

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA BARRA DE TRAÇÃO PARA SUPORTE DA CÉLULA DE CARGA EM TRATORES AGRÍCOLAS

GABRIEL F. DA SILVA RICARDO<sup>1</sup>, GELSON LUIZ MICHELON<sup>2</sup>, RENAN FELIPE A. DE ARAÚJO<sup>3</sup>,  
THIAGO MARTINS MACHADO<sup>4</sup>, DIEGO AUGUSTO FIORESE<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Estudante de graduação, Curso de Eng. Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Sinop-MT, (66) 9.8419-9868, [gabrielfes@hotmail.com](mailto:gabrielfes@hotmail.com).

<sup>2,3</sup> Estudante de graduação, Curso de Eng. Agrícola e Amb., Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Sinop-MT.

<sup>4,5</sup> Professor adjunto, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais-ICAA, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop-MT.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo projetar e construir um suporte metálico em formato de barra de tração adaptável ("berço"), para fixação de uma célula de carga, capaz de garantir proteção, confiabilidade, manobrabilidade, e versatilidade no acoplamento em diferentes modelos de tratores agrícolas. Os estudos foram realizados no laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop-MT. Para a elaboração e construção do suporte metálico foram utilizados: software para desenho computacional assistido, barras em aço trefilado AISI 1045, parafusos M30 e M24, e equipamento de solda. Com o software foi realizado o dimensionamento estrutural do item, o qual foi dividido em três partes, sendo: local de posicionamento e proteção da célula de carga, duas barras paralelas de acoplamento (móveis); e um acoplamento para fixação ao trator. A estrutura foi testada e validada durante ensaios de tração em pista (com trator freio) e em preparo de solo, utilizando-se de dois tratores agrícolas distintos (73,6 e 133,9 kW). Os resultados mostraram que o projeto foi adequado e atendeu todos os objetivos, sendo que a estrutura não apresentou sinais de deformação ou rompimento, e permitiu exequibilidade, confiabilidade e segurança na coleta de dados de força de tração.

**PALAVRAS-CHAVE:** força de tração, berço, sensor.

### DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A DRAIN BAR FOR SUPPORT OF THE LOAD CELL IN AGRICULTURAL TRACTORS

**ABSTRACT:** The objective of this work was to design and build a metallic support in an adaptive traction rod format ("cradle"), to fix a load cell, capable of guaranteeing protection, reliability, maneuverability and coupling versatility in different agricultural tractors models. The studies were carried out without Agricultural Machines and Mechanization Laboratory of the Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* of Sinop, Mato Grosso, Brazil. For the preparation and construction of the metallic support: computer assisted drawing software, drawn steel AISI 1045, M30 and M24 bolts, and welding equipment. With the software was carried out the structural dimensioning of the item, which was divided in three parts, being: positioning and protection of the load cell, two parallel bars of coupling (mobile); And a coupling for attachment to the tractor. The structure was tested and validated during traction tests on a track (with brake tractor) and soil preparation, using two distinct agricultural tractors (73.6 and 133.9 kW). The results showed that the design was adequate and met all the objectives, being that the structure did not show signs of deformation or rupture, and allowed feasibility, reliability and safety in the collection of traction data.

**KEYWORDS:** drawbar pull, load cell holder, sensor.

**INTRODUÇÃO:** O trator agrícola é a maior fonte de potência na agricultura, sendo a base da

mecanização, pois está envolvido em praticamente quase todas as operações realizadas (RUSSINI, 2009). Devido ao avanço crescente da mecanização na agricultura, se tornou uma máquina indispensável para os trabalhos realizados no meio rural, fazendo-se necessário a avaliação de seu desempenho com vistas ao seu melhor desenvolvimento e melhor aplicabilidade nos trabalhos. De acordo com Gabriel Filho et al. (2010), uma das principais funções dos tratores agrícolas é transformar a energia contida no combustível e fornecê-la através da barra de tração, para tracionar máquinas e implementos agrícolas, sendo que o desempenho na barra de tração está relacionado a diferentes condições operacionais. Segundo Alonso et al. (2006), testar e ensaiar máquinas agrícolas consiste, fundamentalmente, em obter informações visando uma tomada de decisão. Segundo Mialhe (1996), na realização de ensaios são avaliadas inúmeras variáveis, as quais são expressas em valores e grandezas das mais diversas ordens, resultantes de medidas e avaliações. Para realização dos ensaios de desempenho faz-se necessário utilizar de sensores para obtenção de informações relativas a condição de trabalho, como por exemplo a célula de carga, responsável pela captação da demanda de tração de determinado equipamento. Os diferentes modelos e tamanhos de tratores do mercado e por consequência distintos modelos e tamanhos de barra de tração, requerem adaptações para fixação de sensores, sem alteração da funcionalidade. Analisando as necessidades descritas, o trabalho teve por objetivo desenvolver e validar uma estrutura metálica do tipo “berço” com a função de fixação de uma célula de carga e substituindo a barra de tração original, garantindo integridade física da célula, qualidade na coleta dos dados, manobrabilidade no sentido lateral/diagonal e em marcha a ré, quando utilizando diferentes máquinas e implementos agrícolas, além de propiciar versatilidade no acoplamento em diferentes tratores agrícolas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado no laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* de Sinop-MT. Para a elaboração e construção do suporte metálico foram utilizados: software para desenho computacional assistido, barras em aço trefilado AISI 1045, parafusos M30 e M24, e equipamentos para corte, perfurações, solda e desbaste. Utilizou-se de uma célula de carga com dimensões reduzidas (98 x 98 x 50 mm), sentido de trabalho em tração e compressão e com capacidade nominal de 100 kN x 1,5 (15.000 kgf), marca MK Controle, e modelo CSR 10T (Figura 1).

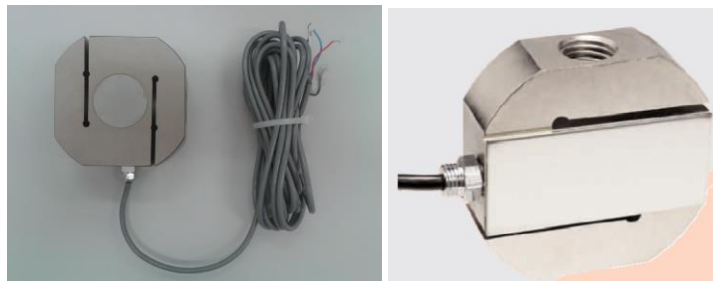


FIGURA 1. Célula de carga modelo CSR 10T utilizada nos trabalhos (sentido de tração e compressão).

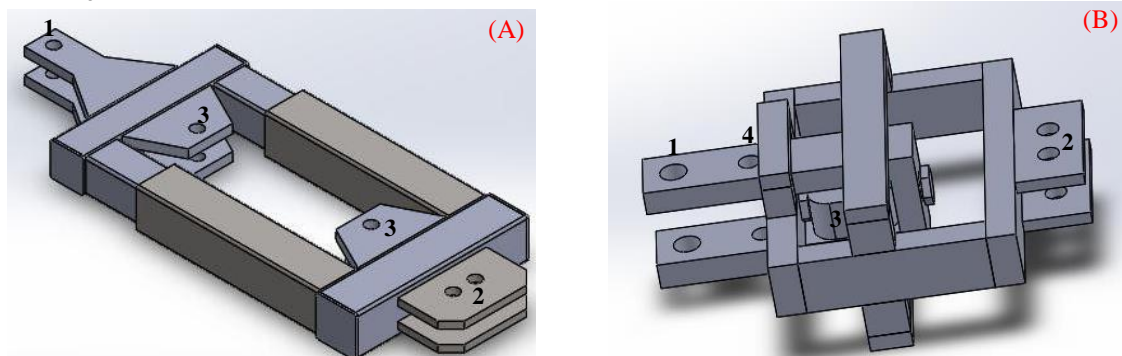
Os estudos foram divididos em três etapas: dimensionamento, execução e validação. Inicialmente os desenhos foram baseados em trabalhos já realizados como o de Russini (2009). Ao longo da realização dos desenhos técnicos, foram surgindo novas opções de formato e tamanho, sendo que o principal parâmetro considerado estava relacionado a mínima alteração das dimensões observadas nas barras de tração originais dos tratores, como altura e distância do pino de acoplamento localizado em baixo do trator em relação ao pino de acoplamento às máquinas e implementos (já na parte posterior do trator). Para validação da estrutura foram realizados ensaios de tração em pista de asfalto, onde se tinha uma maior capacidade de tração e por consequência maior exigência de força, e também em operações de campo com escarificador e grade de discos, a fim de avaliar a funcionalidade e a manobrabilidade do conjunto trator mais equipamento. Foram utilizados dois tratores de ensaio, sendo: Agrale modelo 5105 com 73,6 kW (100 cv) de potência com massa total de 5200 kg; e trator New Holland T7 205 como potência nominal do motor de 133,9 kW (182 cv) e massa total de 10150 kg. Na Figura 2 tem-se o esquema de comboio montado para ensaios de tração em pista, onde se tinha o trator avaliado (da frente) e até dois tratores de frenagem para aplicação de cargas controladas na barra de tração. Foram aplicadas as máximas cargas possíveis, sendo “tiros” constantes com 30 segundos de coleta com força

de até 90 kN (aprox.. 9000 kgf) e picos de força (poucos segundos) de até 95 kN (aprox. 9500 kgf). Não foram aplicadas cargas maiores devido ao limite de tração e patinagem do trator.



FIGURA 2. Esquema de comboio para ensaios de tração em pista de asfalto, permitindo a validação do suporte da célula de carga.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram elaborados três desenhos, sendo o primeiro baseado em um modelo já construído (RUSSINI, 2009) onde a célula de carga deveria trabalhar no sentido de tração; um segundo modelo, agora com estrutura diferenciada e mais compacto, onde a célula de carga deveria trabalhar no sentido de compressão; e por fim, o terceiro e definitivo desenho, em um modelo ainda mais compacto e também com a célula de carga trabalhando no sentido de compressão. Na Figura 3 tem-se os dois modelos iniciais, que não foram construídos. Foi importante o auxílio do programa computacional para desenho mecânico, onde foi possível avaliar com maior critério, as desvantagens e/ou limitações de cada modelo.



(1) Para acoplamento via pino das máquinas e implementos; (2) para fixação em uma barra auxiliar e ao trator; (3) para fixação da célula de carga; (4) furo para parafuso de travamento e para marcha a ré quando acoplado em máquinas e implementos.

FIGURA 3. Desenhos dos modelos de suporte para célula de carga (“berço”), sendo: (A) formato para fixação da célula de carga no sentido de tração; e (B) modelo mais compacto para fixação da célula de carga no sentido de compressão.

O primeiro modelo desenhado (Figura 3 (A)) não foi aprovado devido às suas grandes dimensões, o que acarretaria em maiores custos e maior massa (peso), dificultando a instalação nos tratores. Considerando que o suporte iria ser fixado no lugar da barra de tração original, a estrutura deveria conter medidas menores, para evitar o efeito alavanca e reduzir esforços angulares na célula, além de alterar o mínimo possível as dimensões originais relativas ao trator (principalmente o comprimento). Foi desenvolvido um segundo formato, agora com o conceito de montagem da célula no sentido de compressão, no entanto, o segundo desenho (Figura 3 (B)), apesar de ter ficado mais curto, ainda apresentava dimensões excessivas, e demonstrava outros problemas ou limitações, como excesso de material metálico, dificuldade de instalação e desinstalação da célula de carga, e o deslocamento horizontal da célula, capaz de gerar esforços em angulação e causando fadiga na estrutura e no sensor, pois como mostrado na imagem, o modelo desenvolvido tinha apenas duas guias encontradas na parte superior e inferior da estrutura, as quais eram para impedir apenas os deslocamentos verticais. O suporte da célula de carga apresentava certa complexidade no seu desenvolvimento, devido à função

que iria exercer durante a validação e posteriormente nos ensaios definitivos de tratores. Visando solucionar as limitações encontradas, foi desenvolvido um terceiro desenho, mantendo o sentido de trabalho da célula em compressão (Figura 4). Em um dos lados a célula era acoplada por um parafuso de 30 mm de diâmetro (M30), atravessando as duas barras móveis que eram guiadas por quatro barras metálicas quadradas em cada lado (em cima e em baixo), lubrificadas com graxa e que permitiam o trabalho da célula de carga com o mínimo de atrito possível. Na outra extremidade, a célula era apoiada na estrutura retangular do berço, centralizada por um parafuso inserido dentro de um tubo metálico circular, o qual foi soldado na estrutura metálica principal (retangular).

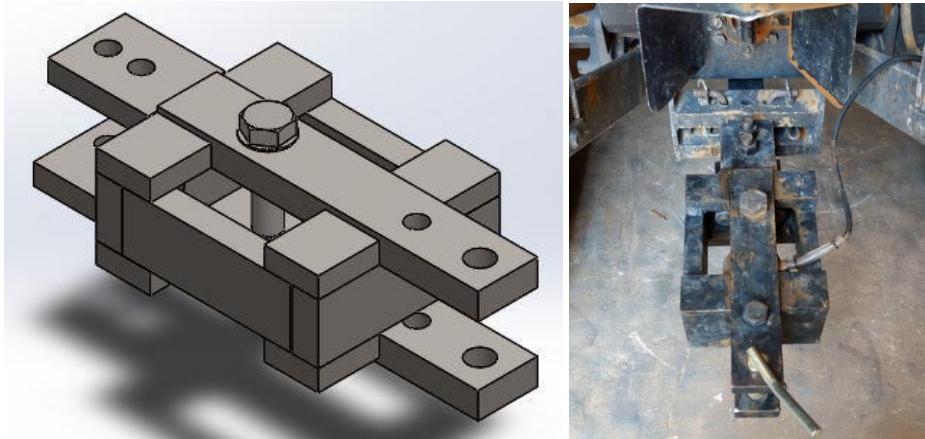


FIGURA 4. (A) Vista isométrica do modelo definitivo elaborado para o suporte da célula de carga, e (B) imagem da célula de carga montada em um dos tratores utilizados nos ensaios.

Após a concepção final do projeto, o suporte foi construído com parte de mão de obra do laboratório e parte contratada por profissional especializado em soldagem. Foi realizado com exequibilidade a elaboração e a execução de uma estrutura resistente, versátil e muito simples e pode ser efetuada com rapidez, pois é composta por partes independentes unidas por parafusos. O mais importante foi que conferiu a devida segurança a célula de carga, não apresentando quaisquer sinais de cisalhamento nos parafusos ou indícios de escoamento do aço da estrutura ou ainda qualquer problema de rompimento. Nos ensaios de tração em asfalto onde se conferiu maior esforço trativo, a estrutura suportou até 95 kN (9500 kgf) de força de tração, sem indícios de comprometimento estrutural. Nos trabalhos de campo, com escarificação e gradagem, o suporte permitiu manobrabilidade em todos os sentidos, inclusive em marcha a ré. O custo estimado do suporte foi de R\$ 1700,00.

**CONCLUSÕES:** A construção do suporte (“berço”) baseando-se na instalação da célula de carga no sentido de compressão foi a melhor opção para produzir um modelo versátil e compacto. O suporte metálico desenvolvido apresentou excelente desempenho em vários parâmetros como: manuseio, resistência, custo, manobrabilidade do trator mais equipamento, manutenção, segurança e fácil adaptabilidade em diferentes modelos e tamanhos de tratores.

#### **REFERÊNCIAS:**

- ALONÇO, A. S. et al. Avaliação técnica de uma máquina para a correção de microrrelevo do solo de áreas destinadas ao cultivo de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, set./out., 2006.
- GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J. B.; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.3, p.333–339, 2010.
- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificações**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. 722 p.
- RUSSINI, A. **Projeto, construção e teste de instrumentação eletrônica para avaliação do desempenho de tratores agrícolas**. Santa Maria: UFSM, 2009. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.