

INTRUMENTAÇÃO PARA ESTUDO DA LOGÍSTICA DE CAMPO EM OPERAÇÕES DE COLHEITA MECANIZADA DE GRÃOS

ANGELO JOAQUIM SEOLIN DA SILVA¹, RODRIGO SINAI DI ZANDONADI², BRUNO
LIMA DA MOTA³, WAGNER ZAY FERRARI⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMT - *Campus Sinop*, Fone: (66) 99646-2838, E-mail: angelo.seolin-snp@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: O sucesso da implantação de um sistema mecanizado de produção de grãos está associado ao planejamento e dimensionamento do sistema, de maneira que a eficiência de campo seja maximizada. A avaliação da eficiência de campo depende da aquisição de dados apropriados, os quais a coleta detalhada é inviável em grandes frotas agrícolas, devido ao grande volume de informações que devem ser obtidas em um curto período de tempo, sendo necessária a instrumentação da frota para a coleta de dados. Visando estudos de logística de campo em operações de colheita mecanizada, objetivou-se desenvolver e testar um Sistema de Aquisição de Dados (SAD), permitindo a coleta efetiva de dados em grande escala. Foi instrumentada uma frota de máquinas (quatro colhedoras e três transbordos agrícolas) envolvidas na operação de colheita em uma propriedade mato-grossense para teste e validação do SAD desenvolvido. Os resultados apontam que com SAD desenvolvido foi possível coletar dados para realização de análise detalhada da operação de colheita mecanizada mostrando que no talhão avaliado as eficiências de campo das colhedoras ficaram entre 76 e 82%.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento de colheita, otimização operacional, gerenciamento de frotas.

INSTRUMENTATION FOR THE STUDY OF FIELD LOGISTICS IN THE MECHANIZED GRAIN HARVEST OPERATION

ABSTRACT: The success of the implantation of a certain grain production mechanized system is associated to the planning and design of the setup, so that field efficiency is maximized. The evaluation of field efficiency depends on the acquisition of detailed data, which is not feasible in large agricultural fleets, due to the large amount of information that must be obtained in a short time span; leading to the need of instrumenting the fleet for data collection. Focusing at field logistics studies in mechanized grain harvesting, the objective of these work was to develop and test a Data Acquisition System (DAS), capable of data collection for field efficiency analyses. A harvesting fleet (four combines and three grain carts) were instrumented in a Mato Grosso farm for test and validation of the developed DAS. The results showed that the DAS allowed collection of data for detailed analyses of the operational logistics and showed that combines field efficiency were between 76 and 82% in the analyzed field.

KEYWORDS: harvesting planning, operational optimization, fleet management.

INTRODUÇÃO: Ao avaliar o desempenho de máquinas agrícolas, várias tarefas associadas a operações de campo tornam decisões de gerenciamento e seleção do conjunto mecanizado

ideal complexos. A obtenção de informações sobre o desempenho operacional é normalmente realizada de modo manual, por meio da análise dos tempos e movimentos, consumindo recursos financeiros, mão de obra e tempo. Tais informações são essenciais para empregar uma mecanização racional, que segundo MIALHE (1974), consiste em executar operações exigidas pela produção agrícola utilizando um conjunto de máquinas de forma técnica e economicamente organizada. RENOLL (1981), afirma que a obtenção de valores de desempenho operacional é fundamental pelo fato das máquinas de colheita se tornarem cada vez maiores, mais complexas e mais caras tornando-se necessário que sejam efetivamente utilizadas. Assim, uma ferramenta que permita realizar o cálculo do desempenho de uma colhedora seria de grande importância para produtores ao selecionar a capacidade do equipamento requerido para o transporte dos grãos colhido, maior importância ainda teria em regiões onde a colheita é realizada utilizando várias máquinas em um mesmo talhão. Visando a análise dos diferentes sistemas mecanizados da operação de colheita mecanizada da soja, SILVA et. al. (2015), conduziu uma avaliação da logística de operação de colheita mecanizada levando em conta diferentes sistemas de descarregamento e transporte de grãos que ocorrem no campo. Os resultados apontam que, dependendo do sistema de descarregamento das colhedoras utilizado, a perda de tempo (devido a operações como descarregamento, manobras de descarregamento e traslado com a máquina cheia e vazia) pode chegar a 38,8%. Porém, o estudo foi conduzido por curto período de tempo e em poucos veículos devido ao fato das coletas de dados terem sido conduzidas manualmente. Os autores relatam que um sistema de coleta de dados automatizado se faz necessário para estudos representativos da logística de campo em operações. Sabendo então da dificuldade na obtenção de dados para o cálculo do desempenho operacional, o objetivo deste trabalho foi confeccionar um sistema de aquisição de dados que permitisse a coleta de dados para viabilizar estudos de logística de campo em operações de colheita de grãos mecanizada.

MATERIAL E MÉTODOS: O Sistema de Aquisição de Dados (SAD) foi desenvolvido e construído no Laboratório de Mecanização da Universidade Federal de Mato Grosso – *Campus Sinop*. O SAD foi desenvolvido baseado nos seguintes pré-requisitos para viabilizar a condução do estudo: (i) permitir o registro dos tempos em que a plataforma da máquina se encontrava na condição de colheita ou levantada (manobra), (ii) registrar do tempo de descarregamento; (iii) monitorar o volume do graneleiro; e (iv) vincular as informações obtidas nos pré-requisitos i e ii à trajetória percorrida pela máquina. Para indicar a posição da plataforma de corte, optou-se por utilizar o sensor de posição rotativo localizado no canal alimentador da colhedora. Para o registro do tempo de descarregamento, foi instalado um sensor de proximidade indutivo Tecnotron IB-5M-18CA-PR/XL no sistema de transmissão por correntes que é acionado ao se iniciar o sistema de descarregamento. Para indicar o volume do graneleiro, utilizou-se os sensores de volume (chaves fim de curso) posicionados a 3/4 e a 4/4 do volume total. Para efeito do monitoramento das coordenadas geográficas, hora, data e velocidade de deslocamento, o SAD foi equipado com um Sistema de Navegação Global por Satélites (GNSS) podendo trabalhar tanto com um Garmin modelo GPS 18x quanto um módulo GPS EM-506 da USGlobalSat. Com o objetivo de eliminar cabos entre PC e as caixas de instrumentação, para efeito do monitoramento dos dados, utilizou-se um Módulo Bluetooth BlueSMiRF RN-42. O sistema de aquisição e armazenamento de dados foi construído com base em uma placa microprocessada (Arduino MEGA 2560) juntamente com módulo adaptador para armazenamento de dados em cartão SD e módulo para visualização de dados do tipo LCD. A alimentação do circuito foi realizada através da tomada de energia auxiliar acionada por comando da chave de ignição da colhedora. Foram realizados ensaios em laboratório com objetivo de verificar possíveis falhas no funcionamento do SAD. Coleta de dados em campo utilizando o SAD desenvolvido foi conduzido em um dos talhões na

Fazenda Gobbi, Tabaporã – MT, onde 4 colhedoras STS 9770 John Deere foram instrumentadas. Após a coleta dos dados, foram estimados os valores de eficiência de campo, através de algoritmos desenvolvidos para calcular os devidos tempos de cada atividade realizada pela máquina. Os algoritmos foram desenvolvidos na plataforma MATLAB (MathWorks®) versão (R2016b). Os valores de eficiência de campo (E_c) foram obtidos pela razão entre o (T_c) tempo de colheita e a soma entre o (T_c) e o (T_{desp}) Tempo total desperdiçado em campo, conforme ASAE Standards (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A (FIGURA 1a) apresenta o SAD desenvolvido. Para realizar a leitura do sinal de saída do sensor de proximidade indutivo, foi necessário confeccionar uma Placa Condicionadora de Sinal para regular a tensão de saída do sensor de 12V para 5V e assim ser conectada a porta de sinal digital do microcontrolador. Também foi necessário confeccionar uma Placa Reguladora de Tensão para alimentar o SAD e os demais sensores ativos nas devidas tensões recomendadas. Na (FIGURA 1b) é apresentado o diagrama elétrico do sistema de aquisição de dados. A alimentação do circuito elétrico vinda da bateria 12V, passa pela placa reguladora de tensão, onde os 12V são regulados para alimentar a placa microprocessada, o sensor indutivo e a placa condicionadora de sinal. Os demais elementos do circuito, foram alimentados em 5V pela placa reguladora de tensão. Não se optou por utilizar a porta de alimentação 5V da placa microcontroladora pelo fato da corrente máxima ser de 200mA, não sendo suficiente para alimentar todos os componentes que compõe o SAD. Cada constituinte do circuito elétrico estava devidamente aterrado com a fonte de alimentação externa, juntamente com a porta GND da placa microprocessada.

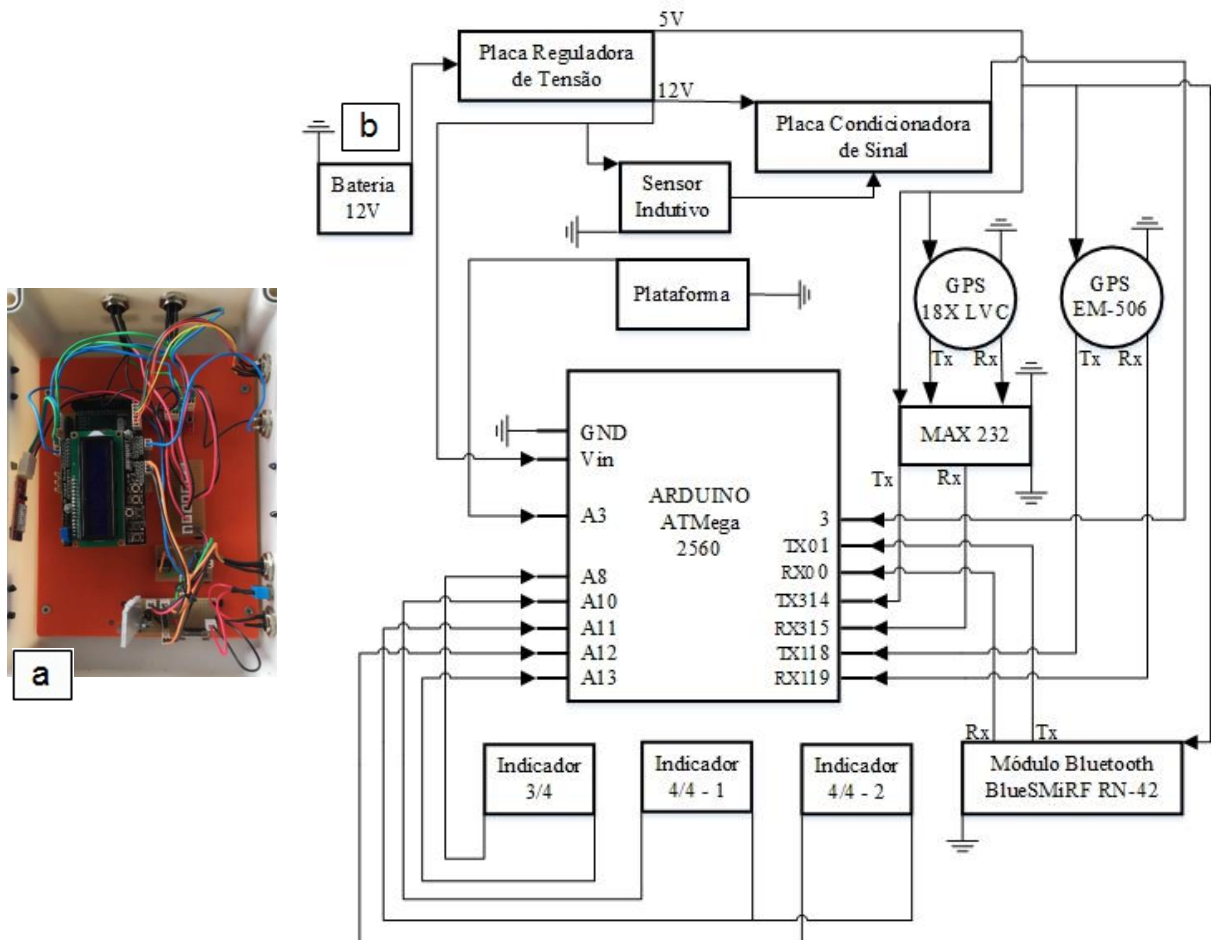


FIGURA 1. Caixa de instrumentação (a) e diagrama elétrico (b) do SAD desenvolvido.

A aquisição e armazenamento dos dados foram realizados através de algoritmo, desenvolvido utilizando-se Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino. Primeiramente, o microcontrolador checa a existência do cartão SD, se sim, a rotina de tarefas é realizada a cada um segundo com base na marcação de tempo do GPS, se não a rotina de tarefas também continua, porém, os dados coletados não serão armazenados. Para registrar se a plataforma da colhedora estava na posição de colheita ou não foi atribuído uma tensão de referência vinda do sensor de posição rotativo da plataforma, caso o valor lido seja menor que a referência, a plataforma está na posição de colheita. Para registrar se a colhedora está descarregando ou não, atribuiu-se que se a tensão lida pelo sensor de proximidade indutivo variar a uma determinada frequência, então a máquina estava descarregando. Para indicar o nível do graneleiro, atribuiu-se que se o indicador de volume 3/4 for igual a 1, então o graneleiro estava com 3/4 do seu volume ocupado por grãos, caso fosse diferente de 1, a rotina de tarefas se destinava para outra decisão. Se o indicador de volume 4/4 for igual a 1 então o graneleiro está cheio, caso contrário, o graneleiro está vazio. O algoritmo desenvolvido armazena as informações coletadas com “&” no início da linha de dados e apresenta dados de hora e velocidade, posição da plataforma e estado da descarga no módulo LCD 1602, para que o operador pudesse verificar o funcionamento do sistema.

No teste de campo conduzido na fazenda Gobbi, foi possível identificar que as eficiências de campo para as quatro colhedoras avaliadas ficaram entre 76 e 82% e foi possível realizar a análise detalhada da operação.

CONCLUSÕES: O SAD atendeu o objetivo proposto, sendo possível vincular a trajetória percorrida aos tempos de manobra, tempos de descarregamento e nível do graneleiro, permitindo o estudo detalhado da logística de campo da frota de colheita. Os valores de eficiências de campo das colhedoras avaliadas ficaram entre 76 e 82%. O SAD pode ser utilizado em trabalhos futuros na qual queira comparar diferentes sistemas de colheita mecanizada, como por exemplo, analisar diferentes métodos de descarregamento ou analise o a influencia da geometria de um talhão na eficiência de campo.

AGRADECIMENTOS: À Fazenda Gobbi, pelo apoio na condução dos trabalhos em campo, ao grupo de Mecanização da UFMT – 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-Pibic.

REFERÊNCIAS: ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING. EP 496.2 FEB03. **Agricultural Machinery Management. In: ASAE Standards: standards engineering practices data.** St. Joseph: ASAE, 367-372p, 2003.

MIALHE, L. G. **Manual de Mecanização Agrícola.** São Paulo: Ed. Ceres, 301p, 1974.

RENOLL, E. Predicting Machine Performance Rates for Specific Field and Operating Conditions. **Alabama Agricultural Experiment Station,** Auburn University Alabama, Circular 258, 14p, 1981.

SILVA, A. J. S., ZANDONADI, R. S., BARBOSA, F. S., VIOLA, M. Estudo de caso: Influência do Método de Descarregamento no Rendimento Operacional de Colhedoras de Grãos na Colheita de Soja. 2015. Trabalho apresentado no 44. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola,** São Pedro, SP, 2015.