio de *software* de modelagem 3D possibilitando assim a montagem virtual do projeto e conseqüentemente uma melhor visualização e interpretação do mesmo. A última fase, de projeto detalhado, não foi desenvolvida uma vez que a mesma é voltada para a manufatura industrial, tendo como algumas das atividades: desenvolver fornecedores, planejar o processo de fabricação e montagem e planejar embalagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concepção de projeto adotada (Figura 2) permite que a bancada de ensaios seja aplicada nos mais diversos produtos, como dosadores de sementes, dosadores de fertilizante, sistemas de transmissão, geradores elétricos, pequenas bombas hidráulicas, dentre outros que necessitem de movimento de rotação para o seu funcionamento. Para tanto foi necessário projetar e desenvolver uma estrutura metálica de fácil mobilidade, com fixação ajustável em relação ao eixo de rotação da bancada, acionamento dos mecanismos por motor elétrico e controle de rotação através de um inversor de frequência.

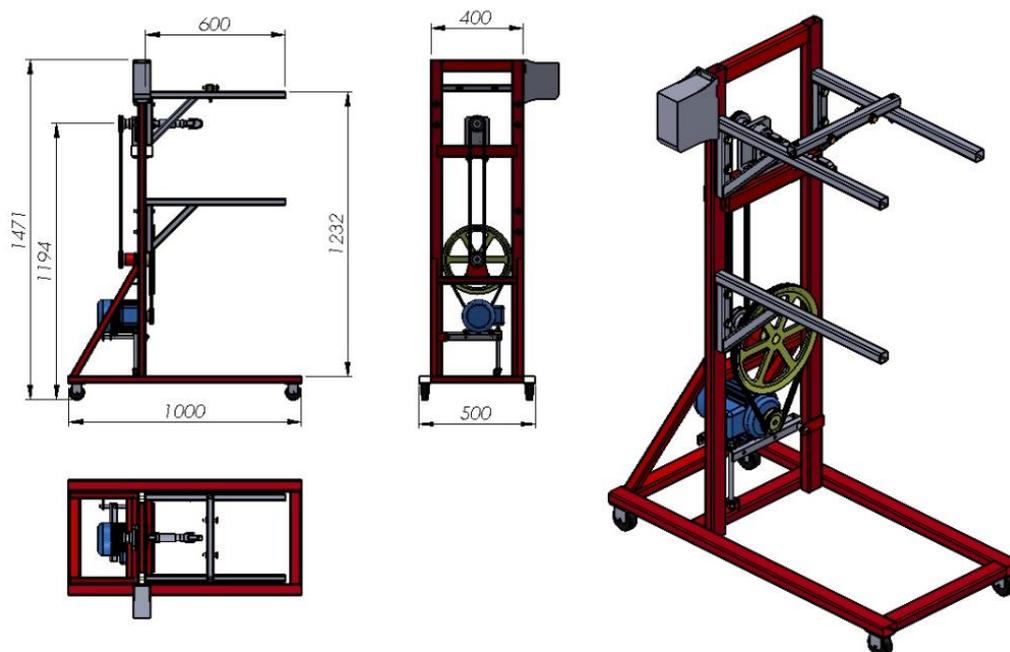


Figura 2: Concepção de projeto escolhida para a bancada de ensaios.

A Figura 3 apresenta as partes móveis da bancada, indicando na Pos. 4 o componente que possibilita a fixação através de parafusos por toda a extensão vertical da estrutura principal, a parte móvel indicada na Pos. 10 permite a sua fixação em toda a extensão da peça 4 e o mancal da Pos. 11 pode ser deslocado no sentido horizontal. Essa variação de posicionamento das partes móveis garante que um maior número de equipamentos possa ser ensaiado, independente da posição em que se encontra o ponto de acionamento do equipamento a ser testado ou do ângulo de inclinação determinado para o ensaio.

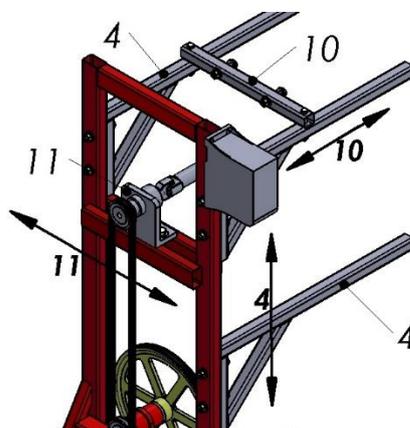


Figura 3: Representação da possibilidade de deslocamento das partes móveis da bancada (a figura está representada em corte parcial e as setas acompanhadas da posição da peça indicam a direção de possível deslocamento em cada componente).

Para construção de toda a estrutura foi utilizado tubo mecânico retangular 30x50x1,2mm com o objetivo de obter um equipamento leve e ao mesmo tempo resistente, capaz de suportar os esforços gerados durante seu uso.

O acionamento é dado através de motor trifásico marca Weg², modelo W22 Plus de 1.5cv e 1715 rpm, acoplado a um inversor de frequência marca Weg¹, modelo CFW500, que tem a função de controlar o motor possibilitando a variação de rotação do mesmo.

Na Tabela 1 estão listados os materiais utilizados na construção da bancada de ensaios juntamente com o custo de fabricação. O valor total para a construção da bancada de ensaios foi de R\$2.169,62.

Tabela1: Lista de material e custo de fabricação da bancada de ensaios.

Descrição	Quantidade	Custo
Tubo Quadrado 30x30x1,2	4700 mm	
Tubo Retangular 30x50x1,2	8500 mm	
Cantoneira 31,75x31,75x4,75	550 mm	R\$ 205,26
Barra Redonda Tref Ø12	220 mm	
Barra Roscada MA-12	250 mm	
Componentes Diversos (Eletrodo de solda, broca, luva, óculos de proteção)	-	R\$ 92,51
Rodas para transporte	4	R\$ 40,00
Corrente de transmissão	1	R\$ 21,00
Elementos de fixação	-	R\$ 24,41
Componentes elétricos	-	R\$ 36,44
Cardan	1	R\$ 50,00
Motor	1	R\$ 120,00
Inversor de frequência	1	R\$ 1.100,00
Mancais	2	R\$ 80,00
Mão de obra	-	R\$ 400,00
	TOTAL	R\$ 2.169,62

A Figura 4 apresenta a banca de ensaios finalizada, equipada com um dosador de sementes pneumático que será ensaiado para avaliação de precisão e parâmetros funcionais. Com isso as partes móveis da bancada foram montadas em função da perfeita fixação do dosador a ser ensaiado, mantendo a mesma forma de fixação que o dosador apresenta em sua aplicação real na semeadora.

² A citação de marcas comerciais não indica recomendação por parte dos autores.

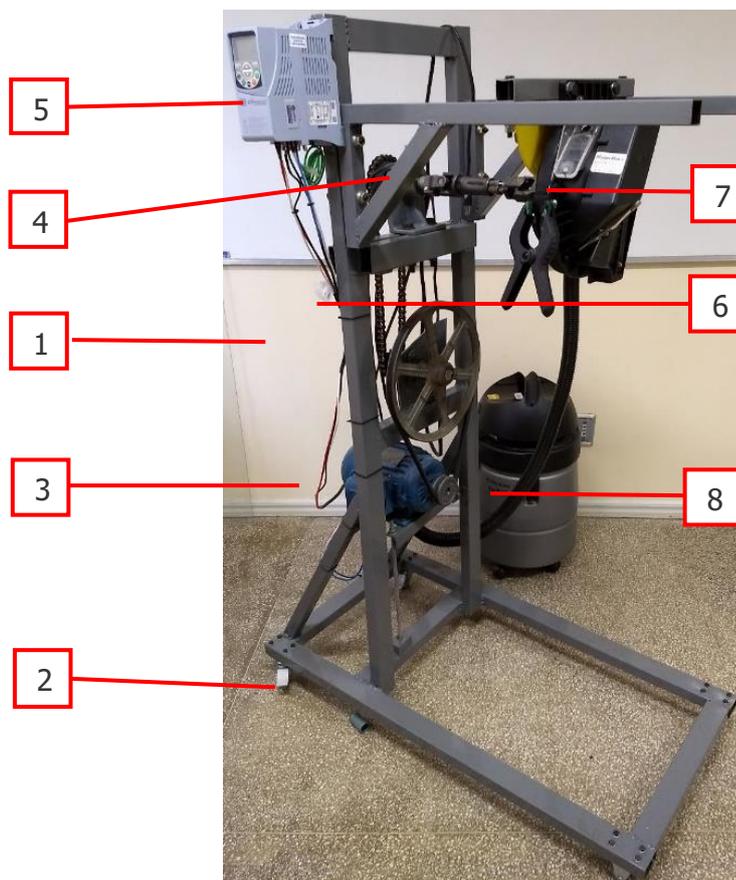


Figura 4: Bancada de ensaios equipada com dosador pneumático, onde: 1) Estrutura da bancada; 2) Rodas de mobilidade; 3) Motor elétrico; 4) Eixo árvore cardã do sistema de transmissão; 5) Inversor de frequência; 6) Sistema de transmissão; 7) Dosador de sementes pneumático; 8) Aspirador de pó (fonte de vácuo).

A Tabela 2 apresenta as especificações da bancada de ensaios com suas principais informações.

Tabela 2: Especificações da bancada de ensaios.

REQUISITO	VALOR
Dimensões externas (B x H x L)	1000 x 1471 x 500 mm
Área útil para fixação de peças (B x H x L)	600 x 1232 x 380 mm
Altura do mancal superior em relação ao solo	1194 mm
Rotação do motor	1715 rpm
Rotação no mancal superior	0 – 273 rpm
Inclinação horizontal partes móveis	0 – 45°
Inclinação junta cardã (sistema de transmissão)	0 – 30°

A bancada de ensaios projetada e desenvolvida apresenta semelhanças com algumas bancadas já existentes, como as utilizadas nos estudos de Reis et al. (2007), (Figura 5) e Carpes et al. (2017) (Figura 6). Ambas são acionadas por motor elétrico controlado por um inversor de frequência, e possuem sistema de ajustes para correta fixação dos dosadores ou equipamentos a serem ensaiados. É visível a diferença construtiva do projeto de cada bancada de ensaio, pois apresentam diferenças nas faixas de rotação, altura da posição do dosador em relação ao solo e variação de inclinações. A utilizada por Reis et al. (2007) é estruturada em coluna tubular metálica única, com uma base estabilizadora inferior fixa. A utilizada por Carpes et al. (2017), está configurada em uma estrutura metálica de forma retangular, utiliza uma esteira para o recolhimento e posterior contagem de sementes e análise de espaçamentos. Já a bancada de ensaios desenvolvida neste trabalho usará um

sensor óptico posicionado na saída da semente do dosador para esse fim. Em relação às bancadas comparadas e citadas acima pode-se afirmar que a bancada de ensaios apresentada neste trabalho possibilita maior amplitude de variação de parâmetros, principalmente nos requisitos que tratam as regulagens e inclinações possíveis, altura do mancal superior em relação ao solo e faixas de rotações. Ainda, a presente bancada permite acoplamento de esteira abaixo dos dosadores para verificação de deposição longitudinal de sementes e/ou fertilizantes.

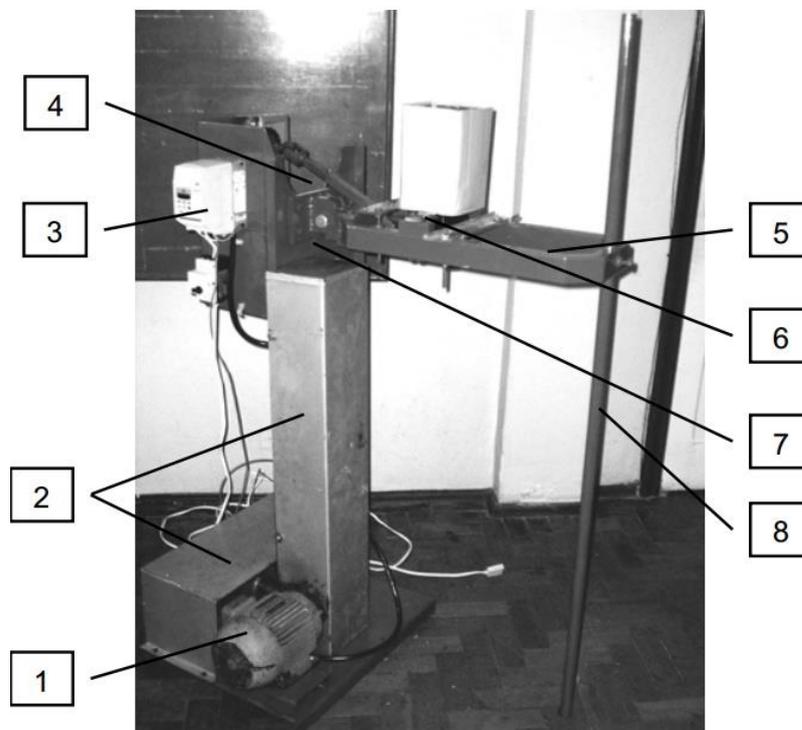


Figura 5: Bancada de ensaios utilizada por Reis et al. (2007), onde: 1) motor elétrico; 2) Proteção do sistema de transmissão; 3) Inversor de frequência; 4) Eixo cardan do sistema de transmissão; 5) Mesa de fixação regulável; 6) Mecanismo dosador; 7) Pivô da mesa regulável; 8) Haste de apoio. Reis et al. (2007).

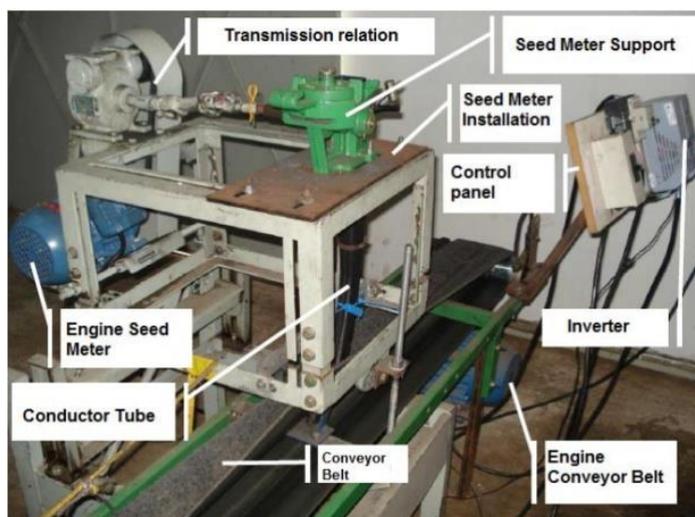


Figura 6: Bancada de ensaios utilizada por Carpes et al. (2017). Fonte: Carpes et al. (2017).

4. CONCLUSÃO

O projeto da bancada de ensaios cumpriu com os objetivos estabelecidos no trabalho, pois a concepção escolhida, projetada e construída, com diversas partes móveis garante que qualquer componente possa ser montado e ensaiado. A variação de rotação a partir do inversor de frequência facilitou a regulação da bancada, trazendo maior agilidade para os ensaios.

5. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04:015.06-004/1995.Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio**. São Paulo: ABNT,1996. 2l p.

ALONÇO, A, dos S.; SILVEIRA, H. A. T. da.; ZOTTIS, J.; BEDIN, P. R.; DIAS, V. de O. **Projeto de uma bancada para ensaios de dosadores pneumáticos de sementes: fase informacional e conceitual**. In. XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2010, Vitória, Anais COMBEA 2010, Vitória, 2010.

CARPES, D.P.; ALONÇO, A, dos S.; ROSSATO, F.P.; VEIT, A.A.; SOUZA, L.B. de.; FRANCETTO, T.R. Effect of different conductor tubes on the longitudinal distribution of corn seeds. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.21, n.9, p.657-662, 2017.

JASPER, R.; JUSTINO, A., MORGADO, C.B.; DYCK, R.; GARCIA, L.C. Comparação de bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.29, n.4, p.623-629, out./dez. 2009.

REIS, A.V dos. **Desenvolvimento de concepções para dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas**. Florianópolis 2003. 277p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

REIS, A.V dos; FORCELLINI, F. A.; STOETERAU, R.L.**Projeto e construção de uma bancada de testes de dosadores de precisão para sementes miúdas**. In: 3ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFSC, 2003, Florianópolis. Anais da 3ª SEPEX. Florianópolis: PRCE/UFSC, 2003.

REIS, A.V. dos.; MACHADO, A.L.T.; BISOGNIN, A. Avaliação do desempenho de três mecanismos dosadores de sementes de arroz com vistas à semeadura de precisão. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 393-398, jul-set, 2007.

TEIXEIRA, S.S.; REIS, A.V. dos.; MACHADO, A.L.T.; BISOGNIN, A.; SILVEIRA, H.A.T. da.; Distribuição longitudinal de sementes de milho com dosador de disco horizontal operando com uma ou duas saídas de sementes. **Ciências Rural**, v.39, n.8, nov, 2009.