

EFICIÊNCIA DA AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO EMBARCADA EM TRATOR AGRÍCOLA DE 172 KW DURANTE A OPERAÇÃO DE GRADAGEM

GABRIÉLE SANTIAGO DE CAMPOS¹, LAURO STRAPASSON NETO², DANIEL SAVI³, LEONARDO LEONIDAS KMIECIK⁴, FELICIANO C MARCOLINO⁵, SAMIR PAULO JASPER⁶

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Fone: 41 98801-8247, gabrielesantiago@ufpr.br, Curitiba – PR;

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Paraná – UFPR/Curitiba;

³ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Paraná – UFPR/Curitiba;

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR;

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR;

⁶ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor Adjunto A Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), UFPR/Curitiba-PR.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
03 a 05 de agosto de 2020 - Foz do Iguaçu - PR, Brasil

RESUMO: O progresso da agricultura está relacionado a diferentes tecnologias no meio agrário com intuito de aprimorar o desempenho das máquinas. Para isso, é necessário a análise científica da funcionalidade destas inovações tecnológicas do mercado, diante disto, o estudo teve por objetivo analisar a confiabilidade e eficiência dos sensores embarcados em trator agrícola de 172 kW, comparados a sensores externos, devidamente aferidos. Foram realizados ensaios para determinar a precisão e acurácia da tecnologia embarcada durante a operação de gradagem, determinando a velocidade operacional e o consumo horário de combustível. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado do tipo fatorial duplo (4x2), sendo o primeiro fator os dados provenientes do monitor versus os dados adquiridos através da instrumentação externa, e o segundo fator, sendo a três diferentes antecipações, com quatro repetições. O sistema embarcado de aquisição de dados foi eficiente para a velocidade operacional. O consumo horário de combustível apresentou diferença de 30,27 % entre ambos os sistemas, demonstrando que a aquisição de dados feita pelo trator agrícola não é confiável, superestimando o mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia, antecipação, consumo de combustível

EFFICIENCY OF INFORMATION ACQUISITION ON BOARD A 172 KW AGRICULTURAL TRACTOR DURING THE GRADING OPERATION

ABSTRACT: The progress of agriculture is related to different technologies in the agrarian environment in order to improve the performance of the machines. For this, it is necessary the scientific analysis of the functionality of these technological innovations in the market. In view of this, the study aimed at analyzing the reliability and efficiency of the sensors on board a 172 kW agricultural tractor, compared to external sensors, properly calibrated. Tests were performed to determine the accuracy and precision of the on-board technology during the grading operation, determining the operational speed and hourly fuel consumption. The experiment was conducted in a completely randomized double factor design (4x2), the first factor being data from the monitor versus data acquired through external instrumentation, and the second factor being three different anticipations, with four repetitions. The embedded data

acquisition system was efficient for operational speed. The hourly fuel consumption showed a difference of 30.27 % between both systems, demonstrating that the data acquisition made by the agricultural tractor is not reliable, overestimating it.

KEY WORDS: technology, anticipation, fuel consumption

INTRODUÇÃO: O agronegócio brasileiro ocupa posição de destaque na economia mundial, sendo a inovação tecnológica deste setor fundamental para o crescimento da produção agrícola (SILVA, et al., 2019). Para tal, o trator agrícola representa fonte de potência na lavoura, possuindo alta versatilidade, onde vem acompanhando a constante modernização da agricultura, necessitando de novas tecnologias embarcadas de comunicação integradas (FOUNTAS et al., 2015). Segundo MANTOVANI et al., 2019, grande parte dos tratores agrícolas atuais, estão entrando no mercado brasileiro, dispendo de dispositivos que visam aprimorar seu rendimento operacional e energético. A velocidade operacional interfere na qualidade da tarefa executada, no requerimento de potência e na eficiência de tração do trator agrícola (JASPER et al., 2016). A determinação do consumo horário de combustível de um conjunto motomecanizado é indispensável para determinar a eficiência energética com que se está realizando a operação agrícola (NAIK & RAHEMAN, 2019). O objetivo do experimento foi avaliar a eficiência e confiabilidade do sistema de aquisição de informação embarcados no trator agrícola, analisando a velocidade operacional e o consumo horário de combustível mensurados pelo trator, comparados aos fornecidos por sensores aferidos e instalados externos ao sistema embarcado.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no município de Pinhais-PR em solo mobilizado na operação de gradagem. O trator teste utilizado nos ensaios foi da marca New Holland, modelo T7 205, com potência nominal de 172 kW (233,8 cv) de acordo com a norma ISO 14396, sendo 4x2 dotado de tração dianteira auxiliar (TDA), acionada durante os ensaios. O mesmo apresenta transmissão semi PowerShift de 18 marchas a frente e 6 a ré (18x6). A rotação do motor adotada foi 1.600 rpm, sendo constante em todas as repetições e a marcha utilizada foi a A-4, deslocando-se a uma velocidade média de 1,9 m s⁻¹ (7 km h⁻¹). A massa do trator foi determinada com balança CELMIG, modelo CM-1002, composta por quatro sapatas, sendo de 9.160 kg com distribuição de massa entre eixos de 40% no dianteiro e 60% no eixo traseiro. Foi acoplado ao trator testado uma grade intermediária de 14 discos com 30 polegadas marca CIVEMASA e modelo SGAC. Os pneus traseiros são da marca Goodyear 24.5-32 providos de 75% de lastro hidráulico, com pressão de insuflagem constante de 124 kPa (18 psi) durante todo o experimento. Os pneus dianteiros utilizados são da marca Pirelli 18.24-26, com quatro diferentes pressões de insuflagem, sendo elas 103 kPa (15 psi), 124 kPa (18 psi), 145 kPa (21 psi) e 165 kPa (24 psi), que resultaram nas antecipações de 0,01%, 1,39%, 1,85% e 2,31%, respectivamente, obtidos através do raio estático dos pneus e da relação de transmissão da tração dianteira. A velocidade foi obtida a través do radar Vansco, modelo 740030A, previamente calibrado (R² de 0,999), e determinada através da Eq 1.

$$VO = \left(\frac{\sum NP}{t} \right) \times C \quad (1)$$

sendo,

VO – velocidade operacional m s⁻¹;

C – constante do radar (0,0366), adimensional;

NP – número de pulsos emitidos pelo radar, adimensional.

O consumo horário de combustível foi determinado através da diferença de dois fluxômetros FLOWmate OVAL MIII0LSF 45, instalados na entrada e retorno do tanque, conforme a Eq 2.

$$CHC = \left(\frac{V_{FET} - V_{FRT}}{t} \right) \times 3,6 \quad (2)$$

sendo,

CHC – consumo horário de combustível, L h⁻¹;

VFET – volume de combustível no fluxômetro de entrada, mL s⁻¹;

VFRT – volume de combustível no fluxômetro de retorno ao tanque, m s⁻¹.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial duplo (2x4), sendo o primeiro fator, dados obtidos através do monitor no interior da cabine (intelliview) mensurados através dos sensores embarcados de fábrica no trator, versus os dados obtidos através de sensores instalados externos e calibrados, e como segundo fator, quatro diferentes antecipações: 0,01%, 1,39%, 1,85% e 2,31%, denominadas de A1 A2, A3 e A4 respectivamente com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Os resultados foram submetidos ao teste de análise de variância (ANOVA) e quando significativa comparadas as médias pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 estão apontados os resultados da análise de variância e do teste de médias, para as variáveis: velocidade operacional (VO) e consumo horário de combustível (CHC) bem como o coeficiente de variação.

TABELA 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias.

Sistema de aquisição de dados - SD	VO (m s ⁻¹)	CHC (L h ⁻¹)
Embarcado	2,22	18,75 B
Externo	2,12	26,89 A
Antecipações (A)		
A3	2,1	23,95
A2	2,17	22,45
A3	2,17	22,74
A4	2,26	22,16
Teste F		
SD	1,15 ^{NS}	0,16 ^{NS}
A	2,19 ^{NS}	17,05 ^{SS}
SD x A	0,99 ^{NS}	0,087 ^{NS}
Coef. Variação (%)	8,41	24,39

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem, entre si, pelo “Teste de Tukey” (P < 0,05). Teste F da análise de variância (ANOVA): NS – Não significativo; S (P < 0,05) e SS (P < 0,01).

O parâmetro VO não apresentou diferença significativa quando comparado aos diferentes sensores (internos e externos) e também não diferiu nas diferentes antecipações, mostrando-se acurada e precisa a sua aquisição quando realizada pelos sensores embarcados no trator, tal fato também explicita a qualidade do sensor externo utilizado, o qual não diferiu de um sinal privado. Resultados semelhantes de VO durante operação de gradagem, foram obtidos por MARTINS et al., 2018 na gradagem intermediária. Porém o parâmetro CHC apresentou diferença para os dois sistemas de coleta e não diferiu nas antecipações, demonstrando que tanto a VO quanto o CHC não sofreram interferência dos diferentes índices de antecipação. A

diferença observada entre o sensor embarcado para o CHC foi de 30,27% superior ao sensor externo, tal variação pode ser explicada devido ao sistema de aquisição do consumo de combustível embarcado utilizar a massa de combustível utilizada e o número de ciclos do motor obtendo o consumo, porém esta forma de mensurar o consumo de combustível não foi eficaz, subestimando o consumo de combustível.

CONCLUSÕES: O sensor embarcado para a velocidade operacional se mostrou eficiente e confiável, não diferindo dos sensores externos, portanto a velocidade operacional obtida por sensor embarcado foi precisa e acurada, porém, o consumo horário de combustível não foi eficiente, diferindo dos resultados obtidos com sensores externos, apresentando consumo horário 30,27% superior, e portanto, não confiável.

REFERÊNCIAS: FOUNTAS, S.; SORENSEN, C. G.; TSIROPOULOS, Z.; CAVALARIS, C.; LIAKOS, V.; GEMTOS, T.; Farm machinery management information system. **Computers and Electronics in Agriculture**, n. 110, p. 131-138, 2015;

JASPER, S.P; BUENO, L.S.R; LASKOSKI, M; LANGHINOTTI, C.W; PARIZE, G.L. Desempenho do trator de 157KW na condição manual e automático de gerenciamento de marchas. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 3, Curitiba, 2016;

MANTOVANI, E. C.; OLIVEIRA, P. E. B.; QUEIROZ, D. M.; FERNANDES, A. L. T.; CRUVINEL, P. E. Current status and future prospect of the Agricultural Mechanization Situation in Brazil. **AMA-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America**, v. 50, 2019;

MARTINS, M. B.; SANDI, J.; SOUZA, F. L.; SANTOS, R. S.; LANÇAS, K. P. Otimização energética de um trator agrícola utilizando normas técnicas em operações de gradagem. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v. 26, n.1, p. 52-57. 2018;

NAIK, V. S.; RAHEMAN, H. Factors affecting fuel consumption of tractor operating active tillage implement and its prediction. **Engineering in Agriculture, Environment and Food**, v. 12, n. 4, p. 548-555, 2019;

SILVA, BRUNA ANTUNES DA; WINCK, CÉSAR AUGUSTUS. Evolução Da Quantidade De Máquinas E Implementos Agrícolas Nas Propriedades Rurais Brasileiras (1960-2017). **Revista Visão: Gestão Organizacional, Caçador, SC**, Brasil, p. 174-188. 2019.