

EFEITOS DO USO DE VÁLVULAS DE CONTROLE REMOTO EM TRATORES DE 250 KW

LAURO STRAPASSON NETO¹, YASSER ALABI OIOLE², THIAGO XAVIER DA SILVA³, DANIEL SAVI³, LEONARDO LEONIDAS KMIECIK⁴, SAMIR PAULO JASPER⁵

¹ Graduando do curso de Agronomia na Universidade Federal do Paraná-UFPR/Curitiba-PR; (41)98755-0089, laurostrapasson@gmail.com;

² Engenheiro Florestal, Mestre no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR;

³ Graduando do curso de Agronomia na Universidade Federal do Paraná-UFPR/Curitiba-PR;

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

⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor Adjunto A, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), UFPR/Curitiba-PR.

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

RESUMO: O sistema hidráulico de controle remoto permite transportar energia provinda do motor através de fluxo de óleo hidráulico. O objetivo do estudo foi avaliar a influência do número de válvulas de controle remoto (VCRs) em uso, sobre a velocidade, consumo específico, eficiência térmica do motor, e a potência e rendimento na barra de tração de um trator de 250 kW de potência nominal. O ensaio foi realizado em pista de concreto, pelo método de comboio simulando carga de 103 kN na barra de tração, com velocidade alvo de 2,08 m.s⁻¹ (7,5 km h⁻¹). Através de sensores específicos, se coletou dados relacionados a velocidade, potência e rendimento na barra de tração. As vazões nas VCRs foram estabelecidas com o uso de fluxômetro hidráulico simulando a vazão necessária para motores hidráulicos de semeadora a vácuo. O experimento foi conduzido em delineamento em faixas com 4 repetições e 3 tratamentos, sendo eles o número de VCRs em uso (1, 2 ou 3), totalizando 12 unidades experimentais. O número de VCRs usadas durante o teste apresentou diferença significativa, comprovando que a demanda energética aumenta com o número de válvulas em uso, reduzindo assim a potência disponível na barra de tração.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho; potência na barra de tração; sistema hidráulico.

EFFECTS OF USE OF REMOTE-CONTROL VALVES IN 250 KW TRACTORS

ABSTRACT: The remote-control hydraulic system allows you to transport power from the engine through hydraulic oil flow. The objective of the study was to evaluate the influence of the number of remote-control valves (VCRs) in use, on speed, specific consumption, thermal efficiency of the engine, as well as the power and yield in the traction bar of a 250 kW rated power. The test was carried out on a concrete track, using the train method simulating a 103 kN load on the drawbar, with a target speed of 2,08 m s⁻¹ (7.5 km h⁻¹). Through specific sensors, it was collected data related to speed, power and yield on the drawbar. The flow rates in the VCRs were established using a hydraulic flowmeter simulating the flow rate required for hydraulic vacuum seeder motors. The experiment was conducted in a lane design with 4 replicates and 3 treatments, being the number of VCRs in use (1, 2 or 3), totaling 12 experimental units. The number of VCRs used during the test showed a significant difference, proving that the energy demand increases with the number of valves in use, thus reducing the available power in the drawbar.

KEYWORDS: Performance; Power in the drawbar; Hydraulic system.

INTRODUÇÃO: Os tratores agrícolas ao longo dos anos, tornaram-se indispensáveis no campo como fonte de potência, sendo considerados ferramentas de grande valia devido principalmente a sua versatilidade, pois neles é possível através dos órgãos acoplamento como a barra de tração, tomada de potência, sistema hidráulico dos três pontos e válvulas de controle remoto, operar e conduzir diferentes máquinas e/ou implementos agrícolas. Devido as janelas agrícolas mais restritivas, os agricultores recorrem a compra de tratores com potência motora mais elevada, para conduzir as operações agrícolas em maiores velocidades quando for possível, ou máquinas e/ou implementos agrícolas de maiores dimensões (largura de trabalho), buscando assim aumentar os rendimentos por hectare no mesmo período de tempo. Devido a este cenário, o uso de cardan (acoplado a tomada de potência) para acionar motores nas máquinas tracionadas pelos tratores agrícolas, foi gradativamente sendo substituído, por fluxo hidráulico, fornecido pelas válvulas de controle remoto. A escolha da velocidade de trabalho implica diretamente na qualidade da operação agrícola, pois afeta o requerimento de potência do maquinário, a movimentação das rodas motrizes e eficiência de tração (MOLIN et al., 2014). O consumo específico de combustível é um importante indicador do desempenho do trator agrícola, expressando o gasto de combustível, levando em consideração a potência na barra de tração (SANDI et al., 2014). O objetivo do estudo foi avaliar a influência da quantidade de VCRs acionadas sobre a velocidade, consumo específico, eficiência térmica do motor, potência e rendimento na barra de tração de um trator.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na Universidade Federal do Paraná (UFPR) no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), junto da estrutura e recursos do Laboratório de Adequação de Tratores Agrícolas (LATA) tendo os ensaios realizados na Fazenda Canguiri, em um pavimento de concreto obedecendo as normas ASAE (EP 496.2, 2003). O trator utilizado foi de marca CASE IH, modelo Magnum 340, com potência nominal de 250 kW, apresentando tração dianteira auxiliar (TDA) e a transmissão Full Powershift 18x4 com sistema automático de produtividade (APM). Durante os ensaios, a TDA e APM estiveram acionados. O trator utilizou pneus duplados radiais de marca Goodyear, sendo na dianteira 480/70R34 pressões 96,5 kPa (14 psi) e 82,7 kPa (12 psi) interno e externo, respectivamente, e na traseira 710/70R42 com as pressões de insuflagem 68,9 kPa (10 psi) e 55,2 (8 psi), internos e externos respectivamente, proporcionando uma antecipação de 1,14%. Para uma melhor distribuição da massa no trator, foi adicionado como lastro líquido 40% de água em todos os pneus (internos e externos) e, como lastro metálico, na dianteira 18 placas de 45 kg, na traseira quatro anéis de 454 kg e dois anéis de 227 kg, totalizando uma massa total de 18.625 kg, sendo distribuído em 40% no eixo dianteiro e 60% no eixo traseiro. O experimento foi realizado com o trator estando com o tanque de combustível completo. Para a definição da vazão nas VCRs, o trator foi acoplado a uma semeadora a vácuo, que pelas recomendações do fabricante, para semeadura de soja, a pressão aferida de vácuo foi 20 mca, a pressão de vácuo no disco da semente foi registrada quando percorria pelo motor hidráulico, sendo uma vazão de 28 litros por minuto, aferido com fluxômetro de marca Stauff. O ensaio foi realizado em pista de concreto, pelo método de comboio simulando carga de 103 kN na barra de tração, com uma velocidade alvo de 2,08 m s⁻¹ (7,5 km h⁻¹), e através de sensores específicos se coletou dados relacionados a velocidade, potência e rendimento na barra de tração. As vazões nas VCRs foram estabelecidas com o uso de fluxômetro hidráulico simulando a vazão necessária para motores hidráulicos de semeadora a vácuo. Cada ensaio foi definido pelo número de válvulas de controle remoto em uso, cada um com uma vazão de 28 litros por minuto. Como trator freio, foi acoplado ao trator teste, um trator modelo Steiger marca CASE IH, com 272,135 kW de potência, e a transmissão 16 x 2 FullPowerShift, este dotado de pneus dianteiros e traseiros duplados, apresentando medidas 710/70/R42; R1W Goodyear, e transmissão 16 x 2 Full PowerShift,

estando em comboio por meio de cabo de aço, para fornecer 103 kN (10.500 kg) como força de tração. Os métodos usados para os cálculos foram adaptados da descrita de Gabriel Filho et al., (2010) e a partir dos mesmos, foi mensurado a potência na barra de tração, rendimento na barra de tração e o consumo específico. A potência na barra de tração calculada foi dividida pela potência máxima fornecida com o uso do EPM (275kW) para se obter o rendimento na barra de tração. Os dados foram coletados e posteriormente submetidos aos testes de normalidade de Anderson-Darling, e quando o valor obtido não esteve dentro de 95% de normalidade, foi transformado através do Box-Cox. Após esta modificação nos dados quando necessário, procedeu-se a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey com significância de 1 e 5%, para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos valores apresentados na Tabela 1, observamos que com o aumento no número de válvulas em uso, há um decréscimo na velocidade, o que comprova a diferença significativa quando se usa um par de 2 ou 3 válvulas acionadas, ou seja, a partir de um par de VCRs em uso, pode haver uma alteração na velocidade, o que reduz a eficiência operacional do conjunto, corroborando com os resultados encontrados por Jasper et al (2016) ao submeter um trator de 156 kW a ensaios em pista de concreto, obtendo menor eficiência operacional.

TABELA 1. Síntese da análise de variância (ANOVA) e do teste de médias para as variáveis velocidade real (VO), potência na barra de tração (PBT) rendimento na barra de tração (RBT), consumo específico (CEC) e eficiência térmica do motor (ETM).

Válvulas de Controle Remoto (VCR)	VO ¹ (m s ⁻¹)	PBT (kW)	RBT (%)	CEC (g kW h ⁻¹)	ETM (%)
1 PAR	1,97 A	200,98 A	73,08 A	243 A	35,05 A
2 PARES	1,74 B	176,67 B	64,24 B	296 B	28,80 B
3 PARES	1,69 B	170,92 C	62,15 C	301 B	28,37 B
CV (%)	1,63	1,42	1,42	4,06	4,29
VCR	67,11**	151,74**	151,12**	31,54**	32,12**
AD	0,93 N	0,71 N	0,71 N	0,69 N	0,77 N
LEV	1,69 HO	0,18 HO	0,18 HO	0,18 HO	0,27 HO

1 Os valores desta variável foram transformados (BOX-COX) para ANOVA. Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem, entre si, pelo “Teste Tukey” (P < 0,05). Teste F da análise de variância (ANOVA): NS – Não significativo; * (P < 0,05) e ** (P < 0,01). CV %: Coeficiente de variação. AD: Teste de Normalidade de Anderson-Darling (P < 0,01); N – Normalidade nos dados; A – Anormalidade nos dados. LEV (P < 0,01): Teste de homogeneidade entre as variâncias: HO – Variâncias homogêneas; HE – Variâncias Heterogêneas.

A potência na barra de tração é proporcional à força na barra e a velocidade de deslocamento. Durante o ensaio, a oscilação da força ficou abaixo de 5%, conforme estabelecido pela OECD (2012), assim, nota-se que os valores significativos para todos os tratamentos tiveram relação com a velocidade de deslocamento, onde foi afetada pelo número de válvulas em uso, como mencionado anteriormente, podendo ser relacionado a resultados obtidos por Gabriel Filho et al., (2010). O rendimento na barra de tração foi significativo para todos os tratamentos, pois demonstrou o quanto de energia disponibilizada no motor chegou efetivamente na barra de tração, sendo o valor de referência para a resistência na barra de tração 72% segundo a ASAE D497.4 (2000), mostrando que, do total que é disponibilizado pelo motor, apenas 72% é aproveitado na barra de tração. No estudo em questão, para um par de VCRs, obteve-se o máximo rendimento na barra de tração segundo os parâmetros pré-estabelecidos pela ASAE. Para a utilização de mais válvulas houve diferença significativa, desta forma, nota-se que existe uma grande demanda energética para o funcionamento em operações agrícolas das válvulas de controle remoto, reduzindo assim a energia disponível na barra, e

consequentemente a capacidade de tração do trator. O consumo específico apresentou variância, pois aumentando o número de VCRs tem-se uma diminuição da capacidade de tração do trator. Com o aumento no número de VCRs em uso, tem-se uma redução significativa na velocidade efetiva, devido principalmente à maior demanda energética, desta maneira o consumo específico com um par de VCRs em uso foi estatisticamente menor que as demais, causado principalmente pela redução na velocidade. Jasper et al. (2016), verificaram que o trator ao atingir a maior velocidade de deslocamento, obteve o menor consumo horário e específico de combustível.

CONCLUSÕES: O maior número de VCRs em uso, proporciona aumento no consumo, queda na velocidade de operação, perda de potência e rendimento na barra de tração. Portanto, conforme o maior número de VCRs em uso, haverá menor rendimento de área trabalhada, maior demanda de tempo e gasto de combustível. Evidenciando que, é necessário considerar a disponibilidade de potência do trator, para a utilização de implementos que exijam maior número de VCRs.

REFERÊNCIAS:

- ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE EP496.2** Agricultural machinery management. In: ASAE Standards. 2003. St. Joseph: 2003. p. 366-372.
- ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE D497.4** Agricultural machinery management data. 47th ed. St. Joseph: ASAE, 2000. p.350-357.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, p. 211–252, 1964
- GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J.; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.3, p.333-339, 2010.
- 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**, vol 17 n° 3, Curitiba Jul/2016.
- MOLIN, J. P.; SOUZA, A. B. M.; FONTANA, G.; NAGUMO, G. K.; SILVA, P. C. Avaliação de sensores de velocidade de deslocamento em diferentes superfícies, **Congresso Brasileiro de agricultura de Precisão**, Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 2014.
- OCDE – Organization for Economic Cooperation and Development. Code 2: **OECD standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance**, 90p, 2012.
- SANDI, J.; SPADIM, E. R.; MARTINS, M. B.; FERNANDES, B. B.; LANÇAS, K. P. **Ensaio de barra de tração de dois tratores agrícolas em pista de concreto**. (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.