

## SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS VIA BLUETOOTH PARA DETERMINAÇÃO DO CONSUMO VOLUMÉTRICO DE TRATORES AGRÍCOLAS

THIAGO C. GOMES, AMNON A. RODRIGUES, JEAN L. P. OLIVEIRA, CARLOS A. CHIODEROLI, ADUNIAS DOS S. TEIXEIRA

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza – CE, Fone: (085) 98647-3808, email: thiagogomes.br@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE, email: amnonrodrigues@gmail.com.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza – CE, email: jean07lucasp@hotmail.com.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Prof. Dr em Mecanização Agrícola, Universidade Federal do Ceará/UFC, email: ca.chioderoli@gmail.com.

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Associado I em Hidráulica Aplicada, Universidade Federal do Ceará/UFC, email: adunias@ufc.br.

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 – Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Com a redução dos níveis de reservatório do petróleo e a escassez de água, o desenvolvimento de novos sistemas e sensores de precisão aplicados à agricultura tem sido cada vez mais importante. O objetivo deste trabalho foi à criação de um sistema de aquisição de dados via Bluetooth para determinação do consumo volumétrico de combustível em tratores agrícolas. Um sistema eletrônico utilizando o microcontrolador PIC18F4550 foi desenvolvido para a obtenção das leituras oriundas dos fluxômetros: a diferença de pulsos da entrada de combustível na bomba injetora e retorno dos bicos injetores. Cada mL de combustível consumido pelo trator ao passar pelo mecanismo registrava uma unidade de pulso, assim, pode-se armazenar cada pulso do consumo do trator e analisar diferentes estágios da operação agrícola. Os ensaios foram realizados numa área experimental da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE em pista de concreto com um trator em comboio. Os testes realizados em campo foram satisfatórios, observou-se durante os ensaios a facilidade de operação do sistema, permitindo rapidez na operação de aquisição de dados, e a capacidade de se combinar o sistema implementado para atender a demandas de diversas pesquisas, podendo ser utilizado em diferentes tipos de máquinas agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVES:** sensor, eficiência, máquinas agrícolas.

### DATES ACQUISITIONS SUSTEM VIA BLUETOOTH TO DETERMINE THE VOLUMETRIC CONSUMPTION AGRICULTURAL TRACTORS

**ABSTRACT:** With the reduction of the oil reservoir levels and the water shortage, development of new systems and sensors applied to precision farming has been increasingly important. The objective of this work was the creation of a data acquisition system via Bluetooth to determine the volumetric fuel consumption of a agricultural tractors. An electronic system using PIC microcontroller 18F4550 is designed to obtain the readings coming from the flowmeters, the difference in fuel input wrists in the injection pump and return of nozzles. The each mL of fuel that was consumed by the tractor passing through the mechanism recorded a pulse drive therefore can be stored each pulse tractor consumption and

analyze different stages of the agricultural operation. The tests were conducted in an experimental area of the Federal University of Ceara, Pici Campus, Fortaleza, Ceara in concrete runway with a tractor in train. Tests conducted in the field were satisfactory, it was observed during the testing, system ease of operation, allowing faster data acquisition operation, and the ability to combine the system implemented to meet the demands of several studies, and may be used in different types of agricultural machines.

**KEY-WORDS:** sensors, efficiency, agricultural machines.

**INTRODUÇÃO:** Na agricultura, cada vez mais, a automação tem tornado possível o monitoramento de sistemas e ambientes por meio de sensores, com as mais variadas finalidades, permitindo que se tenha uma base computacional para que os dados coletados possam ser analisados e, assim, darem suporte à tomada de decisão. Com a redução dos níveis de reservatório do petróleo e a escassez de água, o desenvolvimento de novos sistemas e sensores de precisão aplicados à agricultura tem sido cada vez mais importante. A instrumentação de máquinas agrícolas para a realização de ensaios de campo tem a finalidade de gerar informações que possibilitem dimensionar e racionalizar os conjuntos mecanizados (SILVA; BENEZ, 1997; SILVA et al., 2001). A instrumentação eletrônica permite uma grande capacidade de trabalho em função da facilidade de programação e operação para realização das medições (MANTOVANI et al., 1999). A aquisição de dados é uma atividade essencial em todo tipo de tecnologia e ciência e é efetuada mediante um conjunto de sensores e um coletor de dados para leitura e armazenamento de dados (MANTOVANI et al., 1999). Os sensores permitem que uma máquina possa interagir com o ambiente de forma flexível, com um nível maior de percepção do meio (FERNANDES et al., 2011). Na agricultura, vários pesquisadores têm trabalhado em diferentes áreas, utilizando algum tipo de sistema de aquisição de dados com a finalidade de monitorar eventos em suas pesquisas (GARCIA et al., 2003). Assim, objetivou-se com este trabalho à criação de um sistema de aquisição de dados via Bluetooth para determinação do consumo volumétrico de combustível dos tratores agrícolas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento, o desenvolvimento e a montagem do sistema de aquisição de dados foram conduzidos no Laboratório de Eletrônica e Máquinas Agrícolas (LEMA) e em área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) da Universidade Federal de Ceará, localizado no Campus do Pici, Fortaleza/CE. Os testes foram realizados em pista de concreto com as dimensões de 90 metros de comprimento, 5 metros de largura e 10 metros de curva. O sistema de aquisição de dados foi constituído de circuito eletrônico (Figura 2), esse circuito conterà sensores formados por medidores de fluxo acoplados a circuito condicionadores de sinais e a um microcontrolador 18F4550 da família microchip que possui periféricos (conversor analógico digital, circuitos temporizadores) embutidos em uma só pastilha, facilitando assim o desenvolvimento de sistemas pequenos e baratos, embora complexos e sofisticados. O sistema de aquisição de dados do tipo módulo controlador foi desenvolvido utilizando o microcontrolador PIC 18F4550 para realizar as leituras oriundas dos fluxômetros: a diferença de pulsos da entrada de combustível na bomba injetora e retorno dos bicos injetores. Cada mL de combustível consumido pelo trator ao passar pelo mecanismo de fluxo, registrava uma unidade de pulso, assim, pode-se armazenar cada pulso do consumo do trator e analisar diferentes estágios da operação agrícola. Após o desenvolvimento do circuito eletrônico foi desenvolvido software em linguagem assembly e compilado para linguagem de máquina do microcontrolador para acompanhamento das variáveis medidas pelos sensores, uma vez que esses dados serão transferidos via Bluetooth por meio de um aplicativo desenvolvido no sistema operacional Android. (Figura 1A e 1B). Os dados foram enviados por conexão Bluetooth para um smartphone com sistema

operacional android e salvos em sua memória, utilizando o aplicativo blue-term como interface.

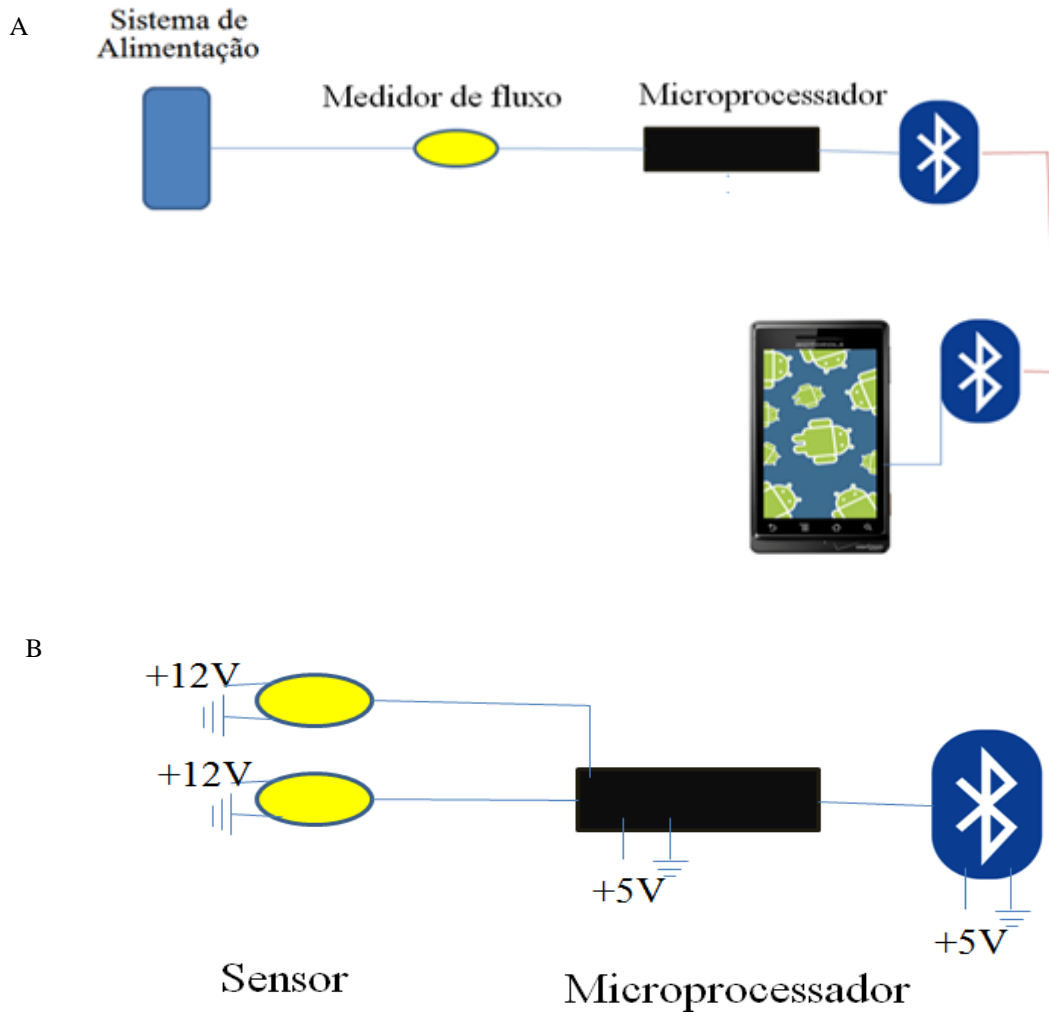
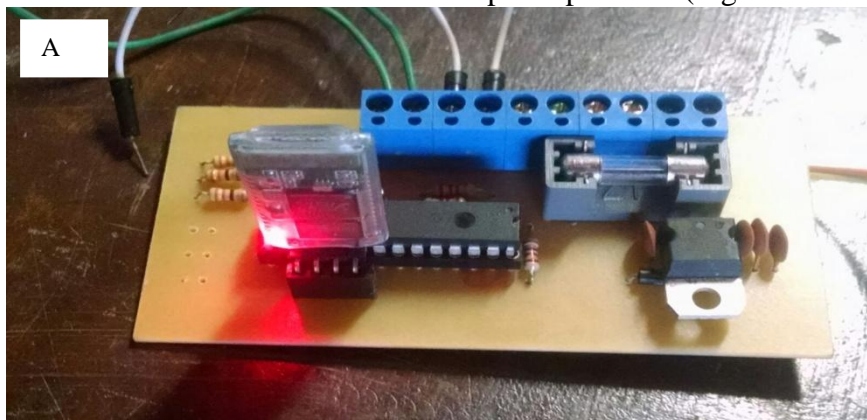


Figura 1 – Desenho esquemático do sistema de aquisição de dados

O sistema eletrônico desenvolvido para a contagem dos pulsos foi utilizado para a medição do consumo horário de combustível e tempo de percurso (Figura 2A e 2B).



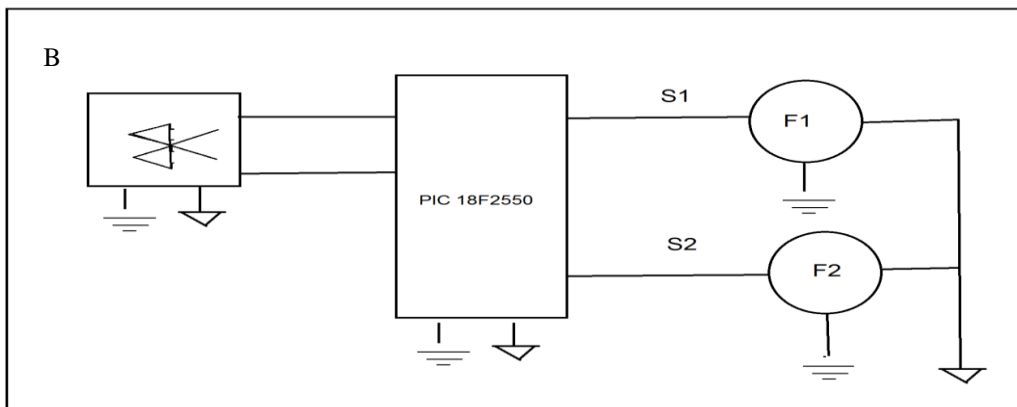


Figura 2 – Sistema eletrônico para contagem de pulsos

Para avaliar o sistema de aquisição de dados via Bluetooth foi utilizado um sistema de comboio com dois tratores. O primeiro trator denominado trator de tração, modelo 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar) de 88, 26 kW (120 cv) com tração dianteira auxiliar acionada, equipado com pneus diagonais 14.9-24 R-1 no eixo dianteiro e pneus diagonais 18.4-34 R-1 no eixo traseiro, adequado para operação média com relação peso potência de 55 kg cv<sup>-1</sup>, totalizando 6.600 kg com distribuição de 65% no eixo traseiro e 35% no eixo dianteiro, com lastro sólido e líquido, pressão de inflação de ar nos pneus de 110 e 124 kPa, respectivamente, pneus dianteiros e traseiros; O segundo trator utilizado como suporte foi o Massey Ferguson 265 4x2 com 47,80 kW (65cv). Foi utilizado um delineamento experimental, arranjo fatorial, 4 x 2, sendo, quatro marchas de trabalho (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>) e duas rotações (1000 – tartaruga e 2000 - lebre), com cinco repetições. A instrumentação do sistema de aquisição foi instalada no trator de tração. O consumo horário de combustível foi determinado utilizando dois medidores de fluxo marca “Flowmate” oval, modelo Oval M-III e LSF 41 com precisão de 0,01 ml que foram instalados em série na entrada e no retorno da bomba injetora, obtendo-se o volume de combustível consumido pelo trator durante o percurso em ml, sendo possível por meio da equação 6, determinar o consumo em L h<sup>-1</sup> para cada tratamento.

$$C_H = \left(\frac{q}{t}\right) \times 3,6 \quad (6)$$

em que:

$C_H$  = Consumo horário de combustível (L h<sup>-1</sup>);

$q$  = Volume consumido na parcela (ml);

$t$  = Tempo para percorrer a parcela (s);

3,6 = Fator de conversão de unidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância e quando significativos será aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os testes realizados em campo foram satisfatórios, observou-se, durante os ensaios, facilidade de operação do sistema, permitindo rapidez na operação de aquisição de dados, e a capacidade de se combinar o sistema implementado para atender a demandas de diversas pesquisas, podendo ser utilizado em diferentes tipos de máquinas agrícolas. Na Tabela 1 encontra-se a análise de variância para o consumo horário de combustível obtido pelo sistema de aquisição de dados. Observa-se que não houve interação significativa entre a marcha de trabalho e a rotação utilizada durante os ensaios. Houve diferenças significativas entre as marchas, a M3 e a M4 apresentaram os maiores valores de

consumo horário de combustível, respectivamente, 9,64 e 10,25 L.h<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente da M2 e M1, respectivamente, 8,05 e 8,03 L.h<sup>-1</sup>. Já as rotações não apresentaram efeito significativo entre si.

Tabela 1. Análise de variância para o consumo volumétrico de combustível obtido no sistema de aquisição de dados.

Fonte de Variação	Consumo volumétrico (L.h <sup>-1</sup> )
Marcha	
M1	8,03 b
M2	8,05 b
M3	9,64 a
M4	10,25 a
Rotação	
R1	8,76 a
R2	9,22 a
Teste F	
M	8,29 **
R	1,39 ns
M x R	1,49 ns
CV	13,78

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, ns- não significativo, CV: Coeficiente de variação, M1(2,5), M2 (3,5), M3 (3,5), M4 (4,5), R1 (1000 rpm), R2 (2000 rpm).

Lopes et al. (2003) avaliando o consumo de combustível de um trator agrícola operando com pneus (radial, diagonal e de baixa pressão) em duas condições de lastragem (com e sem água nos pneus) e quatro velocidades de deslocamento, observaram que o aumento da marcha de trabalho proporcionou no aumento do consumo horário de combustível. Silveira et al. (2013) percebe-se que ao analisar individualmente as velocidades de operação, o menor consumo horário de combustível ocorre na menor rotação, sugerindo que essas rotações proporcionam menor custo.

**CONCLUSÃO:** O sistema de aquisição de dados é capaz de fornecer condições técnicas de avaliar o desempenho na semeadura. O sistema de aquisição é eficiente, demonstra sua aplicabilidade como ferramenta de automação para gestão administrativa em operações mecanizadas.

## REFERÊNCIAS

- ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE EP496.3 368 Agricultural Machinery Management. In: ASABE Standards 2006. St. Joseph, 2006, p.385-369 390.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.e d. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERNANDES, H. C.; LOPES, S. E.; TEIXEIRA, M. M.; MINETTE, L. J.; RINALDI, P. C. N. Desenvolvimento de dispositivo eletrônico para marcação automática do ponto de traçamento da madeira por uma garra traçadora. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 19 n. 6, p. 536-540, 2011.

GARCIA, R. F.; QUEIROZ, D. M. de; MIYAGAKI, O. H.; PINTO, F. A. C. Programa computacional para aquisição de dados para avaliação de máquinas agrícolas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 2, p.375-381, 2003.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO NETO, P.; 399 GROTTA, C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da 400 lastragem e da velocidade de trabalho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 2, p. 375-379, 2003.

MANTOVANI, E. C.; LEPLATOIS, M.; INMASSU, Y. Automação do processo de avaliação do desempenho de tratores e implementos em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1241-1246, 1999.

SILVA, S. L.; RICIÉRI, R. P.; PEREIRA, J. O.; BENEZ, S. H. Sistemas de aquisição de dados para ensaios de campo: comparação da força de tração média obtida com micrologger 21x e milivoltímetro na operação de escarificação. In: *IV Congresso Internacional de Engenharia Agrícola, Chillán. Anales...Chillán: 2001.*

SILVA, S. L.; BENEZ, S. H. Construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas em ensaios de campo. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 10-18, 1997.

SILVEIRA, G. M.; FERNANDES, H. C.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; TROGELLO, E. Demanda energética de uma semeadora-adubadora em diferentes velocidades de deslocamento e rotações do motor. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 1, p. 44-52, 2013.