

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ISO-CONSUMO DE COMBUSTÍVEL COM TRATOR OPERANDO SOBRE SOLO AGRÍCOLA¹

Rogério Corrêa BERNARDES², Luiz Antônio BALASTREIRE³

RESUMO: Nesta pesquisa realizaram-se ensaios de campo na barra de tração de um trator de tal forma a se medir o consumo de combustível em diversas condições de esforço tratório e potência na barra de tração. Desta maneira, foi possível calcular o consumo específico de combustível, tendo como parâmetro a potência na barra de tração, e consequentemente calcular a eficiência da transformação energética global do trator e aplicar estes dados a um modelo polinomial que correlaciona a eficiência à velocidade e força. Observou-se que há regiões de operação do trator mais econômicas, e que estas só podem ser atingidas quando o trator dispõe de um número mínimo de 16 marchas.

PALAVRAS CHAVES: Trator, desempenho, consumo-específico.

ABSTRACT: In this research field tests of a tractor's drawbar were conducted to measure the fuel consumption in several conditions of drawbar pull and power. The objective was to calculate the fuel specific consumption using the drawbar power, and consequently to calculate the efficiency of energy transformation using a mathematical model that correlates force and velocity with performance. This research indicated that there are regions where the tractor operation would be more efficient in terms of energy use, and to use these regions the tractor must have at least 16 shift gears.

KEYWORDS: tractor, performance, specific fuel consumption

INTRODUÇÃO: A oscilação do preço do petróleo e seus derivados a nível nacional e internacional sempre foi motivo de preocupação para as atividades dependentes destes insumos, principalmente após a crise do petróleo de 1970, que resultou em grandes alterações nas planilhas de custos. Procura-se, portanto, uma maneira de se minimizar o peso do custo destes insumos, de tal forma a tornar mais produtivo e competitivo o sistema em estudo. Este fenômeno de racionalização também atingiu o setor agropecuário, que reagiu de imediato à elevação do custo de produção. Em relação às máquinas agrícolas, segundo Souza (1989), estas representam uma boa parcela de energia gasta no campo, e que praticamente houve um predomínio no consumo de óleo diesel, correspondente a praticamente a dois terços do total de energia consumida. Desta maneira, este trabalho volta-se a racionalização das operações com tratores em campo, uma vez determinadas as curvas de iso-consumo de combustível.

MATERIAL E MÉTODOS: Procederam-se os ensaios de tração na barra de tração com um trator Valmet 985 S 4x4 turbo (trator ensaiado) o qual foi frenado por um trator MF 630 4x4 (trator lastro), sobre solo agrícola (classe textural: argila), com umidade média de 19,5% (0 a 15 cm), densidade de 1,76 g/ml (0 a 15 cm) e resistência à penetração

¹ Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP.

² Estudante do Curso de Pós-Graduação em Máquinas Agrícolas, ESALQ/USP - Piracicaba-SP

³ Prof. Titular, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ-USP - Piracicaba-SP

média de 1813,5 Kpa (0 a 15 cm), e com cobertura vegetal de 33% (Lafien, 1981). Os ensaios foram realizados variando-se a posição da alavanca de aceleração (4 acelerações, que determinaram as seguintes rotações máximas livres: 2300, 2000, 1500 e 1200 rpm), 3 marchas (L2R, L2L e L3L) e 3 forças frenantes (determinadas pela diferença entre a velocidade do trator ensaiado e trator lastro), sendo que cada combinação foi repetida 4 vezes, resultando em 144 determinações. O consumo de combustível foi determinado através da técnica volumétrica. A determinação da força de tração foi feita por uma célula de carga à base de strain-gage. A velocidade foi calculada com base no tempo transcorrido em cada determinação de 40 metros. Adotou-se a casualização total destes 144 ensaios. Com os dados obtidos nos ensaios e já reduzidos segundo a norma NBR 5484, fez-se uso do software SAS para a determinação das constantes da seguinte expressão (Almeida, 1990) que correlaciona eficiência global (η_t) com velocidade de deslocamento (V) e força de tração (F): $\eta_t = a_1 + a_2 \cdot F + a_3 \cdot V + a_4 \cdot F^2 + a_5 \cdot F^3 + a_6 \cdot F^4 + a_7 \cdot V^2 + a_8 \cdot V \cdot F$, com a_5 e a_6 iguais à zero (resulta no modelo elíptico simplificado, que facilita a construção das curvas de iso-consumo), expressão com a qual foi possível construir os gráficos de iso-consumo para cada marcha adotada Figuras 1, 2 e 3. Também com os modelos acima para cada marcha, foi possível verificar a aplicação do procedimento GUTD (“gear up and throttle down”- marcha acima e aceleração diminuída) como ilustra as Figuras 4 e 5, preconizada por diversos autores como uma técnica para redução do consumo de combustível (Schrock et.al., 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A aplicação do software SAS para o cálculo dos coeficientes a_1 até a_8 revelou que o modelo proposto foi significativo pelo teste F, à 0,1% de probabilidade, para as três marchas adotadas, resultando em um coeficiente de correlacionamento R^2 variando de 0,791 até 0,888. Vê-se nas Figuras 1, 2 e 3 as curvas de iso-consumo de combustível para cada marcha, de onde se observa que a eficiência máxima obtida está compreendida na faixa de 21,48% (para a marcha L2R) e 24,1% (para as marchas L2L e L3L). Ilustra-se, também nestas figuras, uma região de minimização do consumo de combustível para cada marcha, dada por elipses próximas aos pontos de máxima eficiência. Vê-se nas Figuras 4 e 5 as curvas de iso-ganho de eficiência na troca de marchas do trator ensaiado, de onde é possível verificar que pode haver um ganho de 3 a 60% na eficiência global do trator, sendo função da combinação força de tração e velocidade desejáveis; por exemplo, estando trabalhando com uma velocidade de 4,0 km/h e uma força de tração de 12000 N, pode-se obter um ganho na eficiência de até 35%, aproximadamente, somente fazendo a troca da marcha L2R para L2L e reduzindo a rotação do motor. Verifica-se, também nas Figuras 4 e 5, que as curvas de iso-ganho de eficiência têm formatos diferentes; isto se deve ao escalonamento de marchas, já que as relações das marchas L2R e L2L estão mais próximas que das marchas L2L e L3L - obtém-se elevados ganhos com a troca L2R para L2L, mesmo para uma elevada demanda de potência.

CONCLUSÕES:

- a) a modelagem matemática simplificada adotada mostrou ser adequada para o propósito do trabalho;
- b) a metodologia adotada durante os ensaios foi adequada para atender às exigências da modelagem matemática;
- c) para otimizar o consumo de combustível para o trator em operação sobre solo agrícola, deve-se trabalhar na região de mais baixo consumo específico, para qualquer marcha adotada;

- d) o procedimento GUTD é um ótimo conceito operacional visando a economia de combustível;
- e) os tratores produzidos deveriam ter no mínimo 16 marchas à frente muito bem escalonadas e concentradas na região de utilização de máxima potência, favorecendo a aplicação do GUTD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALMEIDA, E. M. **Rendimento Global de Tratores em Pista de Concreto**. Campinas: Unicamp, 1990. 111 p. Dissertação de Mestrado.
- LAFLÉN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring Crop Residue Cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36, pag 341-343, 1981.
- SCHROCK, M.; MATTESON, D.; BLUMANHOURST, M.; THOMPSON, J. A Device for Aiding Gear Selection in Agricultural Tractors. **Transactions of ASAE**. 29 (5), p.1232-1236, Setembro-Outubro 1986.
- SOUZA, E. G. de; **Simulação do Desempenho de Tratores em Pista de Concreto**. Campinas: Unicamp, 1989. 117p. Tese Doutorado.

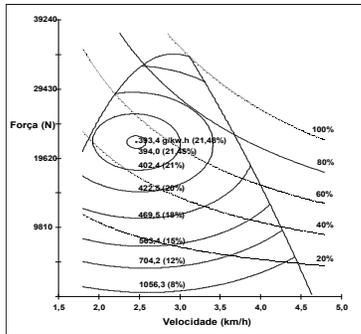


FIGURA 1

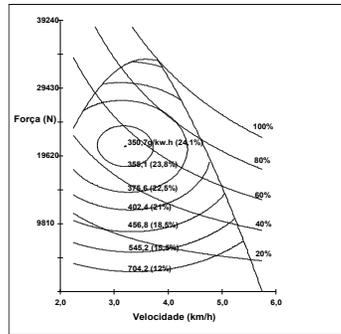


FIGURA 2

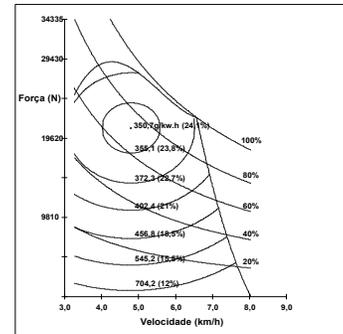


FIGURA 3

Figuras 1, 2 e 3: Curvas de Iso-Consumo Específico de Combustível e Iso-Potência do Trator operando em solo agrícola, em função da força na barra de tração e velocidade de deslocamento, para as marchas L2R, L2L e L3L, respectivamente.

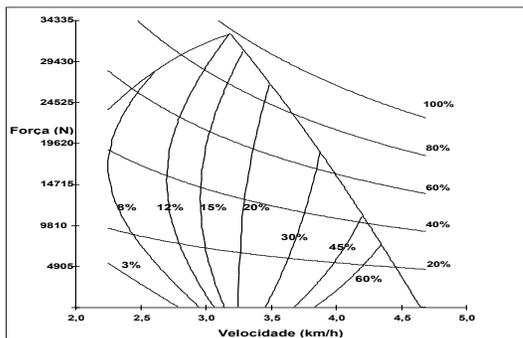


FIGURA 4

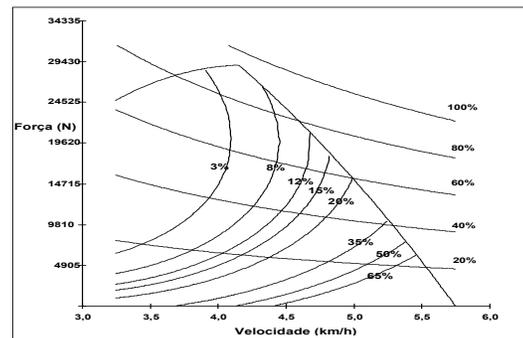


FIGURA 5

Figura 4 e 5: Curvas de Iso-Ganho de Eficiência Global do Trator, na mudança da relação de transmissão de L2R para L2L e L2L para L3L, respectivamente. (procedimento GUTD)