

Haroldo Carlos Fernandes¹, Guilherme Ladeira dos Santos², Wagner da Cunha Siqueira³, Lara Santana Fernandes⁴,
Flavio Coutinho Longui⁵

RESUMO

O objetivo do trabalho foi verificar a viabilidade da utilização do Óleo Refinado de Soja (ORS) em motores de ciclo diesel de baixa potência. O trabalho foi realizado no Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Para a representação das curvas de rendimento do motor, os dados foram tabulados e analisados estatisticamente com o auxílio do software SAS e as equações geradas foram testadas pelo teste T e F, e para a representação das curvas de rendimento foi utilizado análises de regressão. As características analisadas foram: a viscosidade cinemática das misturas em diferentes proporções de ORS e óleo diesel com um viscosímetro Saybolt Universal; os rendimentos foram realizados em um motor Yanmar modelo NSB75, com potência nominal de 5.5 cv a 1800 rpm, monocilíndrico e injeção direta, sendo o combustível utilizado para os ensaios as misturas de ORS e óleo diesel nas proporções de 0, 2, 10, 20, 30, 40, e 50%. Verificou-se que o aquecimento é uma técnica viável para a redução da viscosidade e que para atender Portaria ANP 310, as proporções têm que ser pequenas e deverão ser aquecidas, e o aquecimento é mais eficiente em proporções maiores de ORS. Foi verificado aumento da potência e do torque em função do aumento da proporção de ORS, com relação ao consumo específico não foram encontradas diferenças significativas. Em relação ao custo concluiu-se que em R\$ kW⁻¹h⁻¹, não ocorreram diferenças significativas. Conclui-se que, a utilização do óleo vegetal se mostrou viável, de forma técnica e outros trabalhos deverão ser realizados para avaliar o motor em condições de trabalho por longo período, para avaliar as condições de desgaste e de manutenção.

Palavras-chave: Biocombustível, motor diesel e óleo vegetal.

ABSTRACT

USE OF REFINED SOYBEAN OIL IN DIESEL ENGINES LOW POWER

The objective of this study was to assess the feasibility of using the Refined Soybean Oil (SAB) in diesel engines of low power. The work was conducted in Laboratory of Agricultural Mechanization of the Federal University of Viçosa. For the representation of the yield curves of the engine, the data were statistically analyzed with SAS software and the equations generated were tested using T and F, and the depiction of the yield curves was used for regression analysis. The characteristics examined were: kinematic viscosity of the mixtures in different proportions of SAB and diesel oil with a Saybolt Universal viscometer; yields were performed on a model NSB75 Yanmar engine, with rated power of 5.5 bhp at 1800 rpm, and cylinder direct injection, and the fuel used for testing mixtures of ORS and diesel in the proportions of 0, 2, 10, 20, 30, 40, and 50%. It was found that heating is a viable technique for reducing the viscosity and to meet ANP 310, the proportions have to be small and should be heated, and heating is more efficient in larger proportions of SAB. It was found increased power and torque due to the increase in the proportion of SAB, with respect to the specific consumption were not found significant differences. For the cost it was concluded that for \$ kW⁻¹h⁻¹, there were no significant differences. We conclude that the use of vegetable oil to be viable, so technical and other studies should be conducted to assess the engine working conditions for long periods, to assess the conditions of wear and maintenance

Keywords: biofuels, diesel and vegetable oil.

Recebido para publicação em 21/09/2009. Aprovado em 16/03/2010

1- Engenheiro Agrícola, Dr, Professor Associado, Universidade Federal de Viçosa - MG – haroldo@ufv.br

2- Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Viçosa -MG –santosladeira@hotmail.com

3- Mestrando em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - MG – wagnercsiqueira@yahoo.com.br.

4- Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa - MG – lara.fernandes@ufv.br .

5- Mestrando em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – MG – flavio.longui@ufv.br.

INTRODUÇÃO

O Brasil produz 86% da energia nele consumida, sendo o restante, 14%, importado na forma de petróleo e seus derivados e de energia elétrica. Cerca de 41% da Oferta Interna de Energia (OIE) no Brasil tem origem em fontes renováveis, enquanto no mundo a taxa é de 14% e, nos países desenvolvidos, de apenas 6%. De toda a energia renovável produzida, a biomassa responde por 27%, e a energia hidráulica por 14% (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2004).

A constante incógnita relacionada ao futuro dos combustíveis derivados de petróleo e a necessidade sempre presente de redução das emissões de contaminantes atmosféricos faz com que a substituição do óleo diesel convencional e da gasolina seja orientada, em diferentes locais, pela busca de alternativas oriundas da biomassa. O ramo da agricultura que objetiva a produção e o aproveitamento da biomassa para fins energéticos denomina-se “agroenergética” (GONZÁLEZ, 1994). Segundo Delgado (1994) a utilização da biomassa é a alternativa mais viável, pois o seu importante produto - a energia - é o único com demanda ilimitada. Potencializados como a uma das melhores alternativa ao óleo diesel em motores de ignição por compressão, os óleos vegetais podem ser usados in natura, ou esterificados (biodiesel), ou ainda em misturas com o óleo diesel convencional (DELGADO, 1994).

O Brasil consome cerca de 34 milhões de m³ ano⁻¹ de óleo diesel, dos quais quase 30 milhões são destinados ao setor de transporte; e em média são importados cerca de 6 milhões de m³ ano⁻¹ de diesel, a um custo próximo dos US\$ 1,22 bilhão; por isso faz-se necessário o aproveitamento de óleos vegetais para acionar veículos (SANT’ANNA, 2003). Este fato não é recente, pois Rudolf Diesel inventor do motor a diesel, propôs a utilização de óleo de amendoim como combustível há cerca de cem anos, porém, o baixo custo do petróleo inibiu o projeto.

O Brasil apresenta vantagens em relação aos países do primeiro mundo, tendo em vista as grandes áreas agricultáveis, as diversas espécies que podem ser cultivadas ou exploradas de forma sustentável, além das características climáticas que privilegiam o país (INOUE, 2008).

Em termos de área, o Brasil explora menos de um terço de sua área agricultável, o que constitui a maior fronteira para expansão agrícola do mundo. O potencial é de cerca de 150 milhões de hectares,

sendo 90 milhões referentes às novas fronteiras, e os outros 60 referentes às terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola em curto prazo (IICA, 2007).

O óleo vegetal misturado ao óleo diesel na forma in natura na substituição do óleo diesel são alternativas viáveis, considerando especialmente os aspectos sociais, ambientais e econômicos. Em contrapartida o óleo vegetal pode ser utilizado in natura, sendo extraído do grão ou amêndoa através de processos físicos (MORAES, 1980).

De acordo com Fender (2009) a utilização do óleo vegetal na forma in natura poderá ter vantagens em relação ao biodiesel apresentando possibilidade de total independência dos derivados de petróleo; não requer investimentos em longo prazo, em especial, com equipamentos e apresenta imediato retorno do capital empregado e incentivo à produção de sementes oleaginosas.

De acordo com o trabalho realizado por Inoue (2009), não ocorreu formação de resíduos na câmara de combustão que necessitasse de descarbonização antes de 300 horas de operação do motor, porém quando o óleo vegetal misturado ao diesel, o intervalo de troca dos lubrificantes deve ser reduzido devido a sua contaminação. Para este mesmo autor a utilização de óleo vegetal é uma alternativa viável em comunidades distantes de centros de distribuição de combustível.

Objetivou-se com esse trabalho verificar a viabilidade da utilização do óleo refinado de soja em motores diesel de baixa potência.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram conduzidas no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola LMA/DEA da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Para a representação das curvas de rendimento do motor, os dados foram tabulados e analisados estatisticamente com o auxílio do software SAS e as equações geradas foram testadas pelo teste T e F, e para a representação das curvas de rendimento foi utilizado análises de regressão. As características analisadas foram: a viscosidade cinemática das misturas em diferentes proporções de Óleo Refinado de Soja (ORS) adquirido em supermercado e óleo diesel e o rendimento do motor a diesel com as misturas em estudo.

Determinação das viscosidades cinemáticas das misturas de ORS e óleo diesel.

Para determinação da viscosidade foi utilizado um Viscosímetro Saybolt instalado no Laboratório de Mecanização Agrícola, onde as avaliações foram realizadas com base na norma NBR 10441 (2007). Foram analisadas as viscosidades cinemáticas das amostras de diesel (OD), e óleo vegetal (OV) de OV_{10} , OV_{30} , OV_{50} , OV_{70} , e (ORS) puro para as temperaturas de 40, 60 e 80 °C. O tempo de coleta da amostra no recipiente padrão de 60 ml, que é dado em Segundo Saybolt Universal (SSU), foi convertido para a unidade em centistroke (cSt) com o auxílio do ábaco apresentado por Barguer et al. (1966).

Determinação do rendimento do motor

As avaliações de rendimento foram realizadas em um motor Yanmar modelo NSB 75, com potência nominal de 5.5 cv a 1800 rpm, monocilíndrico e de injeção direta, o combustível utilizado para os ensaios são as misturas de Óleo Refinado de Soja (ORS) e óleo diesel nas proporções de 0, 2, 10, 20, 30, 40, e 50% de ORS no OD.

Para a realização das avaliações foi utilizado um dinamômetro de rotação do tipo transmissão montado em berço, fluxômetro de combustível, tacômetro digital e cronômetro. As avaliações tiveram como referência a Norma NBR ISO 1585 (1996), onde foi utilizado um termômetro de bulbo úmido e seco e dados de pressão barométrica da estação meteorológica da UFV.

Foi utilizado o tempo de coleta de 5 minutos, coletando-se a rotação, carga no dinamômetro, consumo e temperaturas, foram realizadas 3 (três) repetições para cada combustível, de forma aleatória. Após a realização das avaliações foi coletada a rotação do motor sem carga, para verificar a regulagem do motor, que foi fixada para o óleo diesel em 2440 rpm.

As cargas aplicadas pelo dinamômetro no motor foram de 7; 9; 11; 13; 15; 17; 19 e 21,5 lb. O motor foi acoplado ao dinamômetro com o auxílio de polias e correias do tipo V, com relação de transmissão de 1:1.9.

Análise econômica da substituição do óleo diesel pela mistura do combustível

Para o cálculo do custo de substituição do óleo diesel pelas misturas com óleo vegetal levou-se em consideração o custo de aquisição do OD, R\$1,90,

assim como o B2 (proporção de biodiesel no diesel em porcentagem), que também foi adquirido ao custo de R\$ 1,90. O ORS foi comprado ao preço de R\$ 1,80. Levou-se em consideração para os cálculos, os valores da densidade dos combustíveis testados, além do consumo específico e potência na rotação de trabalho estipulado.

Análise dos dados

Após a coleta, os dados de viscosidade e de rendimento do motor, foram tabulados e analisados estatisticamente com o auxílio do software SAS e as equações geradas foram testadas pelo teste T e F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Viscosidade Cinemática

Na Figura 1 são apresentados os valores de viscosidade do Óleo Refinado de Soja (ORS) para diversas temperaturas e proporção de ORS na mistura do combustível, que para uma condição de temperatura 40 °C, nenhuma das proporções de Óleo Vegetal (OV) atendeu a Portaria ANP 310, fato que pode ser explicado já que o óleo diesel possui sua viscosidade cinemática perto do limite superior estabelecido pela portaria. No caso do combustível aquecido até 60 °C, verificou-se que uma mistura de até 4% se enquadra na Portaria da ANP, e quando a temperatura foi elevada para 80 °C, verificou-se que a mistura pode conter até uma proporção de 17% de ORS.

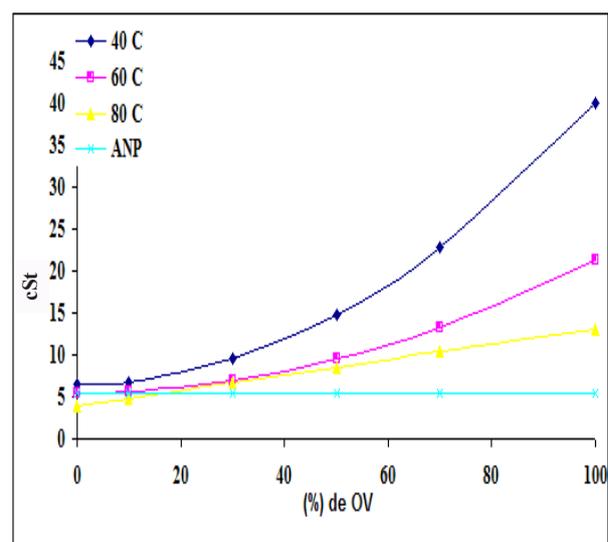


Figura 1. Curvas da Viscosidade Cinemática em função da porcentagem de óleo vegetal

O simples aquecimento da mistura de 40° para 80 °C reduziu em 65% a viscosidade para uma condição de ORS puro, porém é na faixa de 40 a 60 °C que ocorre a maior influência da temperatura na redução da viscosidade. Nas curvas apresentadas (Figura 1), pode se verificar ainda que quanto maior a proporção de ORS, maior a influência da temperatura na redução da viscosidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Siqueira (2010) na utilização de misturas de óleo de soja reutilizado com óleo diesel em um trator agrícola de pneus onde verificou-se que o aquecimento do 100% OSR de 40 para 90 °C reduziu em até 90,4% a sua viscosidade.

Castro (1999) estudando a viscosidade do óleo de babaçu verificou que, a viscosidade decresceu consideravelmente em presença a altas temperaturas.

Rendimento do motor

Foram geradas equações para as curvas de

Quadro 1. Equações geradas para estimar a potência

Equação	R ²	Combust.
$N = -0,00008812n^2 + 0,36684n - 370,6263$	99,68	OD
$N = -0,00014714n^2 + 0,64466n - 697,2562$	99,70	B ₂
$N = -0,05198n - 127,25145$	98,75	OV ₀₂

em que,

N – Potência do Motor em kW;

n – Rotação do Motor em rpm.

Quadro 2. Equações geradas para estimar o torque

Equação	R ²	Combust.
$\tau = -0,0002583n^2 + 1,01214n - 932,65318$	99,71	OD
$\tau = -0,00050852n^2 + 2,18969n - 2316,64543$	99,70	B ₂
$\tau = -0,22063n + 539,31574$	99,03	OV ₀₂

em que,

τ – Torque do Motor em Nm;

n – Rotação do Motor em rpm.

Quadro 3. Equações geradas para estimar o consumo específico

Equação	R ²	Combust.
$q = 0,02335n^2 - 109,24764n + 128038$	99,12	OD
$q = 0,02737n^2 - 128,35202n + 150738$	93,34	B2
$q = 0,03184n^2 - 149,426092n + 175555$	99,03	OV ₀₂

em que,

q – Consumo Específico em g kW⁻¹ h⁻¹;

n – Rotação do Motor em rpm.

potência, torque e consumo específico que são apresentadas nos Quadros 1, 2 e 3 respectivamente.

A potência na rotação de trabalho foi de 4,79, 5,10 e 5,08 kW, respectivamente para o OD, B2 e OV02. Verifica-se que variações em relação ao OD foram de 6,46% a mais de potência a mais para o B2 e 6,10% a mais de potência para o OV02, esta condição pode ser verificada na Figura 2.

Observa-se que o torque na rotação de 2350 rpm, apresentou valores de 19,35, 20,76 e 20,77 mN, respectivamente para o OD, B2 e OV02. Verifica-se uma pequena variação em relação ao OD nos valores de 7,29% a mais para o B2 e 7,31% a mais para o OV02, como pode ser observado na Figura 3.

No consumo específico observa-se que para a rotação de 2350 rpm, foram encontradas os valores de 257, 262 e 240 gkW h⁻¹ respectivamente para o OD, B2 e OV02. As variações em relação ao OD foram de 1,98% a mais para o B2 e de 6,40% a menos para o OV02, como observado na Figura 4.

Quadro 4. Equações do desempenho do motor para as diferentes misturas de combustível

		Equações	R ²
OD	Potência	$N = -0,00008812n^2 + 0,36684n - 370,6263$	99,68
	Torque	$\tau = -0,0002583n^2 + 1,01214n - 932,65318$	99,71
	Consumo	$q = 0,02335n^2 - 109,24764n + 128038$	99,12
B2	Potência	$N = -0,00014714n^2 + 0,64466n - 697,2562$	99,70
	Torque	$\tau = -0,00050852n^2 + 2,18969n - 2316,64543$	99,70
	Consumo	$q = 0,02737n^2 - 128,35202n + 150738$	93,34
		Equações	R ²
OV02	Potência	$N = -0,05198n - 127,25145$	98,75
	Torque	$\tau = -0,22063n + 539,31574$	99,03
	Consumo	$q = 0,03184n^2 - 149,426092n + 175555$	96,46
OV10	Potência	$N = -0,00017773n^2 + 0,78782n - 867,81123$	99,38
	Torque	$\tau = -0,00063165n^2 + 2,76571n - 2990,66116$	99,41
	Consumo	$q = 0,0231n^2 - 108,12083n + 126795$	96,22
OV20	Potência	$N = -0,04676n - 115,12714$	98,50
	Torque	$\tau = -0,1984n + 487,69712$	98,66
	Consumo	$q = 0,02335n^2 - 109,92883n + 129655$	99,36
OV30	Potência	$N = -0,00017875n^2 + 0,79728n - 880,99707$	98,87
	Torque	$\tau = -0,19572n + 481,62457$	97,63
	Consumo	$q = 0,0248n^2 - 116,6888n + 137524$	98,00
OV40	Potência	$N = -0,00015496n^2 + 0,68528n - 748,87582$	99,14
	Torque	$\tau = -0,20197n + 497,65322$	98,31
	Consumo	$q = 0,02606n^2 - 122,87975n + 145127$	95,62
OV50	Potência	$N = -0,00018421n^2 + 0,8255n - 916,51286$	99,78
	Torque	$\tau = -0,00065278n^2 + 2,89187n - 3165,93454$	99,78
	Consumo	$q = 0,0275n^2 - 130,04433n + 154016$	95,04

em que,

- N – Potência do Motor em kW;
- τ – Torque do Motor em Nm;
- q – Consumo Específico em g kW⁻¹ h⁻¹;
- n – Rotação do Motor em rpm.

Quadro 5. Equações gerais para estimativa do desempenho do motor para todos os combustíveis avaliados.

Geral	Potência	$N = -0,00011412n^2 + 0,49096n - 0,00011412\rho - 518,65452$	98,28
	Torque	$\tau = -0,00038298n^2 + 1,60503n - 9,46898\rho - 1636,96545$	98,41
	Consumo	$q = 0,02046n^2 - 96,07405n + 113057$	82,41

em que,

- N – Potência do Motor em kW;
- τ – Torque do Motor em Nm;
- q – Consumo Específico em g kW⁻¹ h⁻¹;
- n – Rotação do Motor em rpm.

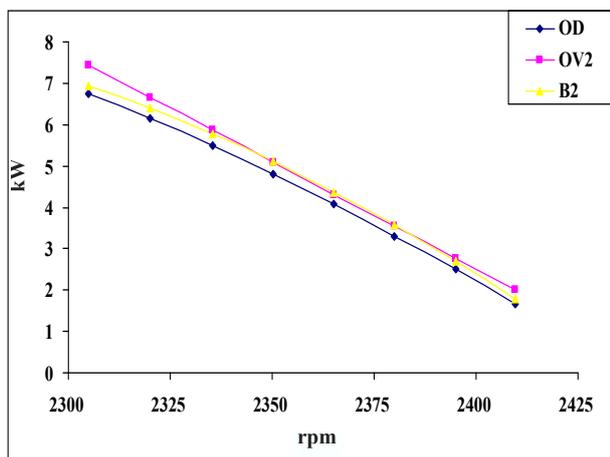


Figura 2. Curvas de potência do motor, estimadas a partir das equações apresentadas no Quadro 1

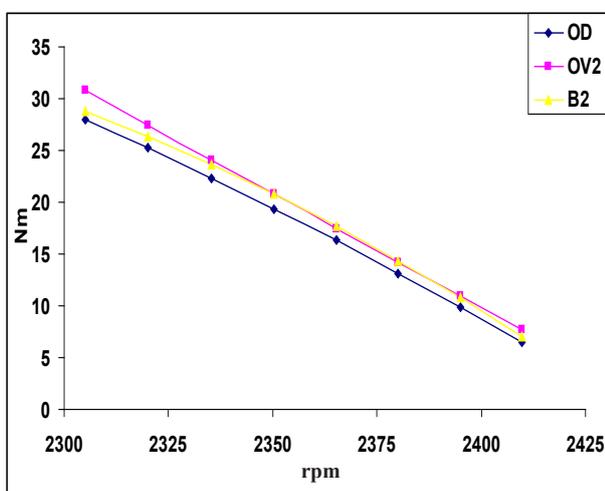


Figura 3. Curvas de torque do motor, estimadas a partir das equações apresentadas no Quadro 2

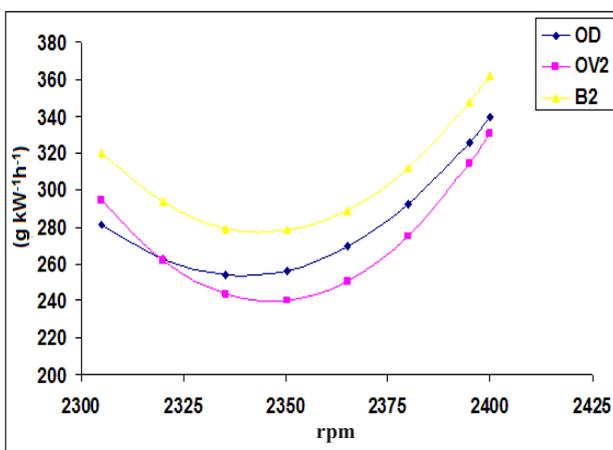


Figura 4. Curvas de consumo específico do motor, estimadas a partir das equações apresentadas no Quadro 3

Rendimento do Motor com ORS

Foram obtidas as equações apresentadas no Quadro 4, para as estimativas de potência, torque e consumo específico de combustível, para os diferentes níveis de combustíveis avaliados.

No Quadro 5 são apresentadas as equações gerais para estimar os valores de potência, torque e consumo específico, para qualquer dos combustíveis avaliados. Nestas equações, pode-se verificar que no caso do consumo específico, os níveis de ORS nos combustíveis não foram significativos a 5% pelo teste t, portanto, os valores do consumo específico podem ser considerados estatisticamente iguais para os combustíveis avaliados.

A potência e o torque do motor avaliado tiveram uma tendência a ter um melhor desempenho com o aumento da proporção de ORS no combustível, como pode ser observado na Figura 5 e 6.

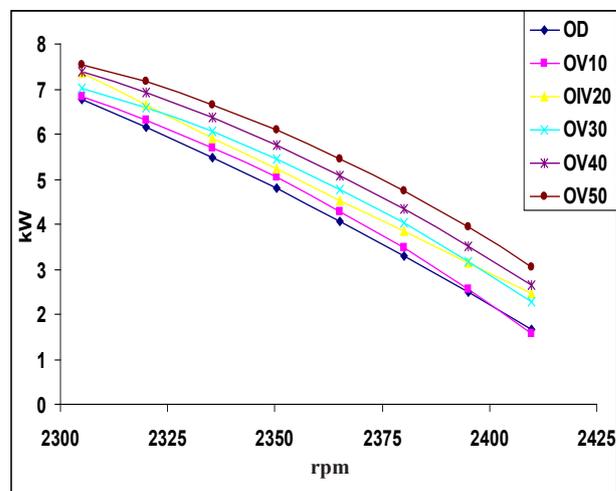


Figura 5. Curvas de Potência do Motor, segundo as equações de cada combustível, apresentadas na Quadro 4

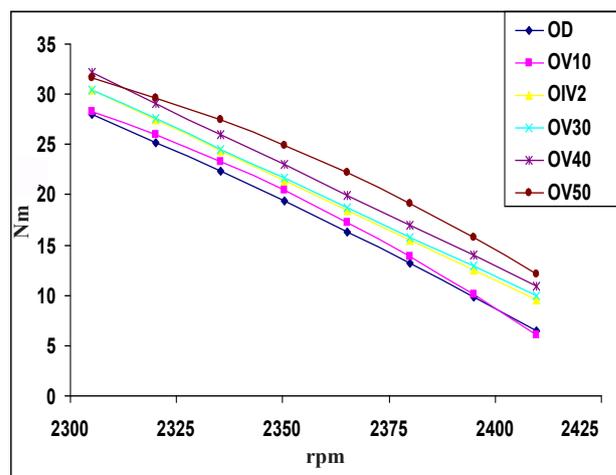


Figura 6. Curvas de torque do Motor, segundo as equações de cada combustível, apresentadas na Quadro 4

O motor demonstrou uma tendência de aumento da potência proporcional à adição de ORS na mistura com OD. Para a condição de trabalho, na rotação de 2350 rpm, as potência sofreu um acréscimo de 5,15; 9,11; 13,79; 20,08 e 27,34%, respectivamente para OV₁₀, OV₂₀, OV₃₀, OV₄₀ e OV₅₀, conforme Figura 7.

Resultado semelhante foi encontrado por Maronhas (2008) na utilização de misturas de óleo de soja reutilizado com óleo diesel em um motor estacionário onde verificou-se que a potência e o torque do motor se apresentaram maiores com o acréscimo de óleo de soja reutilizado ao óleo Diesel.

No caso do torque o mesmo efeito foi notado, onde ocorreram acréscimo de torque na ordem de 5,46; 10,56; 11,73; 18,65 e 28.82%, respectivamente para OV₁₀, OV₂₀, OV₃₀, OV₄₀ e OV₅₀.

A pesquisa de Siqueira (2010) na utilização de misturas de óleo de soja reutilizado com óleo diesel em um trator agrícola de pneus observou que com o acréscimo de ORS proporcionou um incremento no torque do motor.

Machado (2003) avaliando o desempenho do óleo de soja como combustível para motores diesel constatou que a mistura de 10 a 30% de óleo de soja com óleo diesel proporcionou melhores resultados com relação as demais misturas com o maior índice de óleo vegetal.

Para o consumo específico de combustível observa uma tendência quando em rotações abaixo 2300 rpm o motor tem consumo específico maior para as misturas do óleo de soja (ORS) e diesel, já para rotações a cima 2375 rpm, as misturas de ORS demonstraram um menor consumo em comparação com o diesel puro. As diferenças encontradas foram de 9,50, 6,23, 2,61, 7,50 e 9,26%, respectivamente para OV10, OV20, OV30, OV40 e OV50. Na condição entre 2350 rpm e 2375 rpm observou-se o menor consumo de combustível. Siqueira (2010) observou que a mudança de combustível provocou variação no consumo específico do motor de um trator agrícola

de pneus, sendo que a mistura de 0% OD com 100% OSR obteve, maior consumo específico comparada com as demais.

Inoue (2008) avaliando a utilização de óleo degomado de soja em motor de ciclo Diesel constatou que o consumo específico sofreu influência, aumentando com a adição de ODS no combustível, chegando a 8% na condição OV100.

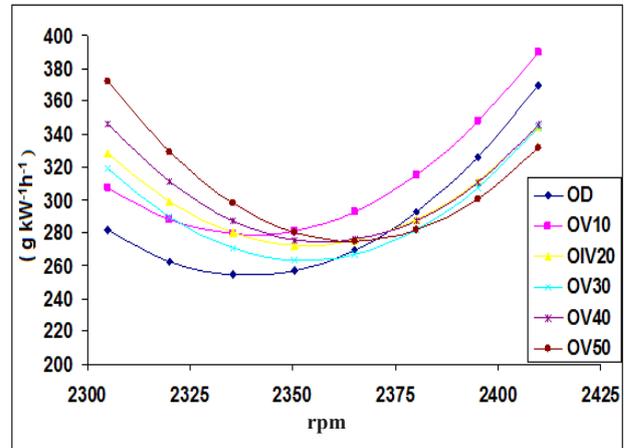


Figura 7. Curvas consumo específico de combustível pelo motor.

Custo da utilização do ORS em substituição do óleo diesel.

Na rotação de trabalho do motor a 2350rpm, como apresentado no Quadro 6, foram utilizados os valores da potência e do consumo específico, o custo de aquisição do ORS e do OD e a densidade dos combustíveis, para realizar o cálculo do custo com o combustível horário do motor. Em função da potência e do custo horário do combustível foi calculado o custo em R\$ kW⁻¹ h⁻¹.

Pode-se verificar no Quadro 6 que, mesmo ocorrendo consumo maior que o OD em nos outros combustíveis testados, o custo em R\$ kW⁻¹ h⁻¹ varia de forma pequena, devido o aumento da potência

Quadro 6. Análise do custo - R\$ kW⁻¹ h⁻¹

	Consumo Específico (g/kW ⁻¹ h ⁻¹)	Potência (kW)	Custo (R\$ L ⁻¹)	Custo (R\$ h ⁻¹)	Custo (R\$ kW ⁻¹ h ⁻¹)
OD	257	4,79	1,90	1,99	0,42
OV10	281	5,04	1,89	2,28	0,45
OV20	273	5,23	1,88	2,29	0,44
OV30	263	5,45	1,87	2,29	0,42
OV40	276	5,75	1,86	2,52	0,44
OV50	280	6,10	1,85	2,69	0,44

do motor nos outros combustíveis testados. Assim, o custo de funcionamento do motor para a potência e rotação de trabalho será insignificante, ou seja, podendo ser utilizado qualquer um dos combustíveis.

Deve se levar em consideração que o ORS foi adquirido em supermercado, sendo assim, acredita-se que se o mesmo fosse adquirido no atacado ou diretamente em cooperativas, este custo seria reduzido significativamente.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir de acordo com os resultados obtidos neste trabalho que:

- O aquecimento do combustível é uma técnica viável para a redução da viscosidade;
- Ocorreu aumento de potência e torque em função do aumento da proporção de ORS;
- Em termos de consumo do motor, houve um aumento em função do aumento da proporção de ORS;
- Na análise econômica, se o ORS for adquirido em condições de atacado, pode se tornar viável;
- Outros trabalhos deverão ser realizados para avaliar o motor em condições de trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO-ANP (2001). **Portaria ANP Nº 310**, de 27 de Dezembro de 2001. Diário Oficial da União de 28/12/2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10441* Produtos de petróleo - Líquidos transparentes e opacos - Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica. Rio de Janeiro, 2007. 19p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5484*: motores alternativos de combustão interna de ignição por compressão (Diesel) ou ignição por centelha (Otto) de velocidade angular variável - ensaio - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 1585*: Veículos rodoviários -

códigos de ensaios de motores – potência líquida. Rio de Janeiro, 1996. 26p.

BARGUER, E.L., LILJEDAHN, J.B., CARLETON, W.M., MCKIBBEN, E.G. **Tratores e seus motores**. São Paulo: Edgar Blucher, 1966. 398p.

CASTRO, A.A. **Extração, caracterização físico-química, nutricional e reológica do azeite do coco babaçu (*Orbignya spp*)**. 1999. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

DELGADO, L.M. **Los cultivos no alimentarios como alternativa al abandono de tierras**. Madrid, España: Agrícola Española, 1994. 127p.

FENDER, T.R. Por que usar puro óleo vegetal como combustível?. *Via Jus*, Porto Alegre, RS. Disponível em: <http://www.viajus.com.br/viajus.php?pagina=artigos&id=16> Acesso em: 22 jul. 2009

GONZÁLEZ, J.F. **Cultivos energéticos para la Península Ibérica**. In: DELGADO, L.M. **Los cultivos no alimentarios como alternativa al abandono de tierras**. Madrid, España: Agrícola Española, 1994. p.27-41.

IICA. **Informe Sobre a Situação e Perspectivas da Agroenergia e dos Biocombustíveis no Brasil**. 44p. 2007

INOUE, G.H.; VIEIRA, L. B. ; SANTOS, G. L.; RESENDE, R. C.; FILJO, A. F. L. Nota técnica: avaliação do desgaste de um motor de ciclo diesel alimentado com misturas de óleo vegetal e diesel. **Engenharia na Agricultura**, v.17, n.4, p.294-302, 2009.

INOUE, G.H. **Utilização de óleo vegetal em motor estacionário de ciclo diesel**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, Balanço Energético Nacional. Análise Energética Brasileira – período 1970 a 2002. Brasília. 2004a. Disponível em www.mme.gov.br. Acesso em: 05/04/2004.

MACHADO, P.R.M; **Avaliação de desempenho do óleo de soja como combustível para motores diesel.** Santa Maria, RS: UFSM, 2003. 212f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, Santa Maria.

MARONHAS, M.E.S. **Utilização de Misturas de Óleo de Soja Reutilizado com Óleo Diesel em um Motor Estacionário.** Viçosa, MG: UFV, 2008. 18 f. Relatório Final PIBIC/CNPq (Bolsista PIBIC/CNPq) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORAES, J.R. Manual dos óleos vegetais e suas possibilidades energéticas. **CNI. 1980.** 78p.

SANT'ANNA, J.P. Biodiesel alimenta motor da economia. **Revista Química e Derivados**, v. 414, abril de 2003. www.quimica.com.br. Acesso em: 29/04/2004.

SIQUEIRA, C.W; **Desempenho de um trator agrícola de pneus funcionando com misturas de óleo diesel e óleo de soja reutilizado.** Viçosa, MG: UFV, 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -