

ENSAIO DINAMOMÉTRICO PARA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DE TRATOR AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DO DIESEL

BARBARA BARRETO FERNANDES¹, KLÉBER PEREIRA LANÇAS², JEFFERSON SANDI³, EMANUEL RANGEL SPADIM⁴, MURILO BATTISTUZZI MARTINS³

¹ Eng^a Agrônoma, Mestranda em Agronomia (Energia na Agricultura), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas /UNESP, Botucatu – SP; Fone: (14) 3880-7119 bbarroto@fca.unesp.br

² Eng^o Mecânico, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas /UNESP, Botucatu – SP, kplancas@fca.unesp.br

³ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Energia na Agricultura), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas /UNESP, Botucatu – SP;

⁴ Graduando em Engenharia Elétrica – UNIP – Bauru – SP; Técnico de Laboratório, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas /UNESP, Botucatu – SP.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Os ensaios com dinamômetro através da TDP, seguindo procedimentos recomendados pela OECD, fornecem importantes informações sobre o desempenho de tratores agrícolas. Portanto o presente trabalho teve por objetivo demonstrar a importância de determinar o valor ponderal de consumo, em função da densidade do combustível, corrigida de acordo com a temperatura. Os ensaios foram realizados na FCA/UNESP, Campus de Botucatu-SP, em instalações administrativas do NEMPA – Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais. Utilizou-se de bancada dinamométrica provida de frenagem por atrito e instrumentação eletrônica para aquisição de dados. O consumo de combustível foi medido, obtendo-se o volume e a temperatura do combustível que alimenta a bomba injetora e o que retorna ao tanque, sendo o consumo dado pela diferença entre as duas medidas. A temperatura do combustível obtida foi utilizada para a correção da densidade do combustível. Foi utilizado um trator agrícola com potência de 55 KW no motor, submetido a diferentes níveis de cargas para se obter a variação de rotação na TDP, conforme a norma Código 2 da OECD de 2012. Os resultados de consumo de combustível demonstraram que houve diferença significativa quando é considerada a temperatura do combustível para calcular a densidade do diesel quando comparado com o consumo calculado através da densidade média do diesel.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de combustível, Densidade do combustível, Dinamômetro

DYNAMOMETER TEST FOR DETERMINATION OF THE ENERGY PERFORMANCE OF AGRICULTURAL TRACTOR DEPENDING ON THE TEMPERATURE OF DIESEL

ABSTRACT: The dynamometer test of agricultural tractors through the PTO, following specific procedures recommended by the OECD, provide important information about performance of agricultural tractors. Therefore the present study aimed to demonstrate the importance of determining the value of consumption, depending on the density of the fuel, corrected according to the temperature. The tests were performed in FCA/UNESP, campus of Botucatu-SP, on the laboratory of NEMPA – Nucleus of Testing Machines and Tires Agroforestry, using a dynamometer bench equipped with friction braking, and electronic instrumentation for data acquisition. The fuel consumption was

measured obtaining the volume and temperature of the fuel that feeds the injection pump and that returns to the tank, the consumption is given by the difference between the two measures. The temperature of the fuel obtained was used for the correction of the density of the fuel. It was used a tractor engine power from 55kW, subjected to loads of different levels to obtain the PTO speed change, according to the Code 2 of OECD, 2012. The results of fuel consumption showed a significant difference when considering the fuel temperature to calculate the density of diesel compared to consumption when using the average density of diesel.

KEYWORDS: Dynamometer, fuel consumption, fuel density

INTRODUÇÃO: A realização de ensaios normalizados para aferir valores de interesse, principalmente no que diz respeito aos parâmetros energéticos e de desempenho, tornam-se necessário para conhecer-se a eficiência energética de tratores agrícolas. De acordo com STONE (1999), o dinamômetro é o item mais importante num banco de provas de motores, e é utilizado para medir a potência, o torque e o consumo específico de combustível de um motor. Um dos principais objetivos de se utilizar o dinamômetro é analisar a eficiência da conversão energética química de combustíveis em energia mecânica na forma de potência. Para SORANSO (2006), essa conversão de energia influi no rendimento global do trator, considerando inclusive todas as perdas no motor. No que diz respeito ao desempenho energético, a maneira mais técnica de se expressar o consumo de combustível é em unidade de massa por unidade de potência (g.kWh^{-1}), sendo que esta forma é conhecida como consumo específico e, pelo fato de considerar a massa e a potência, pode ser usada para comparar motores e tratores de tamanho e formas diferentes (LOPES et al., 2003). O trabalho teve por objetivo avaliar, através de ensaio dinamométrico via tdp, o consumo de combustível de um trator agrícola, obtido em função da densidade do combustível, corrigida de acordo com a temperatura e obtido utilizando o valor de densidade média do diesel, demonstrando a importância de aferir a temperatura do combustível nos ensaios.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado no laboratório do Núcleo de Ensaio de áquinas e Pneus Agroflorestais (NEMPA), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP. O ensaio dinamométrico mediante uso da TDP do trator, avaliou os seguintes parâmetros: potência (kW), consumo horário (L.h^{-1}), consumo específico (g.kWh^{-1}) e temperatura do diesel. Foi ensaiado um trator com potência de 55,2 kW, com mais de 1500 horas de uso, o ensaio iniciou-se no ponto de máxima potência na rotação nominal do motor até atingir-se a rotação de 2400 rpm, a força na Tdp manteve-se praticamente constantes com média de 195 Kgf. Para o ensaio efetuado, foram registrados os seguintes dados: torque, rotação, temperatura de entrada e retorno de combustível, volume consumido de combustível e tempo de coleta dos dados.

O consumo de combustível foi determinado em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre o volume de combustível que passa pela bomba injetora e o volume de combustível que retorna ao tanque através do uso de fluxômetros modelo OVAL M-III LSF41L0-M2, obtendo-se, assim, o volume realmente consumido pelo motor. Juntamente com o volume de combustível, foi monitorada a temperatura do mesmo, fornecida em °C, por meio de dois sensores de temperatura (duas termoresistências de platina pt 100) instalados em série, um antes e outro depois da bomba injetora. Para calcular o consumo mássico de combustível em função do tempo, foi necessário determinar a variação da densidade em função da temperatura do diesel. O diesel foi colocado em proveta e imersa em banho com controle eletrônico de temperatura. Iniciou-se a leitura de densidade em 5 °C e aumentou-se a temperatura gradativamente até 70 °C. Para obter a densidade, o volume do diesel (1000 ml) foi mantido constante, e em cada temperatura o diesel era pesado com uma balança cuja precisão é de 2 casas decimais, isto é, 0,01 g. Nesse procedimento, anotou-se os valores de massa em intervalos de 5 em 5 °C para a variação total de temperatura de 5 a 70 °C. Adotou-se essa faixa de temperatura por englobar os valores de temperatura registrados durante o ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores obtidos de densidade em cada temperatura possibilitou traçar a Equação da reta ($y = a+bx$) obtida a partir da curva de densidade do diesel em que foi usada a equação de regressão para corrigir o consumo de combustível durante o ensaio (FIGURA 2).

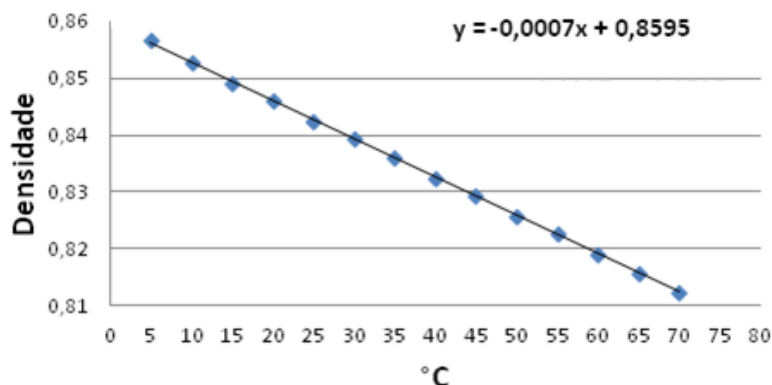


FIGURA 2: Curva da densidade do diesel

Na figura abaixo, o valor médio da densidade do diesel usado para calcular o consumo de combustível.

	Densidade	Poder calorífico
Diesel	0,852 kg/L	9.160 Kcal/l

FIGURA 3: Valor médio de densidade do diesel. Fonte: Petrobras

Quando não é considerada a temperatura para calcular o consumo horário de combustível do trator, nota-se que a diferença entre os dois consumos aumenta conforme aumenta a temperatura, aumentando desta forma o erro no cálculo do consumo.

Temperatura (°C)		Consumo (Kg.h)			
Entrada	Retorno	Densidade/temperatura	Densidade média	diferença	erro %
36	44,3	12,99305023	12,73787739	0,255173	1,96
36	45,7	12,89710274	12,54809634	0,349006	2,71
36	46,4	13,25668613	12,86441215	0,392274	2,96
37	47,3	13,2086458	12,82592617	0,38272	2,90
38	48,4	13,44680423	13,07563781	0,371166	2,76
38	48,8	13,33362436	12,92964871	0,403976	3,03
38	49,2	13,29055129	12,85592079	0,43463	3,27
38	49,9	13,44602022	12,96999009	0,47603	3,54
39	50,3	13,26695181	12,8313253	0,435627	3,28
39	50,9	13,66091472	13,19541109	0,465504	3,41
39	51,3	13,06480528	12,55638164	0,508424	3,89
40	51,6	13,39194776	12,94860158	0,443346	3,31
40	51,9	12,76023751	12,27691697	0,483321	3,79
40	52,3	12,88203769	12,37019504	0,511843	3,97
40	52,7	12,91242081	12,37883408	0,533587	4,13
40	53	12,87585542	12,31807229	0,557783	4,33
41	53,2	12,86224423	12,37019504	0,492049	3,83
41	53,5	12,76714455	12,24855446	0,51859	4,06
41	53,7	12,39865933	11,85100196	0,547657	4,42
41	54	12,3975267	11,828029	0,569498	4,59

FIGURA 4: Consumo de combustível (Kg.h), quando considerado a densidade do diesel em função da temperatura e a densidade média do diesel

O consumo de combustível é maior, quando se leva em consideração a temperatura do diesel, isto ocorre porque conforme aumenta a temperaturas do diesel, diminui a massa e consequentemente diminui a densidade do combustível.

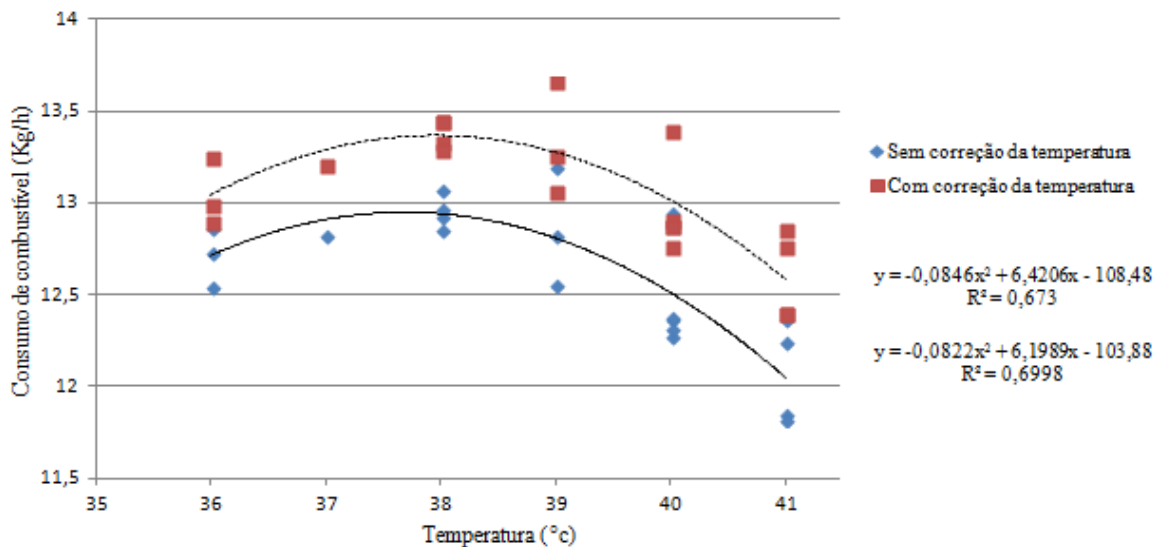


FIGURA 5: Consumo de combustível com correção da temperatura x sem correção da temperatura

CONCLUSÕES:

Os resultados de consumo de combustível demonstraram que houve diferença significativa quando é considerada a temperatura do combustível para calcular a densidade do diesel comparado com o consumo quando é usado a densidade média do diesel, evidenciando a importância de aferir a temperatura do combustível nos ensaios com dinamômetro.

REFERÊNCIAS

STONE, R. **Introduction to Internal Combustion Engines**. 6th ed. United States of America: Ed. of SAE, 1999. 574 p.

SORANSO, A. M. **Desempenho de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado etílico e metílico**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2006.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. A.; NAGAOKA, A. K.; NETO, P. C.; GROTTA, D. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.382-386, maio/ago. 2003.