

## **PROTÓTIPO DE UM SISTEMA MECANIZADO PARA COLETA DE DADOS DE PERDAS E DISTRIBUIÇÃO DE PALHADA NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA.**

**BRUNO LIMA DA MOTA<sup>1</sup>, RODRIGO SINAI DI ZANDONADI<sup>2</sup>, ANGELO J. S. DA SILVA<sup>3</sup>, MIRCEIA VIOLA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando, Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT, Sinop - MT, Fone: 66-9675-3275, blm\_mota@hotmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, ICAA-UFMT, Sinop - MT.

<sup>3</sup> Graduando, Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT, Sinop - MT.

<sup>4</sup> Graduanda, Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT, Sinop - MT.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

**RESUMO:** Apesar da tecnologia aplicada no sistema produtivo da cultura da soja, a operação de colheita deve ser bem conduzida para minimizar as perdas de grãos e proporcionar uma boa distribuição da palhada. A coleta de dados representativos de perdas e de distribuição de palhada demanda mão de obra e muitas vezes atrapalha a operação. Dessa maneira, objetivou-se o desenvolvimento de um protótipo que permita coletar dados de perdas na plataforma de corte, mecanismos internos assim como dados para avaliação da distribuição de palhada, de maneira que minimize o tempo perdido da colhedora, especialmente em situações em que se faz necessário intensa aquisição de dados para avaliação de desempenho das máquinas. O SIMEPECO (Sistema de Medição de Perdas na Colheita) foi desenvolvido de maneira a ser acoplado na parte traseira da plataforma de corte e no eixo traseiro da máquina. Atuadores lineares acionados remotamente permitiram queda de um sistema de bandejas com a máquina em movimento. Nos testes de velocidade, observou-se que o posicionamento das bandejas após a queda foi satisfatório na faixa de 3 a 10 km h<sup>-1</sup>. O sistema apresenta potencial para uso em experimentos com necessidade de exaustiva coleta de dados de perdas e distribuição de palhada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas na colheita, distribuição de palhada, protótipo.

## **PROTOTYPE OF A MACHANIZED SYSTEM FOR HARVEST LOSSES AND STRAW DISTRIBUTION DATA COLLECTION IN SOYBEAN MECHANICAL HARVEST.**

**ABSTRACT:** Even with the all the technology applied to soybean production system In Brazil, harvesting operation must be well conducted in order to minimize levels of losses and allow a satisfactory straw distribution on the soil surface. Collecting data for such evaluation are labor intense, time consuming, and in most cases, disturb the routine of the regular operation. Thus, the objective of the work was to the prototype a system for data collection regarding losses in the grain header (platform), internal mechanisms as well as data regarding straw distribution. The SIMEPECO (Loss Measurement System for Mechanical Harvest) was developed to be mounted in the rear of the grain header and at the bottom of the rear axle of the machine. Linear actuators were triggered remotely, thus allowing the drop of a tray array while the machine was operating. Ground speed tests indicated that the positioning of the trays after the drop was satisfactory in the range of 3 to 10 km h<sup>-1</sup>. The prototype presented great potential to be used in experiments with intense data collection regarding harvest losses and straw distribution.

**KEYWORDS:** Harvest losses, straw distribution, prototype.

## INTRODUÇÃO

A produção de soja no Brasil tem aumentado de maneira significativa a cada ano. De acordo com o 8º levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a safra de soja 2014/2015 aponta uma produção de aproximadamente 95,1 milhões de toneladas, sendo o estado de Mato Grosso o maior produtor, responsável por 29,5 % da produção. Portanto, apesar de toda tecnologia utilizada na operação da soja, é normal que ocorram perdas, porém é necessário reduzi-las ao mínimo (HEIFFIG e CÂMARA, 2006).

Segundo Silveira e Conte (2013), o nível tolerável de perdas na colheita mecanizada de soja é de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Porém, pesquisas apontam que a média brasileira é de 120 kg ha<sup>-1</sup> (SCHANOSCKI et al., 2011). Vários trabalhos sobre perdas na colheita mecanizada de soja têm sido conduzidos no país, principalmente nos estados da região sul e sudeste (PINHEIRO NETO e TROLI, 2003; CAMPOS et al., 2005; SCHANOSCKI et al., 2011; CHIODEROLI et al., 2012; CAMOLESE et al., 2015). Já no estado de Mato Grosso, poucos são os trabalhos encontrados na literatura. De acordo com Zandonadi et al. (2015), a perda total média de soja na região do médio norte de Mato Grosso na safra 12/13, foi de 70 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando um nível de perdas abaixo do nacional e um pouco acima do aceitável. Segundo Ferreira et al. (2007), os fatores que acarretam essas perdas estão relacionados com a falta de monitoramento. Muitas das vezes os produtores não se atentam a pequenos danos mecânicos, a qualidade do grão e a regulagem adequada das máquinas, com isso acabam contribuindo para o aumento considerável das perdas na colheita.

Toledo et al. (2008), trabalhando com caracterização das perdas e a distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja, observaram que tais parâmetros tiveram, respectivamente, coeficientes de variação altos e médios. Os autores ainda relatam que para uma distribuição de cobertura vegetal ideal, o LIE (limite inferior especificado) e LSE (limite superior especificado), devem ser respectivamente de 80% e 100% da área coberta. A distribuição uniforme da palhada é de fundamental importância para o bom desempenho da semeadora, principalmente quando se trata de semeadura direta, permitindo maior eficiência operacional, melhor controle de plantas daninhas e distribuição regular de sementes, promovendo maior lucratividade e qualidade operacional (CHIODEROLI et al., 2012).

Para a determinação de perdas na colheita mecanizada utilizando-se de métodos tradicionais como de Mesquita e Gaudêncio (1982) e para determinação de distribuição de palhada, utilizando do método proposto por Kunz et al. (2008), exige-se muito tempo e mão de obra em campo. Nos procedimentos citados acima, faz-se necessário parar a colhedora a cada avaliação. Quando a coleta de dados de perdas é realizada em blocos conforme o proposto por Zandonadi et al. (2015), o tempo perdido pela máquina diminui, mas ainda assim o processo de colheita é interrompido por um tempo significativo o que pode acarretar um menor rendimento durante esse período. Toledo et al. (2008), afim de tornar mais prático a determinação da porcentagem de cobertura vegetal, efetuou-se adaptação à armação de perdas, permitindo então, determinar a distribuição da cobertura realizada pela colhedora. Em ambos os processos, as coletas de dados são feitas manualmente, onde as sementes e vagens (no caso de perdas) ou palhada (no caso de avaliação de cobertura), são coletados manualmente, demandando grande quantidade de mão de obra no campo, onde as condições de trabalho são consideravelmente desconfortáveis.

Considerando-se a importância do estudo de avaliação de perdas e de distribuição de palha na colheita mecanizada de soja, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo que permita avaliar as perdas na plataforma de corte, mecanismos internos e distribuição de palha de maneira que minimize o tempo perdido da colhedora, e principalmente a mão de obra necessária no campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O protótipo do Sistema de Medição de Perdas na Colheita (SIMEPECO) foi desenvolvido e construído no Laboratório de Mecanização da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – *Campus Sinop*.

O desenvolvimento do protótipo baseou-se nos seguintes pré-requisitos: (i) Desenvolver um sistema de baixo custo; (ii) Permitir acoplamento em colhedoras de soja; (iii) Sustentar um sistema de bandejas; (iv) Permitir o acionamento do sistema remotamente; e (v) Permitir avaliar de forma quantitativa as perdas e a distribuição de palhada na colheita mecanizada de soja.

Para etapa de construção do protótipo o sistema contou com seis atuadores lineares elétricos (technoises TKTE4) (Detalhe A) e sete bandejas plásticas grande multiuso com dimensões de 0.36x0.44x0.08 m (Detalhe B). Utilizou-se seis armações metálicas, onde suas partes constituintes foram dimensionadas em função das características de uma colhedora Massey Ferguson 9690 ATR II, com plataforma de corte do tipo caracol de 7.6 m de largura, formando três seções de estruturas, onde eram fixados os atuadores lineares elétricos, permitindo que o sistema de bandejas ficasse em suspensão através de uma haste acoplada ao atuador (Figura 1).

Para a etapa de instrumentação do protótipo, foi desenvolvido um sistema elétrico para acionamento dos atuadores. O sistema foi construído com base em uma placa controladora microprocessada (Arduino MEGA 2560), que facilita a conexão dos módulos adaptadores para comunicação sem fio via rádio frequência. A alimentação do sistema foi feita por uma bateria selada de 12V e 9A. A tensão de 12V liberada pela bateria foi regulada para 9V, através de um regulador de tensão (LM7809), antes de alimentar a placa controladora. Para que o acionamento dos atuadores pudesse ser feito remotamente, foram utilizados módulos de comunicação via rádio frequência (Xbee).

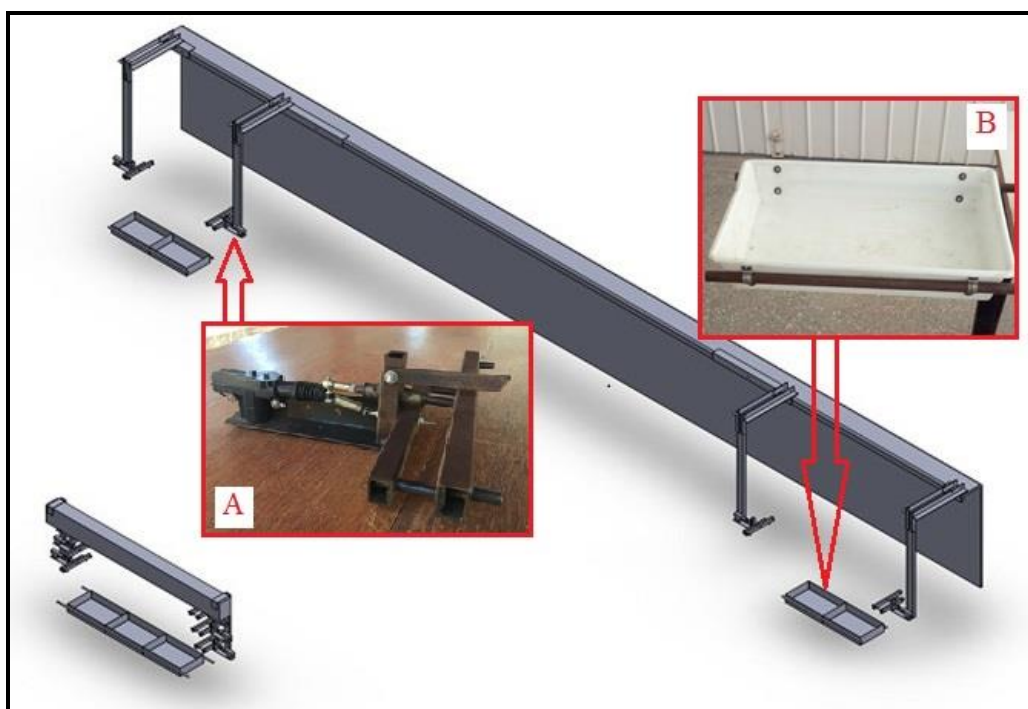


FIGURA 1. Desenho ilustrando o projeto do protótipo do Sistema de Medição de Perdas na colheita mecanizada, com detalhe no atuador linear elétrico (A) e no sistema de bandejas (B).

Foram realizados testes em laboratório e testes de campo. Os testes realizados em laboratório tiveram como objetivo verificar possíveis problemas, como por exemplo força dos atuadores para acionamento do sistema de bandejas.

A execução do teste de campo foi dividida em duas etapas. A primeira foi realizada em uma área experimental da UFMT – *Campus Sinop*, com o protótipo instalado de modo improvisado em uma semeadora de grãos miúdos para testes de velocidade, que variou de 3 a 12 km h<sup>-1</sup>. Nesse teste, avaliou-se o processo de queda e posicionamento do sistema de bandejas. A segunda etapa de testes

foi conduzida em uma propriedade no município de Sinop – MT, onde foi realizada a montagem de uma das três seções da estrutura que formava o sistema completo. A mesma era composta por um sistema de bandejas, duas armações metálicas, dois atuadores lineares elétricos e toda parte de instrumentação. A estrutura foi construída para o lado direito da plataforma de corte do tipo caracol de 7.6 m de largura, acoplada a uma colhedora Massey Ferguson 9690 ATR II, onde foram avaliados critérios básicos para o funcionamento como: o posicionamento e alinhamento da estrutura, alinhamento do sistema de bandejas, distância ideal para o acionamento dos atuadores via rádio frequência e o comportamento de todo o sistema durante o deslocamento da colhedora.

A montagem de todo protótipo foi dividida em três seções de estruturas, sendo duas fixadas na parte traseira da plataforma de corte, uma ao lado direito e a outra ao lado esquerdo do rodado dianteiro da máquina. Já a terceira seção foi fixada ao eixo traseiro da colhedora entre os rodados.

Para realização da coleta de dados, os atuadores lineares elétricos, eram acionados remotamente (via rádio frequência), permitindo a queda do sistema de bandejas. Dessa maneira as perdas oriundas do sistema de corte e recolhimento da colhedora ficavam protegidas pelo sistema de bandejas. Já na parte superior do sistema de bandejas era coletado o material oriundo do sistema de trilha, separação e limpeza, permitindo a determinação das perdas nos mecanismos internos e a avaliação do perfil de distribuição de palhada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura do protótipo final foi construída em aço carbono, sendo portátil para a realização da instalação, de modo que quando instalado não venha interferir no desempenho da colhedora.

Na Figura 2 é apresentado o diagrama do sistema de instrumentação do protótipo desenvolvido. A alimentação do sistema foi feita através de uma bateria selada, em 12V, passando pelo regulador de tensão reduzindo a tensão para 9V, alimentando a placa controladora microprocessada (Arduino MEGA 2560), que em seguida alimenta o relé em 5V, possibilitando o acionamento dos atuadores lineares elétricos.

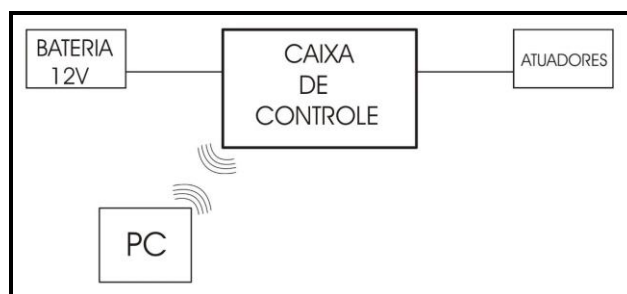


FIGURA 2. Diagrama do sistema de comunicação do protótipo.

Verificou-se durante os testes realizados em laboratório que os atuadores tinham força suficiente para sustentar o sistema de bandejas e permitir a queda do mesmo ao serem acionados.

Os resultados de testes de velocidade mostraram que para a faixa de velocidade de 3 a 10 km h<sup>-1</sup> se obteve os melhores resultados em termos do posicionamento das bandejas após a queda.

Portanto o acoplamento entre o sistema de bandejas e as hastes, foi realizado com os tubos que eram utilizados para o travamento das bandejas, como mostra a Figura 3.



FIGURA 3. Detalhe do acoplamento da haste fixada ao atuador linear elétrico no sistema de bandejas.

Durante a segunda etapa de testes, observou-se um problema com o alinhamento dos suportes dos atuadores, interrompendo o processo de queda das bandejas de maneira uniforme.

O protótipo final do SIMEPECO, montado em uma colhedora Massey Ferguson 9690 ATR II, com plataforma de corte caracol de 7.6 m de largura é apresentado na Figura 6. A montagem ocorreu de maneira prática, antes que a colhedora iniciasse o processo de colheita. Detalhes das seções da estrutura do SIMEPECO montadas na plataforma e no eixo de trás da máquina são apresentados nas figuras 4 e 5 respectivamente.



FIGURA 4. Seções do SIMEPECO montado na parte traseira da plataforma de corte: vista lateral (A), superior (B) e frontal (C).



FIGURA 5. Seção do SIMEPECO montado no eixo traseiro da colhedora.

Os testes foram conduzidos com a máquina em movimento para teste de queda das bandejas em condições de trabalho e também para avaliação do alcance do sistema de rádio frequência. O posicionamento das bandejas após o lançamento ocorreu de maneira uniforme apresentando resultados satisfatórios para avaliação de perdas e determinação do perfil de distribuição da palhada e o alcance do sistema rádio frequência permitiu que os atuadores fossem acionados de dentro da cabine atingindo o objetivo ao qual foi proposto.

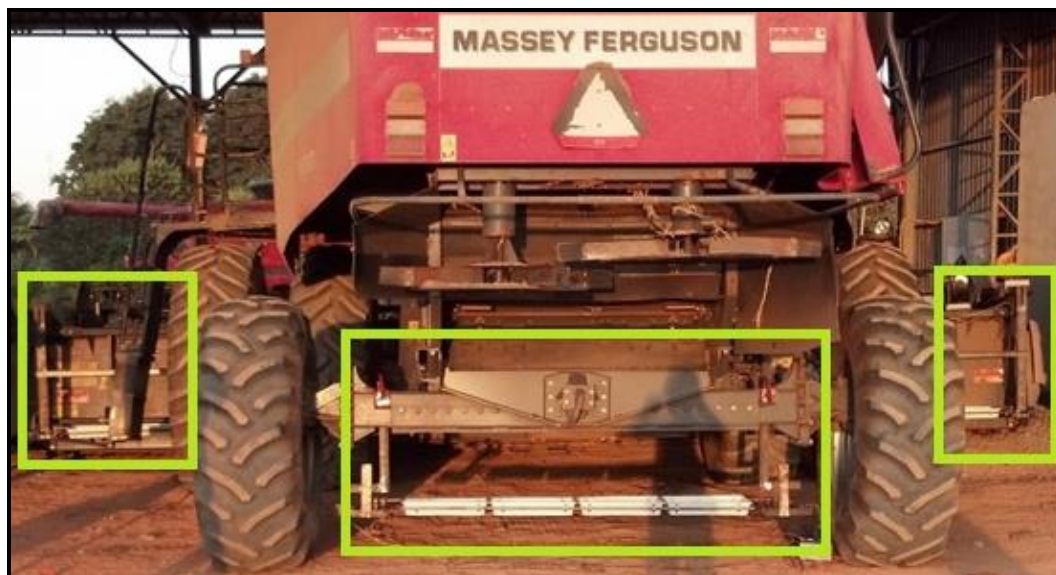


FIGURA 6. Vista geral da montagem do protótipo na colhedora com detalhe nas três seções de estruturas.

O fato da colhedora não necessitar parar para análise de perdas na plataforma é interessante pois não modifica o regime de trabalho da máquina. Mesmo tendo cautela no momento da coleta, o fato da máquina modificar o regime de trabalho sempre pode dificultar a metodologia de amostragem. Outro fator importante do SIMEPECO é a rapidez da retirada do material coletado nas bandejas. Enquanto no sistema tradicional, o técnico precisa ficar procurando grãos no meio da palhada, com o SIMEPECO, todo o material que se encontra no sistema de bandejas pode ser rapidamente armazenado em recipiente plástico e posteriormente ser separado em laboratório, onde as condições de trabalho são mais confortáveis e pode ser utilizado equipamentos para auxiliar no processo de separação dos grãos. Como o material recolhido com o uso do SIMEPECO, pode ser estratificado de acordo com a distribuição das bandejas, é possível criar o perfil de distribuição e avaliar desempenho do mecanismo distribuidor de palhada da máquina em análise. Todos esses fatores serão avaliados em ensaios utilizando o SIMEPECO a serem conduzidos na safra de soja de 2015/2016.

Devido à agilidade de coleta proporcionada pelo SIMEPECO, ensaios de colhedoras que demandam exaustiva coleta de dados em uma mesma máquina, como por exemplo, o conduzido por Gobbi et al. (2014) poderão ser conduzidos mais facilidade.

## CONCLUSÕES

O protótipo final apresentou desempenho satisfatório em campo. Os sistemas de bandejas foram lançados ao solo conforme previsto, o alcance de comunicação via rádio frequência permitiu que o acionamento pudesse ser feito de dentro da cabine e as seções de estruturas tiveram resistência para atuar no regime de trabalho recomendado para colhedoras de soja.

O SIMEPECO apresentou grande potencial para uso em experimentos com necessidade de exaustiva coleta de dados de perdas na plataforma de corte, mecanismos internos e distribuição de palhada das colhedoras de grãos.

## AGRADECIMENTOS

APROSOJA e Instituto ADM/ Universidade de Illinois pelo apoio financeiro. Grupo de mecanização da UFMT – *Campus Sinop*.

## REFERÊNCIAS

- CAMOLESE, H. S.; BAILO F. H. R.; ALVES C. Z. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9(1): 21-29, 2015.
- CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-13, jan./fev. 2005.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.1, p.112-121, 2012.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo Levantamento, Brasília, p. 1-118, maio 2015.
- FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, v.15, p.141-150, 2007.
- GOBBI, F. T.; ZANDONADI, R. S.; FRANCISCO A.C. PINTO. Desempenho de Colhedoras de Grãos Utilizando Plataforma de Corte com Condutor Helicoidal e Esteira Transportadora. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014, Campo Grande, MS. **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2014.
- HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G M. S. **Soja: Colheita e Perdas**. Piracicaba: ESQALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. 37 p. il. (Serie Produtor Rural, nº Especial).
- KUNZ, V. L.; FILHO, A. G.; PRIMO, M. A.; GURGACZ, F.; FEY, E. Distribuição de palhada por colhedoras autopropelidas na colheita da soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.125-135, 2008.
- MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina: Embrapa CNPSo, 1982. 9p. (Comunicado Técnico, N° 15)
- PINHEIRO NETO, R.; TROLI, W. Perdas na colheita mecanizada da soja (*Glycine Max (L.) Merril*), no município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, p.393-398, 2003.
- SCHANOSKI, R.; RICHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá-PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.11, p.1206-1211, nov. 2011.
- SILVEIRA, J. M.; CONTE, O. **Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa**. Londrina: Embrapa CNPSo, 2013. 28p.
- TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.710-719, 2008.
- ZANDONADI, R. S.; RUFFATO, S.; FIGUEIREDO, Z. N. Perdas na colheita mecanizada de soja na região Médio-Norte: safra 2012/2013. **Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v.03, n.01, p.64-66, 2015.