

MICROCONTROLADORES NA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DE TRATOR 4X2 TDA COM TRANSMISSÃO POWER SHIFT

CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI¹, VICTOR AUGUSTO DA COSTA ESCARELA², RODRIGO SILVA ALVES³, GABRIEL PIMENTA DO NASCIMENTO⁴, JOSÉ AUGUSTO NETO DA SILVA LIMA⁵, FLÁVIO HIROSHI KANEKO⁶

¹ Professor Doutor, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, carlos.chioderoli@uftm.edu.br

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, victorescarela@gmail.com

³ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, rodrigossilva.aalves@gmail.com

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, gabriel_pimenta1@hotmail.com

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, joseaugustoneto15@gmail.com

⁶ Professor Doutor, Universidade Federal do Triângulo Mineiro UFTM, flavio.kaneko@uftm.edu.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A utilização de telemetria em tratores é essencial para o alcance da acurácia nas operações agrícolas. A automação agrícola ainda é escassa no país, muitas vezes devido ao valor de projeto e o desconhecimento na execução dos processos operacionais. O trabalho teve por objetivo projetar e validar um sistema de aquisição de dados para o consumo de combustível do trator agrícola 4x2 TDA de 99,36 kW no motor por meio de plataforma simplificada (Arduíno) O sistema de aquisição de dados utilizado é a versão mais atual do Arduíno com memória EEPROM de maior capacidade de armazenamento. Os resultados foram obtidos por meio de fluxômetro tipo oval com dois medidores de fluxo, sendo que os pulsos gerados foram convertidos em volume, considerando a vazão de 1 mL pulso⁻¹. A validação do sistema foi realizada por meio da avaliação do consumo de combustível do conjunto trator-cultivador de cana crua em função de duas profundidades de atuação dos órgãos ativos. Os dados foram analisados por meio do controle estatístico de processo (CEP). O uso de microcontroladores mostrou-se eficaz e simples para a obtenção do consumo de combustível.

PALAVRAS-CHAVE: Automação, Arduíno, Telemetria.

MICROCONTROLLERS IN ENERGY PERFORMANCE EVALUATION OF TRACTOR 4X2 TDA WITH POWER SHIFT TRANSFER

ABSTRACT: The use of telemetry in tractors is essential for achieving accuracy in agricultural operations. Agricultural automation is still scarce in the country, often due to project value and lack of knowledge in the execution of operational processes. The objective of the work was to design and validate a fuel consumption data acquisition system for the 4x2 TDA agricultural tractor of 99.36 kW in the engine through a simplified platform (Arduino), with the design of cost reduction for point automation in the system of operational management of tractors. The data acquisition system will be the most current version of the Arduino with EEPROM memory with greater storage capacity. The results will be obtained through an oval-type flowmeter with two flow meters, and the generated pulses will be converted to volume, considering the flow rate of 1 mL pulse⁻¹. The validation of the system was through the evaluation of the fuel consumption of the tractor-grower set of raw cane as a function of two depths of action of the active organs. The data were analyzed through the statistical process control (CEP). The use of microcontrollers proved to be efficient and simple to obtain fuel consumption.

KEYWORDS: Automacion, Arduíno, Telemetry.

INTRODUÇÃO: Para a redução dos custos com a mecanização foram desenvolvidas soluções que podem ser adaptadas em tratores mais antigos para o melhor controle das variáveis operacionais responsáveis pelo maior custo variável. O consumo de combustível é a grande preocupação do custo hora/máquina, pois muitas vezes o produtor realiza processos operacionais sem o correto dimensionamento do conjunto trator-equipamento, o que pode proporcionar aumento significativo nas variáveis energéticas e operacionais (SALVADOR et al., 2008). A utilização de telemetria em tratores é essencial para o alcance da acurácia nas operações agrícolas. A automação agrícola ainda é escassa no país, muitas vezes devido ao valor de projeto e o desconhecimento na execução dos processos operacionais. Com a automação alternativa do sistema de aquisição de dados, pode-se reduzir o custo para instalação de componentes e garantir a real margem de consumo para o produtor. Para a automação simplificada do sistema é possível utilizar alguns recursos já existentes no mercado como os microcontroladores presente em abundância e vendidos em larga escala. O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída, assim como em ambiente de desenvolvimento que implementam a linguagem Processing (EVANS et al., 2013). O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes ou conectado a softwares como Flash, Processing ou Max/MSP. É um importante modelo de automação, eficaz e simples que possibilita ao produtor rural atingir melhores resultados com as ferramentas disponíveis, contribuindo para uma maior produtividade e lucratividade, com maior controle e gestão das operações agrícolas mecanizadas. O trabalho teve como objetivo realizar a automação do trator Massey Ferguson 6713R, 4x2 TDA e a validação do sistema de aquisição de dados de consumo de combustível por meio de plataforma simplificada. (Arduíno)

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na Fazenda São Carlos III, Iturama, Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 21°36'S e 50°19'W situada a 408 m de altitude. O solo da área é classificado como Argiloso Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2013). O clima é caracterizado como temperado com chuvas de verão, do tipo Cwa, conforme classificação climática de Köppen-Geiger. Como fonte de potência foi utilizado trator Massey Ferguson 6713R, 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), peso total de 8.100 kg, potência no motor de 99,36 kW (135 cv) tracionando cultivador de cana crua de duas hastes com ponteiras aladas de 0,14 m. O delineamento experimental utilizado foi em faixas. Cada faixa possuía área de 900 m², com 300 m de comprimento e 3 m de largura, sendo o consumo de combustível avaliado em área útil de 60 m² por ponto amostral, correspondendo a 3 m de largura e 20 m de comprimento. Foram coletados 15 pontos em cada faixa. Os tratamentos avaliados foram duas profundidades da haste do cultivador-adubador de cana-crua (0 e 0,37 m) na velocidade de 6 km h⁻¹. O consumo de combustível foi mensurado por meio de dois medidores de fluxo da marca Flowmate[®] oval, modelo Oval M-III e LSF 41 com precisão de 0,01 mL instalados em série na entrada e no retorno da bomba injetora do trator como demonstrado na Figura 1.

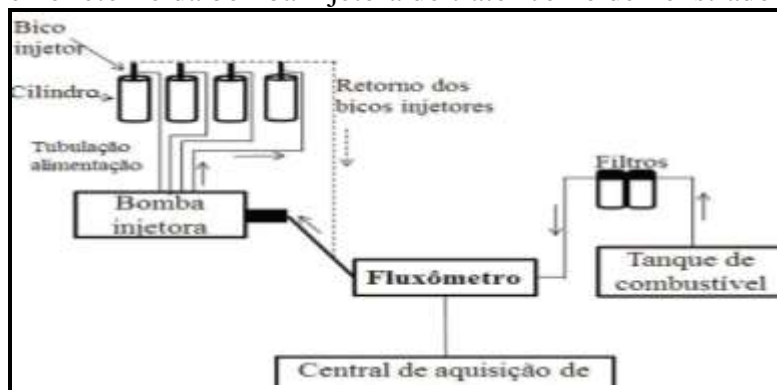


FIGURA 1. Esquema de montagem dos fluxômetros.

Os pulsos fornecidos pelos fluxômetros foram armazenados no microcontrolador Arduino (central de aquisição de dados) por meio de memória EEPROM. O consumo de combustível foi calculado por meio da Equação 1, em L h⁻¹.

$$C_H = \left(\frac{q}{t}\right) \times 3,6 \quad (1)$$

Em que,

C_H - Consumo horário de combustível (L h⁻¹);

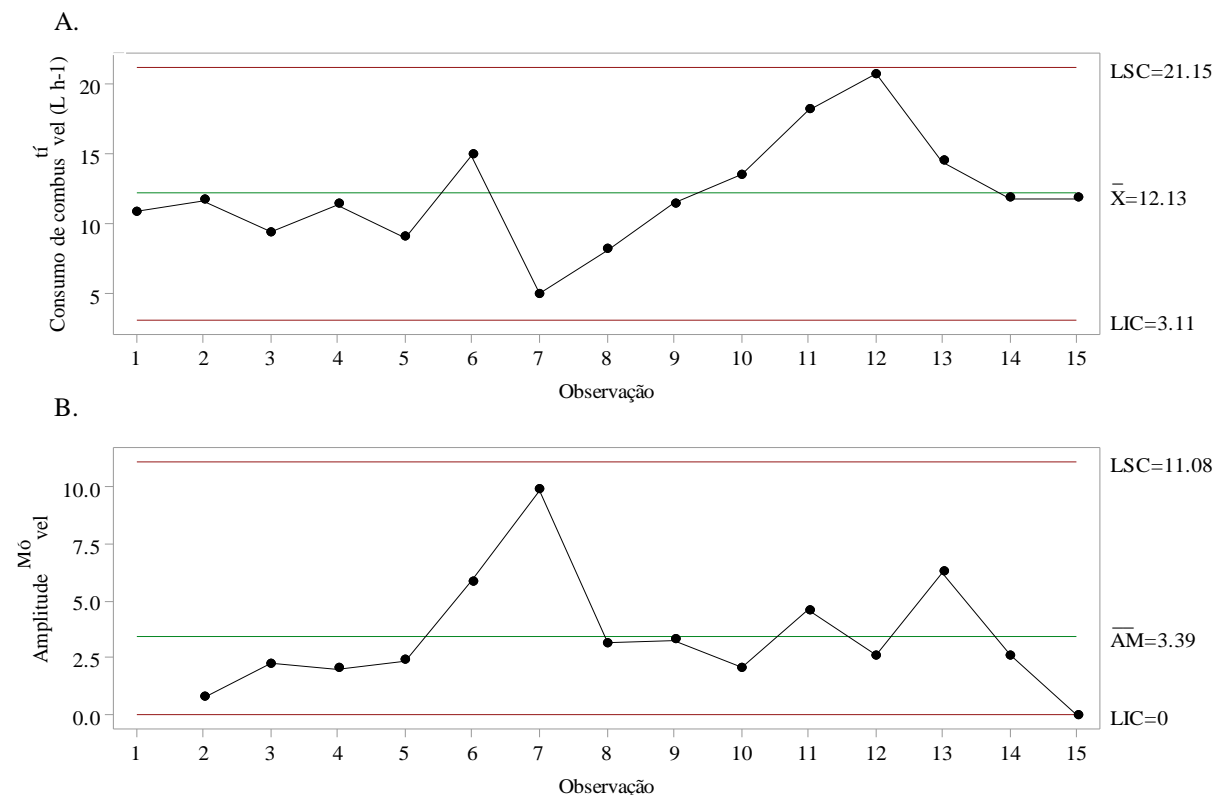
q - Volume consumido na parcela (mL);

t - Tempo para percorrer a parcela (s);

3,6 - Fator de conversão de unidade.

O sistema foi validado por meio da avaliação do consumo horário de combustível do conjunto trator-cultivador de cana crua em função de duas profundidades de atuação dos órgãos ativos (0 e 0,37 m). Para cada profundidade de atuação foram coletadas 15 amostras. O Controle Estatístico do Processo (CEP) foi utilizado como forma de avaliar a estabilidade do processo utilizando-se como ferramenta de cartas de controle, de modo a permitir a verificação da estabilidade do processo. Para a análise dos dados foi utilizado o software Minitab® 18.

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 demanda de diversas pesquisas, podendo ser utilizado em diferentes tipos de máquinas agrícolas. Para a carta de controle de consumo de combustível, verificou-se que os valores individuais nas duas profundidades avaliadas (0 e 0,37 m) apresentaram pontos posicionados dentro dos limites de controle (Figura 2A e 2C), o mesmo ocorreu com a amplitude móvel (Figura 2B e 2D).



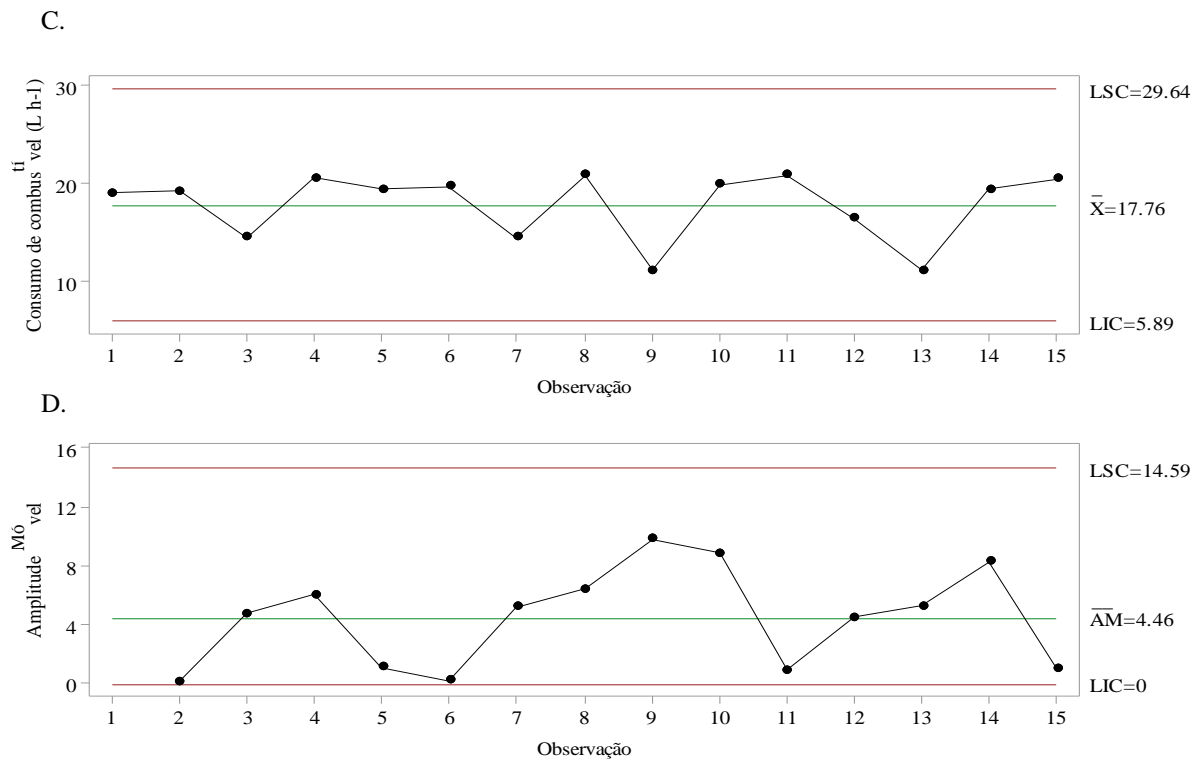


FIGURA 2. Cartas de controle dos valores individuais (A e C) e amplitude móvel (B e D) para o consumo de combustível ($L h^{-1}$) nas profundidades 0 m (A e B) e 0,37 m (C e D), respectivamente.

À medida que aumentou a profundidade de atuação das hastes houve aumento no consumo de combustível, resultado já esperado uma vez que o aumento da profundidade exige maior demanda energética. A profundidade de 0 m apresentou uma média de consumo horário de combustível de $12,13 L h^{-1}$ quando comparado com a profundidade de 0,37 m ($17,16 L h^{-1}$). Resultado associado ao fato do conjunto mecanizado demandar maior desempenho energético durante a operação contribuindo para elevação no consumo horário de combustível. Compagnon et al. (2013), ao avaliarem o desempenho de um conjunto trator-escarificador em duas profundidades distintas, concluíram que o consumo horário de combustível aumentou com o aumento da profundidade.

CONCLUSÕES: A plataforma simplificada (Arduíno) mostrou-se eficaz para a obtenção precisa dos valores de consumo de combustível demonstrando sua aplicabilidade como ferramenta de automação para gestão administrativa em operações mecanizadas. A qualidade do processo mostrou-se estável, estando dentro do processo de controle para o consumo horário de combustível nas duas profundidades avaliadas.

REFERÊNCIAS:

- COMPAGNON, A.M.; FURLANI, C.E.A.; OSHIRO, K.A.; SILVA, R.P.; CASSIA, M.T. Desempenho de um conjunto trator-escarificador em dois teores de água do solo e duas profundidades de trabalho. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.21, n.1, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2013.
- EVANS, M.; NOBLE, J; HOCHENBAUM, J. *Arduino em Ação*. São Paulo: Novatec, 2013.
- SALVADOR, N.; BENEZ, S. H.; MION, R. Consumo de combustível na operação de subsolagem realizada antes e depois de diferentes sistemas de preparo periódico do solo. *Engenharia Agrícola*, v.28, n.2, p.256-262, 2008.