

PROTÓTIPO AUTOMATIZADO PARA COLETA DE DADOS EM ENSAIOS DE DISTRIBUIDORES DE SÓLIDOS A LANÇO.

FREDERIC HARTWIG BACK KOELLN¹, RODRIGO SINAIDI ZANDONADI², DIOHNI SCHWENGBER³, LUIZA MARTINS TURCATTO⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, (66) 9661-1939, frederic.back@hotmail.com

² Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso, (66) 999336644, zandonadi.rodriigo@gmail.com

³ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, (66) 999158738, diohni.schwengber@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, (66) 999838319, luiza_turcatto@hotmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Desenvolvimento de um protótipo automatizado para coleta de dados em ensaios de distribuidores de sólidos a lanço. Desenvolveu-se uma estrutura em aço composta por duas peças unidas por uma célula de carga. A parte inferior para sustentação e nivelamento e a superior para alojar a bandeja padronizada, tendo seu centro geométrico sobre a célula de carga. A célula de carga suporta o peso da estrutura superior, da bandeja e o material coletado (taxas de até 6 ton.há⁻¹). Para interface entre a célula de carga e o microcontrolador, foi utilizada uma placa com amplificador e conversor analógico digital. Calibrou-se a célula de carga montada na estrutura e verificou-se os erros prováveis devido a ocorrência de potencial deposição desuniforme de material dentro da bandeja. O sistema após calibrado apresentou acurácia de $\pm 0,11$ gramas quando a carga era aplicada no centro geométrico da bandeja. A análise de erros devido a não uniformidade do posicionamento do produto resultou em aproximadamente $\pm 0,5$ gramas, sendo crescente com o aumento da massa. Erros na metodologia convencional de coleta de dados são maiores que os observados no sistema proposto que somado à otimização do tempo gasto nas coletas, apresenta grande potencial para uso nos ensaios de distribuidores.

PALAVRAS-CHAVE: Instrumentação Agrícola; Agricultura de Precisão; Célula de carga.

AUTOMATIZED PROTOTYPE FOR DATA COLLECTION IN TESTS OF SOLID DISTRIBUTORS TO LAUNCH.

ABSTRACT: Development of an automated prototype for data collection in assay solids distributors. A steel structure composed of two parts joined by a load cell was developed. The bottom for support and leveling and the upper part for housing the standard tray, having its geometric center on the load cell. The load cell supports the weight of the top frame, the tray and the material collected (rates up to 6 ton.h⁻¹). For interface between the load cell and the microcontroller, a board with amplifier and digital analog converter was used. The load cell mounted on the frame was calibrated and the probable errors were verified due to the occurrence of potential uneven deposition of material within the tray. The system after calibration presented an accuracy of ± 0.11 gram when the load was applied in the geometric center of the tray. Error analysis due to non-uniformity of product positioning resulted in approximately ± 0.5 grams, increasing with increasing mass. Errors in the conventional methodology of data collection are higher than those observed in the proposed system, which added to the optimization of the time spent in the collections, presents great potential for use in the tests of distributors.

KEYWORDS: Agricultural Instrumentation; Precision agriculture; Load Cell.

INTRODUÇÃO: De acordo com Milan e Gadanha Junior (1996), os principais ensaios para caracterizar o desempenho de um distribuidor são: regularidade de vazão, caracterização da faixa de distribuição transversal e longitudinal. No âmbito da pesquisa, os ensaios são conduzidos com maior critério utilizando-se geralmente o número de bandejas necessário para a representatividade, seguindo a norma ASAE (1996) para os ensaios, em alguns casos pode-se chegar a mais de 70 bandejas. Outro fator a ser considerado na metodologia convencional é a propensão a erros devido ao manuseio do material entre a retirada das bandejas e o posicionamento do material na balança. No intuito de minimizar erros e tempo de coleta, PORTELLA e BATISTA (2012) testaram um sistema instrumentado com célula de carga e software para aquisição de dados relatando uma diferença média de 8,8 % entre as coletas manuais e as coletas com o sistema proposto. Os autores não relatam no manuscrito, como o erro foi calculado e aparentemente, trata-se de um erro relativamente alto considerando que o coeficiente de variação recomendado para perfil de distribuição deve ser abaixo de 20 %. Os autores também não apresentaram detalhes da instrumentação, como por exemplo, fonte de potência elétrica e comunicação para situações de múltiplas bandejas instrumentadas. Os autores KOELLN e ZANDONADI (2017) propuseram um projeto mecânico para coleta de dados, utilizando uma célula de carga centralizada e relatando que o posicionamento da célula de carga poderá acarretar erros em situações que a massa dentro da bandeja não for distribuída uniformemente. Os autores mencionam que tais características devem ser avaliadas criteriosamente para verificar se o erro causado não comprometerá a acurácia necessária para as mensurações dos ensaios. Diante do exposto objetivou-se a avaliação do erro em função da distribuição da massa em um protótipo automatizado para coleta de dados em ensaios de distribuidores de sólidos a lanço

MATERIAL E MÉTODOS: O protótipo foi desenvolvido no Laboratório de Agricultura de Precisão e Mecanização Agrícola (LAPMec), da Universidade Federal de Mato Grosso - *Campus* de Sinop (UFMT - Sinop) no período de julho de 2017 a janeiro de 2018. Desenvolveu-se o modelo mecânico da estrutura em software de modelagem 3D e utilizou-se perfil de aço carbono para confecção dos suportes. A estrutura foi projetada para alojar uma bandeja de coletas padronizada de acordo com a ASAE (1996). O sistema de aquisição de dados foi desenvolvido com base na placa micro processada Arduino Pro Micro. Uma placa modelo Hx711 com amplificador de sinais e conversor analógico digital, com precisão de 24 bits foi utilizada para amplificar o sinal de saída de célula de carga. Dessa maneira, o sistema pode ser alimentado por uma fonte de corrente contínua de 6 V composto por um conjunto de 4 pilhas AAA.

A calibração da célula de carga foi conduzida com o aparato montado (bandeja mais suporte sobre a célula de carga), conduzido com 5 massas conhecidas (entre 10 e 400 gramas) posicionadas no centro da bandeja. Para cada massa foram registradas 10 leituras para confeccionar o gráfico de resposta da célula de carga e ajustar a equação de calibração através de regressão linear. Feito o ajuste da equação de calibração, procedeu-se a uma nova coleta de dados com 4 massas conhecidas, para a validação da equação de calibração.

A coleta de dados para avaliação do erro, devido os diferentes posicionamentos do produto dentro da bandeja foi realizada de acordo com o esquema apresentado da FIGURA 1. Utilizou-se 3 massas distintas (15 a 500 g) e 5 leituras para cada um dos pontos apresentados. O erro foi então calculado assumindo o centro da bandeja (posição 5) como valor de referência.

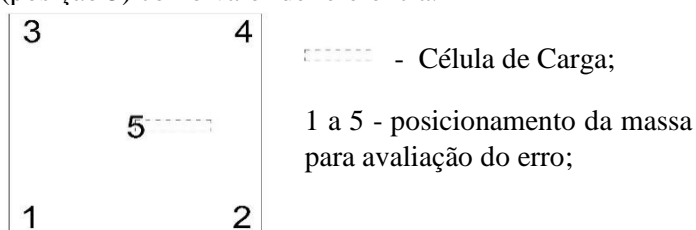


FIGURA 1 - Esquema de para avaliação do erro em função de diferentes posicionamentos de massa dentro de bandeja de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O aço utilizado para a construção dos suportes foi o 1035. O Suporte inferior foi construído com três cantoneira de abas iguais a 2 cm e espessura de 2 mm e uma cantoneira de abas iguais a 3,3 cm e espessura de 3 mm (para fixação da célula de carga). Na FIGURA 2 pode ser visualizado a vista lateral e as dimensões do protótipo e na FIGURA 3 pode-se visualizar a ilustração do protótipo.

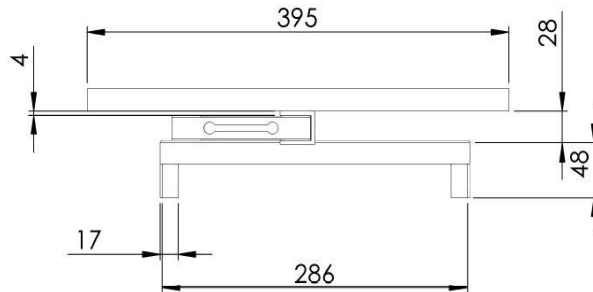


FIGURA 2 – Vista lateral com as dimensões do protótipo.



FIGURA 2 – Ilustração do protótipo.

Utilizando a bandeja de ensaio padrão e a grade antirricochete totalizando 2793 g, foram posicionadas juntamente com o suporte superior de 1947 g, totalizando a massa sobre a célula de carga de 4740 g. Considerando a taxa máxima de aplicação estimada em 6 ton.ha⁻¹, o máximo material acumulado na área de 0,25 m² da bandeja será de 150 g. Assim a célula de carga escolhida para equipar o protótipo foi a PWZL- 5 – 2F (MK Controle) com capacidade para 5 kgf e coeficiente de sobrecarga de 150 %. Os resultados de calibração e validação são apresentados nas FIGURAS 4 e 5 onde pode-se observar o comportamento linear do sensor, apresentando um elevado grau de ajuste para a equação que representa seu comportamento a diferentes massas (FIGURA 4). Os erros mínimos e máximos observados foram entre -0,1 e 0,15 g para a faixa de 0 a 500 g avaliadas.

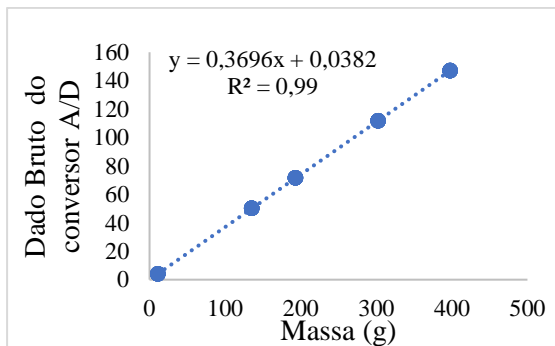


FIGURA 4 - Resposta da célula de carga em função da massa aplicada

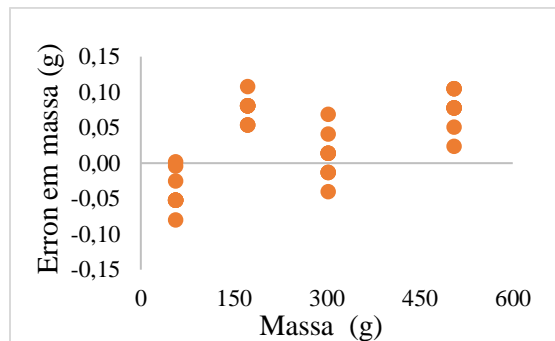


FIGURA 5 - Erros observados na validação da calibração do aparato.

Os resultados da análise de erros em relação estimativa da massa descentralizada são apresentados não FIGURA 6. Os erros devido a não uniformidade do posicionamento do produto resultou em aproximadamente $\pm 0,5$ g. Pode-se observar que na posição 1 e 3, os valores da massa são subestimados e na posição 2 e 4 os valores são superestimados. Essa relação de subestimar ou superestimar o valor da massa, ocorre devido o comportamento da célula de carga em relação a tração e compressão. Esse problema pode ser minimizado se utilizar 4 células de carga (em cada lado do suporte). Porém o custo e a complexidade para construção do sistema aumentam significativamente. O erro absoluto aumentou com o aumento da massa, porém considerando o erro relativo, o maior valor encontrado foi de $\pm 0,3$ %, sendo encontrado para menor massa avaliada (15 g). É importante ressaltar que o erro avaliado devido uma massa concentrada, situação que dificilmente ocorrerá em condições de ensaios, pois a maior probabilidade é material se distribua na superfície da bandeja.

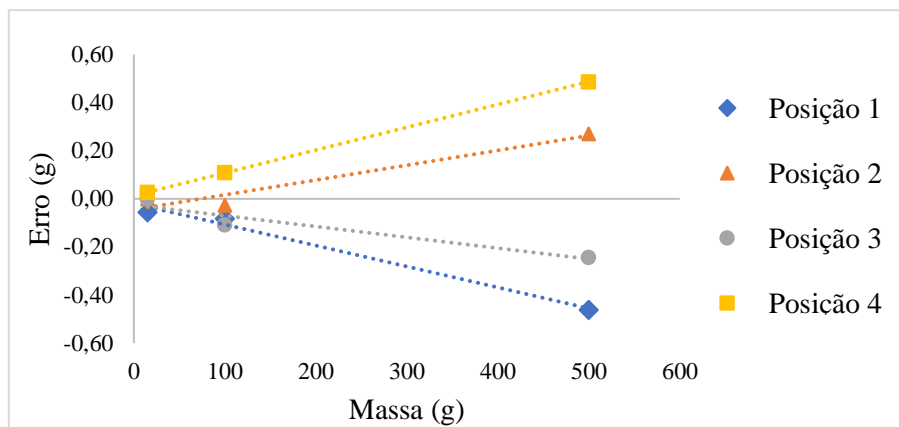


FIGURA 6 - Erro em função da posição e massa observada.

Com o uso do protótipo para a coleta de dados, considerando um ensaio onde a massa a ser coletada de acordo com a taxa de aplicação é de 100 g (0.4 t.há⁻¹), o erro seria aproximadamente 0.11% de acordo com os dados obtidos. Na metodologia convencional a transferência do material das bandejas para outro recipiente e posterior pesagem e anotação dos dados em planilhas, podem gerar erros. Estes erros são anulados com o uso do protótipo por que não há necessidade de transferência de matéria e os dados coletados já são transferidos para uma planilha eletrônica. Sendo assim o erro observado é baixo se comparado com os possíveis erros envolvidos na metodologia convencional.

CONCLUSÕES: A acurácia do protótipo somado à otimização do tempo gasto nas coletas apresenta grande potencial para uso nos ensaios de distribuidores. Resultados apontam que erros devido à má distribuição do material na superfície da bandeja são consideravelmente baixos sendo que a pior situação apresentou erros de $\pm 0.3 \%$.

AGRADECIMENTOS: Ao Laboratório de Agricultura de Precisão e Mecanização Agrícola (LAPMec), da Universidade Federal de Mato Grosso - *Campus* de Sinop e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT pelo apoio financeiro do projeto e da bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS: ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders.** ASAE Standards. St. Joseph, 1996. 3p.

KOELLN, F. H. B; ZANDONADI, R. S. Aparato para Coleta de Dados em Ensaio Distribuidores a Lanço. **IV Semana Acadêmica de Sinop.** 2017.

MILAN, M., C. D. GADANHA JÚNIOR, and LG MIALHE. "Ensaio e certificação das máquinas para aplicação de adubos e corretivos." **Máquinas agrícolas: Ensaio & Certificações** (1996).

PORTELLA, J. A.; BATISTA, D. G. **Teste Eletrônico.** Cultivar Máquinas. ISSN - 1676-0158. Edição Nº 118. P.12-14. Ano XI. Maio de 2012.

SERRANO, J.; PEÇA J; SILVA. J. M.; SHAHIDIAN. S. Aplicação de fertilizantes: tecnologia, eficiência energética e ambiente. **Rev. de Ciências Agrárias,** Lisboa, v. 37, n. 3, p. 270-279, set. 2014.