

SISTEMA MECANIZADO PARA COLETA DE DADOS DE PERDAS E DISTRIBUIÇÃO DE PALHA NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA

BRUNO LIMA DA MOTA¹, RODRIGO SINAI DI ZANDONADI², WAGNER ZAY FERRARI³,
ANGELO JOAQUIM SEOLIN DA SILVA⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT - *Campus Sinop*, Fone: (66) 99675-3275, E-mail: blm_mota@hotmail.com

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

³ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT - *Campus Sinop*-MT.

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT - *Campus 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: Considerando a importância da avaliação das perdas de grãos e a distribuição de palha durante a colheita mecanizada de soja, objetivou-se com esse trabalho validar um método de coleta de dados de perdas na plataforma, mecanismos internos assim como dados para avaliação da distribuição de palha, de maneira que minimize o tempo perdido da colhedora e demanda de mão de obra para coleta de dados. O SIMEPECO (Sistema de Medição de Perdas na Colheita) foi desenvolvido de maneira a ser acoplado na parte traseira da plataforma e no eixo traseiro da máquina. A validação se deu através da comparação dos resultados de perdas e da distribuição de palha obtidos com o SIMEPECO (M2) e a metodologia de determinação de perdas desenvolvida pela EMBRAPA-Soja (M1) e determinação da distribuição de palha baseado na norma da ASAE (M3). Os resultados de perdas na plataforma, mecanismos internos e totais em M2, foram sistematicamente maiores do que em M1, sendo essa uma provável consequência da geometria da área efetiva de coleta. Tratando-se do perfil de distribuição de palha, M2 mostrou ser tão representativo quanto M3.

PALAVRAS-CHAVE: colhedora de grãos, perdas quantitativas, resíduo vegetal.

MECHANIZED SYSTEM FOR DATA COLLECTION REGARDING GRAIN LOSSES AND STRAW DISTRIBUTION IN MECHANICAL GRAIN HARVEST

ABSTRACT: Considering the importance of evaluating grain losses and straw distribution during soybeans mechanized harvesting, the objective of this work was to validate a developed method for data collection of grain losses at the combine header and internal mechanisms as well as straw distribution. The system was developed with the intent of minimizing the harvester wasted time and labor demand for data collection, especially in situations where intense data acquisition is required. SIMEPECO (Loss Measurement System for Mechanical Harvest) was developed to retrofit in the rear of the platform header and at the bottom of the combine rear axle. The validation was accomplished by comparing the results of losses obtained with SIMEPECO (M2) and the methodology for losses determination developed by EMBRAPA-Soja (M1). The straw distribution obtained with SIMEPECO was compared with the distribution collected and analyzed following the ASAE Standards. The results of losses in M2, were systematically higher when compared to M1, being a probable consequence of the geometry of the effective area of data collection. As for the straw distribution profile, M2 showed to be as representative as M3.

KEYWORDS: grain combine, quantitative losses, plants residue.

INTRODUÇÃO

Um bom cultivo, quando feito em condições favoráveis, leva-se a um bom resultado a colheita. Porém, deve-se tomar alguns cuidados evitando fatores tais como uso de equipamento inadequado ou desregulado, operador mal capacitado, condições climáticas desfavoráveis à operação ou cultura, pois podem levar as perdas na operação de colheita, a níveis acima do desejável (COMETTI, 2012).

Considerando o exposto, faz-se necessário o monitoramento frequente das perdas relacionadas à máquina para que ajustes possam ser realizados e consequentemente minimizar o desperdício do produto no momento da colheita (MAGALHÃES et al., 2009). ZANDONADI et al. (2015) avaliando o desempenho de colhedoras em termos de perdas na região do Médio-Norte de Mato Grosso, observou que é possível melhorar o desempenho geral, visto que as máquinas que se encontraram bem ajustadas apresentaram níveis de perda abaixo do aceitável, que segundo SILVEIRA e CONTE (2013) é de 60 kg ha⁻¹.

Além dos fatores relacionados a perdas de grãos, é importante, também, avaliar a distribuição de palha. Segundo CHIODEROLI et al., (2012), a distribuição uniforme da cobertura vegetal é de fundamental importância para o funcionamento da semeadora, permitindo maior eficiência operacional, melhor controle de plantas daninhas e distribuição regular de sementes, promovendo maior produtividade, rentabilidade, evitando as perdas e melhorando a qualidade operacional.

Para se ter uma distribuição de palha uniforme, o ideal seria que a palha distribuída pela máquina, espalhasse sobre o solo conforme a largura da plataforma de corte. Desde 1950, a largura da plataforma de corte das colhedoras vem aumentando junto com a produção de massa seca das culturas, o que propicia altas quantidades de resíduos (KUNZ, 2007). Colhedoras com plataformas de 13,7 m de largura, já são encontradas no mercado nos dias de hoje. Segundo VESETH et al. (1997) apud KAJIYAMA et al., (2015) a maioria das colhedoras com plataformas maiores de nove metros, não estão equipadas adequadamente para espalhar, de maneira uniforme, maiores volumes de fitomassa, o que reflete em problemas durante a distribuição.

A determinação de perdas na colheita mecanizada utilizando-se de métodos tradicionais como de MESQUITA et al. (1998) e para determinação do perfil de distribuição de palhada, utilizando do método proposto por KUNZ et al. (2008), exige-se muito tempo e mão-de-obra em campo. Para a execução dos métodos 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 dificulta a execução do levantamento por prejudicar o bom andamento da operação de colheita.

Portanto, considerando a importância da avaliação das perdas de grãos e a distribuição de palha durante a colheita mecanizada de soja, objetivou-se com este trabalho validar um método de coleta de dados de perdas na plataforma, mecanismos internos assim como dados para avaliação da distribuição de palha, de maneira que minimize o tempo perdido da colhedora e demanda de mão de obra para coleta de dados.

MATERIAL E MÉTODOS

O 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* com objetivo de avaliar as perdas de grãos e a distribuição de palha em colhedoras de soja durante o processo de colheita MOTA et al., (2015).

As coletas de dados em campo para validação do sistema, foram realizadas na Fazenda

Gobbi que se encontra no município de Tabaporã–MT, na safra de soja 2015/2016.

A validação para determinação de perdas de grãos se deu através da comparação dos resultados obtidos pelo método SIMEPECO (M2) e método determinado pela EMBRAPA-Soja (MESQUITA et al., 1998) (M1). Já para a distribuição de palha, a validação se deu pela comparação dos resultados obtidos pelo método SIMEPECO (M2) e método baseado na norma ASAE S396.2 (1998) (M3).

Foram realizadas quatro amostragens (A1, A2, A3 e A4) para cada método (M1, M2 e M3), sendo A1 e A2, com a colhedora em velocidade de deslocamento de aproximadamente 4 km h⁻¹ e A3 e A4 de aproximadamente 6 km h⁻¹.

Para avaliação da demanda de mão de obra a ser utilizada em cada método (M1, M2 e M3), os tempos para a realização das diferentes etapas de campo e de laboratório foram cronometrados e comparados.

No método M1, foram mensuradas as perdas por meio da coleta de todos os grãos e vagens que foram encontrados dentro de um gabarito retangular, que correspondia a uma área de 2,0 m² de acordo com MESQUITA et al., (1998), sendo avaliadas as perdas oriundas da plataforma e dos mecanismos internos da colhedora. As perdas no M2, foram mensuradas através dos sistemas de bandejas instalados nos três pares de seções montadas na colhedora (FIGURA 2) conforme recomendado por MOTA et al., (2015), também possibilitando a mensuração das perdas oriundas da plataforma e dos mecanismos internos da colhedora. O sistema de bandejas foi composto por quatorze bandejas, representando uma área total de coleta de 1,8 m².

O material coletado durante a execução dos métodos M1 e M2, foram armazenados em sacos plásticos identificados e posteriormente foram levados para o laboratório de Pós-colheita da UFMT-Sinop, onde foi realizada a pesagem em balança eletrônica de precisão, obtendo-se a massa de grãos perdidos nas áreas conhecidas e também a separação de grãos e vagens, que se encontravam armazenados junto a palha coletada durante a execução do método M2. Os valores finais da massa de grãos perdidos foram corrigidos para o teor de água de 13%.

Para determinação da distribuição de palha com o SIMEPECO (M2), utilizou-se do material que fora depositado nas 14 bandejas distribuídas ao longo das três seções na colhedora. Já para determinação da distribuição de palha pelo método M3 (ASAE S96.2), foi confeccionado um coletor com 11 m de comprimento por 1 m de largura, subdividido em seções de 0,5 m², conforme a norma ASAE S396.2 (1998). Portanto, para a comparação com SIMEPECO, o material adquirido coletado nas diferentes seções foi reagrupado para coincidir com o espaçamento das bandejas do SIMEPECO. Na confecção do coletor (FIGURA 1), utilizou-se lona e barras metálicas.



FIGURA 1. Coletor confeccionado para coleta da palha conforme a norma ASAE S396.2 (1998).

Para coleta da palha, o coletor foi posicionado embaixo da colhedora, entre os eixos dianteiro e traseiro com a colhedora parada. Uma pessoa em cada extremidade da lona, a seguravam (FIGURA 2) e acompanhavam o deslocamento da colhedora até a normalização do fluxo de palha, a partir deste momento o coletor era disposto sobre o solo, para deposição da palhada descartada pela máquina.



FIGURA 2. Posição do coletor para coleta da palha (M3) da colhedora e detalhe do posicionamento das seções de bandejas coletoras do SIMEPECO (M2).

Todo material coletado em M2 e M3 referente a avaliação da distribuição de palha, foi levado para o laboratório para pesagem e determinação do teor de água da palha, em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 65° C, durante 72 horas (MALAVOLTA et al., 1997 apud KAJIYAMA et al., 2015). Os valores finais da massa da palha foram corrigidos para o teor de água de 6,8%, por ocasião do menor valor encontrado entre as amostragens. O perfil de distribuição foi montado utilizando-se valores de percentual de palha, obtido pela razão entre a massa encontra entre cada seção/bandeja pela massa total obtida na amostragem. Os gráficos de distribuição foram plotados utilizando-se as médias dos percentuais encontrados nas repetições A1 e A2 e nas repetições A3 e A4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com os métodos M1 e M2, para as perdas na plataforma, mecanismos internos e total, são apresentados nas Figuras 3, 4 e 5 respectivamente.

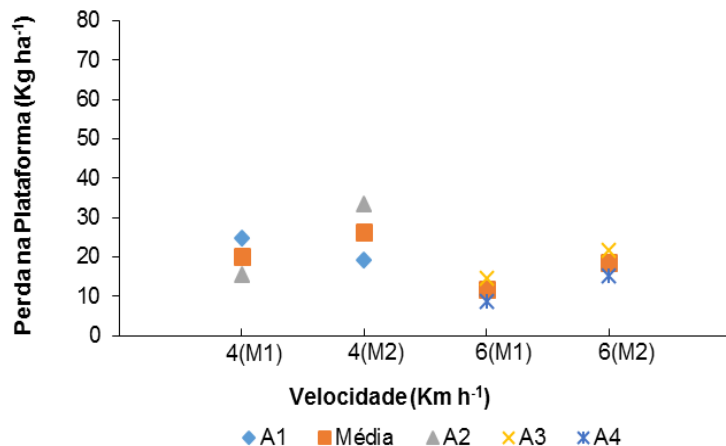


FIGURA 3. Perdas na plataforma de corte obtidos nas amostragens A1, A2, A3 e A4 pelos métodos M1 e M2, nas velocidades de 4 e 6 Km h⁻¹.

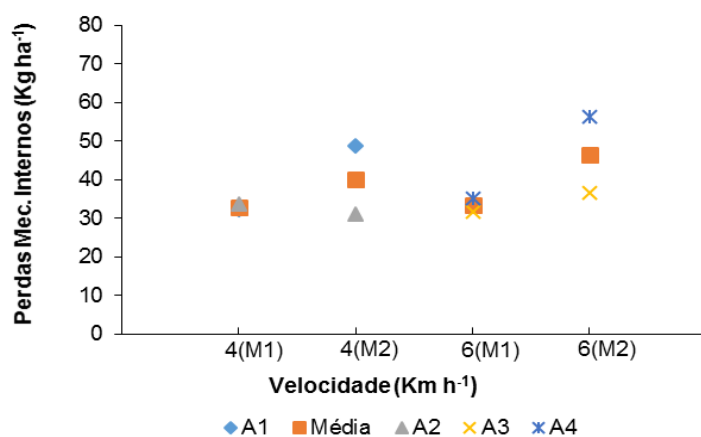


FIGURA 4. Perdas nos mecanismos internos obtidos nas amostragens A1, A2, A3 e A4 pelos métodos M1 e M2, nas velocidades de 4 e 6 Km h⁻¹.

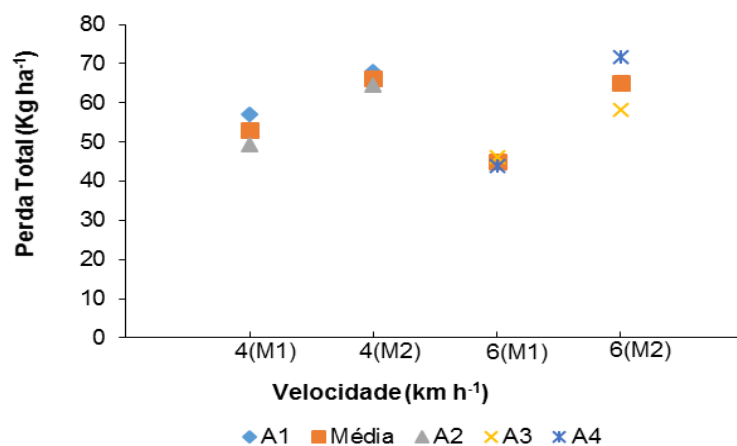


FIGURA 5. Perda total obtida nas amostragens A1, A2, A3 e A4 em pelos métodos M1 e M2, nas velocidades de 4 e 6 Km h⁻¹.

Nota-se que a M2 tendeu a superestimar os valores de perdas quando comparado com M1, mesmo apresentado uma área efetiva de coleta 10% menor que a área utilizada M1. Vale ressaltar que devido a largura da plataforma, o comprimento (C) (FIGURA 6) resultante do gabarito utilizado em M1 para atender a área recomendada de 2 m², ficou restrito a 0,18 m. Já as bandejas apresentavam comprimento (C) de 0,29 m, o que pode ter favorecido melhor representatividade da área amostrada. Situação semelhante foi relatado por CÂMARA et al., (2007) avaliando a influência da área de amostragem na determinação de perdas totais utilizando dois coletores com áreas conhecidas (2 m² e 3 m²), sendo as dimensões de comprimento de 0,53 m e 0,79 respectivamente. O autor observou que o coletor de maior comprimento quantificou valores de perdas totais maiores do que o de menor comprimento.

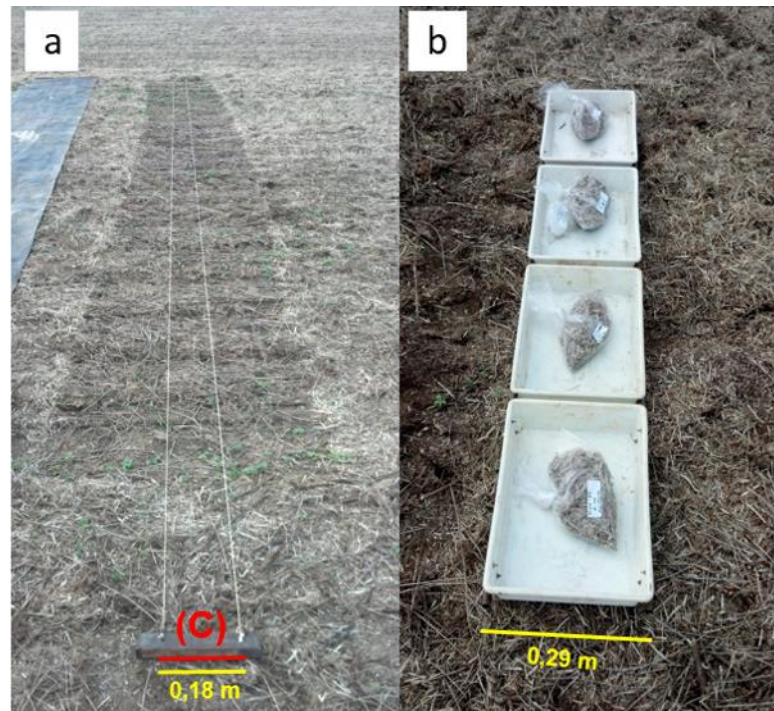


FIGURA 6. Detalhe dos comprimentos dos coletores de M1(a) e M2(b).

Para as condições encontradas durante as avaliações, observa-se nas Figuras 3 e 4 que as perdas nos mecanismos internos tanto para M1 e M2 foram as que mais influenciaram para as perdas totais (FIGURA 5).

No entanto, pode-se ressaltar que M2 proporcionou resultados coerentes aos de M1 conforme é apresentado na (FIGURA 3), proporcionando uma vantagem durante as coletas de dados que ao contrário do método clássico de MESQUITA et al. (1998), o sistema desenvolvido M2, permite que as perdas na plataforma sejam avaliadas sem a necessidade de interromper a operação de colheita.

Para a comparação do perfil de distribuição de palha, foi necessário adequar as seções do coletor M3 em função de M2. Para isso foram descartadas do coletor as seções 1, 7, 8, 9, 14, 15, 16 e 22, por se tratar de áreas onde eram ocupadas pelos rodados e áreas de extremidades. Avaliando-se o comportamento da distribuição da palha sobre todas seções de M3 (FIGURA 7) verifica-se que é possível descartar as seções mencionadas sem descaracterizar o perfil de distribuição.

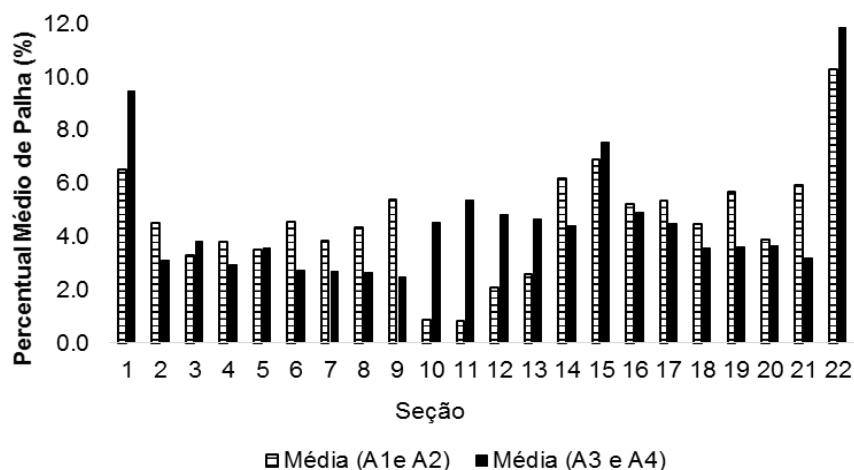


FIGURA 7. Percentual médio de A1 e A2 e de A3 e A4 da palha distribuída por todas seções de M3 (Coletor).

Observa-se nas Figuras 8 e 9 que o comportamento da palha distribuída nas Seções/Bandejas apresentou um percentual médio de distribuição maior à direita do perfil de distribuição, tanto em M2 quanto em M3. Este fato pode ser justificado, uma vez que durante as coletas, o vento se encontrava nesta direção. Desta maneira, a distribuição determinada pela proposta de avaliação M2 manteve uma consistência com M3.

Quanto a diferença considerável no percentual de palha determinado por M3 nas seções/bandejas 6 e 7 representadas na 8, foi observado o mal posicionamento do coletor M3 no solo o que dificultou o acúmulo de material nessa região do coletor prejudicando a coleta nesse ponto. Não foi possível o descarte da amostragem devido as restrições enfrentadas pela logística e as dificuldades impostas por chuvas no período disponível para a coleta de dados deste trabalho.

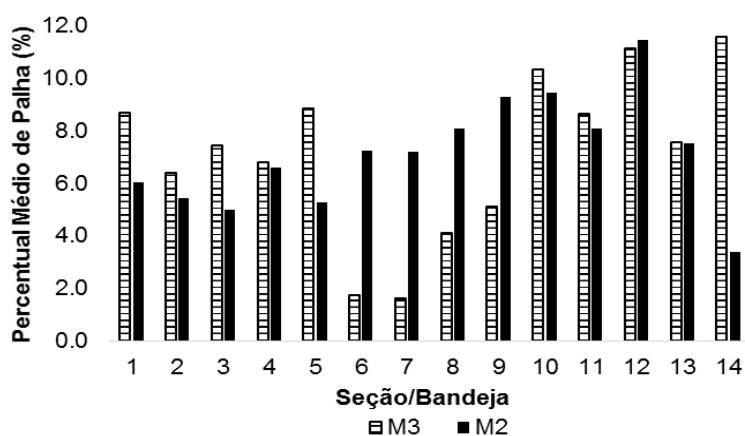


FIGURA 8. Percentual médio de A1 e A2 da palha distribuída nas áreas das seções de M3 e das bandejas de M2.

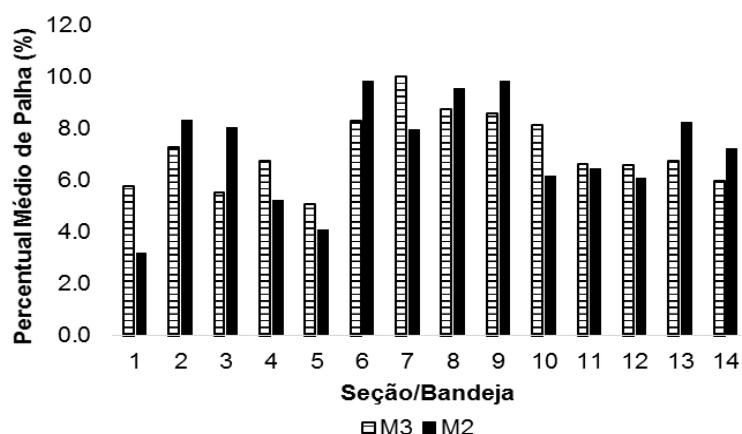


FIGURA 9. Percentual médio de A3 e A4 da palha distribuída nas áreas das seções de M3 e das bandejas de M2.

Observa-se nas Figuras 8 e 9, que tanto para M2 quanto para M3 o perfil de distribuição da palha obtido em A3 e A4, apresentou melhor uniformidade na distribuição em relação à média de A1 e A2. O coletor de M3 foi bem posicionado no solo nas duas repetições e o vento estava mais ameno durante as coletas.

Em relação a demanda de mão de obra, observou-se que durante os trabalhos de coleta de dados realizados em campo, o sistema desenvolvido M2, demandou menor tempo (TABELA 1). Destaca-se que em M2 é possível coletar os dados de perdas e distribuição de palha, ao mesmo tempo. Vale ressaltar ainda, que em M2, não se faz necessário a interrupção da operação para a coleta de dados referentes a plataforma de corte, enquanto M1, recomenda-se a interrupção da operação para essa avaliação.

TABELA 1. Tempo gasto em M1, M2 e M3 durante as coletas de dados em campo e em laboratório durante o processamento do material que foi coletado.

Método	Tempo (h)		
	Campo	Laboratório	Total (Campo + Laboratório)
M1	0:08:58	0:01:20	0:10:18
M2	0:08:31	0:31:00	0:39:31
M3	0:14:14	0:03:30	0:17:44

Portanto, para efeito de comparação entre os métodos avaliados, calculou-se o tempo gasto (Campo + Laboratório) em M1 e M3 e comparou-se com M2. O resultado do tempo total gasto foi de 0: 28: 02 h para M1 + M3 e 0: 39: 31 h para M2. A maior influência para o aumento significativo do tempo total de M2, foi o tempo em laboratório, onde houve a necessidade de separar manualmente os grãos e vagens que se encontravam juntos aos resíduos vegetais provenientes dos mecanismos internos da colhedora.

Ainda vale ressaltar que dentre as etapas de avaliação de perdas e de distribuição de palha na colheita mecanizada de soja, o momento mais crítico é a coleta em campo, onde o técnico fica exposto ao sol e poeiras geradas da operação de colheita, sob condições de trabalho desconfortáveis e proporcionando uma situação favorável a erros.

No entanto, durante as coletas em campo, M2 foi o que apresentou menor tempo, já em laboratório foi o que alcançou maior tempo. Sugere-se que para redução deste tempo em

laboratório, seja desenvolvido um equipamento de limpeza especializado que facilite os trabalhos e diminua a mão-de-obra para separação dos grãos e vagens encontrados junto a palha distribuída pela colhedora.

CONCLUSÕES

Os valores quantificados como perdas na plataforma, mecanismos internos e totais, utilizando o sistema desenvolvido M2, tenderam a superestimar os valores quando comparados aos valores quantificados pelo método M1 recomendado para determinação de perdas.

Em relação à distribuição de palha, M2 apresentou ser tão representativo quanto M3, que trata de um método padrão recomendado para determinar o perfil de distribuição de palha.

Durante as avaliações em campo onde as condições para o técnico são desconfortáveis e existe uma demanda maior de mão-de-obra, M2 apresentou o menor tempo em relação a M1 e M3, permitindo coletar dados de perdas e de distribuição de palha ao mesmo tempo.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. S396.2. **Combine capacity and performance test procedure**. St. Joseph : ASAE, 382p, 1998.

CÂMARA, F. T.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita de soja. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 3, p.909-913, mai./jun. 2007.

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.

COMETTI, N. N. **Mecanização Agrícola**. Curitiba: Livro Técnico, 2012. 160 p.

KAJIYAMA, D. T.; PACHECO, F. P.; NÓBREGA, L. H. P.; SILVEIRA, C. M.; SOUZA E. G. Distribuição de Resíduos Vegetais de Trigo na Colheita Mecanizada. **Journal Of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 4, n. 2, p.42-49, 2015.

KUNZ, V. L. **Distribuição transversal de palha por colhedoras autopropelidas na cultura da soja**. 2007. 34 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia de Sistemas Agroindustriais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

KUNZ, V. L.; FILHO, A. G.; PRIMO, M. A.; GURGACZ, F.; FEY, E. Distribuição de palha por colhedoras autopropelidas na colheita da soja. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.28, n.1, p.125-135, jan./mar.2008.

MAGALHÃES, S. C.; OLIVEIRA, B. C.; TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 25, n. 5, p.43-48, set./oct. 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MESQUITA C. M.; COSTA N. P.; MANTOVANI E. C.; ANDRADE J. G. M.; NETO J. B. F.; SILVA J. G.; FONSECA J. R.; PORTUGAL F. A. F. e GUIMARAES J. B. **MANUAL**

DO PRODUTOR- Como Evitar Desperdícios nas Colheitas de Soja, do Milho e do Arroz. Londrina, PR. Pg. 32, 1998.

MOTA, B. L.; ZANDONADI, R. S.; SILVA A. J. S.; VIOLA, M. Protótipo de um Sistema Mecanizado para Coleta de Dados de Perdas e Distribuição de Palhada na Colheita Mecanizada de Soja. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2015, São Pedro, SP. **XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2015.

SILVEIRA, J. M.; CONTE, O. **Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 28 p.

VESETH. R.; ENGLE. C.; VOMOCIL. J.; McDOLE. R. Uniform combine residue distribution for successful no-till and minimum tillage systems - Crop management series no-till and minimum tillage farming. **Conservation tillage handbook series**, Idaho, Chapter 3 - Residue Management, n°7, 1997. Disponível em: <<http://pnwsteep.wsu.edu/tillagehandbook/chapter3/030786.htm>>.

ZANDONADI, R. S.; RUFFATO, S.; FIGUEIREDO, Z. N. PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA NA REGIÃO MEDIO-NORTE: SAFRA 2012/2013. **Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v.03, n.01, p.64-66, 2015.