



## DESEMPENHO NA BARRA DE TRAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO CUSTO OPERACIONAL DE UM TRATOR AGRÍCOLA DE PNEUS, ALIMENTADO COM MISTURAS DE ÓLEO DIESEL E ÓLEO DE SOJA REUTILIZADO

---

Wagner da Cunha Siqueira<sup>1</sup>, Selma Alves Abrahão<sup>2</sup>, Luiz Souza Costa Filho<sup>3</sup>, José Luiz Conceição<sup>4</sup>, Lobato Pozo Barbosa<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Doutor, Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres; Cáceres – MT, Brasil.

(e-mail: wagner.cunha@cas.ifmt.edu.br)

<sup>2</sup> Doutora, Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres; Cáceres – MT, Brasil.

<sup>3</sup> Acadêmico de Eng. Florestal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres; Cáceres – MT, Brasil.

<sup>4</sup> Mestre, Técnico Administrativo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres; Cáceres – MT, Brasil.

<sup>5</sup> Acadêmico de Eng. Florestal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cáceres; Cáceres – MT, Brasil.

**Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014**

---

### RESUMO

O petróleo é a principal fonte de energia para motores de combustão interna, possibilitando sua transformação em energia mecânica. Em vista disso, são necessárias mais investigações quanto às técnicas de produção e de refino dos biocombustíveis e, ainda, à adequação de motores ao uso de óleos vegetais, para que estes possam ser uma alternativa viável. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as diferentes misturas, avaliar o desempenho de um trator agrícola de pneus, utilizando misturas de óleo Diesel (OD) com óleo de soja reutilizável (OSR) e realizar uma análise de custos operacionais para as diferentes misturas. Primeiramente, foi realizado um estudo da massa específica, viscosidade das misturas e comportamento da temperatura do OD no sistema de alimentação de combustível no motor. Após as análises, verificou-se, por meio de ensaios na barra de tração, o desempenho das misturas de OD e OSR. As principais conclusões deste trabalho foram: a massa específica e viscosidade das misturas sofrem variações com o aumento da quantidade de OSR e com a variação da temperatura. Para as avaliações na barra de tração, os melhores resultados observados no rendimento do trator foram verificados com o aumento das percentagens de mistura (25 % OSR, para carga N, 25, 75 e 100% OSR, para a quarta marcha, como carga, e 75 e 100 % OSR, para a terceira, segunda e primeira marcha, como carga). E através da análise de custo verificou-se que a utilização das misturas de OD com OSR são economicamente viáveis quando o trator é submetido a certas cargas.

**PALAVRAS-CHAVE:** biocombustíveis; consumo; custos.

# PERFORMANCE ON THE DRAW BAR AND COMPOSITION OF COST OF OPERATING A FARM TRACTOR TIRES, FED WITH MIXTURES OF DIESEL OIL AND SOYBEAN OIL REUSED

## ABSTRACT

Oil is the main source of energy for internal combustion engines , enabling its transformation into mechanical energy . In view of this, further research on the techniques of production and refining of biofuels and also the suitability of engines using vegetable oils are necessary , so that they can be a viable alternative . The objective of this study was to characterize the different mixtures , to evaluate the performance of an agricultural tractor tires , using mixtures of diesel ( OD ) with reusable oil soybean oil ( RSO) and perform an analysis of operating costs for the different mixtures . First, a study of density, viscosity , and behavior of mixtures of OD temperature in the engine fuel supply system is realized. After analysis , it was found , by testing the drawbar , the performance of mixtures of OD and OSR . The main conclusions were: the density and viscosity of the mixtures undergo variations with increasing amount of OSR and temperature variation . For reviews on the draw bar , best results observed in the yield of the tractor were observed with increasing blending ratios ( 25 % OSR to load N , 25 , 75 and 100 % OSR to fourth gear , as cargo , and 75 and 100% RSO to the third , second and first gear as a load) . And through analysis of cost it has been found that the use of mixtures of OD with OSR are economically viable when the tractor is subject to certain loads.

**KEYWORDS:** biofuel; consumption; costs.

## INTRODUÇÃO

A reciclagem de resíduos agroindustriais e agrícolas tem se destacando, devido aos efeitos do descarte inadequados no meio ambiente. Atualmente, parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo humano no Brasil é destinada a fabricação de sabões e, em menor volume, à produção de biodiesel. Entretanto, uma grande parte dos óleos residuais, é descartada nas redes de esgotos, sendo considerado um crime ambiental que acaba gerando problemas em redes de tratamentos de água (CARVALHO 2013).

VIDAL (2009) prevê que os óleos vegetais irão substituir o petróleo. De acordo com o mesmo autor, isso resultaria em maior autonomia do pequeno produtor rural, uma vez que ele promove o desenvolvimento econômico e social regional, reduz as emissões de poluentes, o que, para a atividade agrícola, significa serem utilizados menos derivados de petróleo.

Para FENDER (2009), a utilização do óleo vegetal *in natura* poderá apresentar vantagens em relação à utilização de biodiesel, com possibilidade de total independência dos derivados de petróleo; pois a utilização do óleo vegetal *in natura* não requer investimentos de longo prazo, em especial, com equipamentos, e apresenta imediato retorno do capital empregado e incentivo à produção de sementes oleaginosas.

O uso de óleos vegetais em motores de combustão interna, automotivos e estacionários, como alternativa ao óleo diesel, implica significativos ganhos sócio-ambientais, pois, trata-se de um recurso renovável de origem agrícola (FARIA, 2010).

SIQUEIRA (2012) afirma que, o óleo vegetal misturado ao óleo Diesel, ou na forma *in natura*, na substituição do óleo Diesel são alternativas viáveis. No entanto, verifica-se que muitos estudos devem ainda ser realizados no intuito de propor

melhorias na injeção do combustível, a partir de diferentes proporções da mistura do óleo Diesel com óleo de soja reutilizado.

Objetivou-se, com este trabalho, analisar o desempenho e o custo horário de um trator agrícola de pneus através da substituição do Óleo Diesel por misturas de óleo diesel com óleo de soja reutilizado.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Mecanização Agrícola (LMA) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foi avaliado o desempenho na barra de tração de um trator agrícola de pneus, marca Valmet, modelo 65ID com um motor MWM modelo D225-3TV, 4 tempos, injeção direta com 3 cilindros verticais em linha, cilindrada total de 2.829 cm<sup>3</sup>, relação de compressão 18:1, ordem de ignição 1-3-2 e rotação máxima de 2.300 RPM com potência nominal em torno 42,65 kW. As principais dimensões do trator são: rodagem traseira de 14,9/13-28" e rodagem dianteira de 7,5-16" tendo os pneus 6 lonas, comprimento do trator de 3,02 m e distância entre eixos de 1,94 m, altura da barra de tração de 0,4 m, peso traseiro estático de 166,3 N, peso dianteiro estático de 87,7 N. O motor foi alimentado por diferentes teores de misturas de OD e ORS provenientes do restaurante universitário da UFV.

#### **Combustíveis utilizados**

Para que o OSR pudesse ser utilizado nas misturas com o OD, ele passou por diversos processos, como decantação, filtragem, lavagem e fervura, com a função de retirar impurezas e partículas indesejáveis, como sal, açúcar, água e gordura animal.

Para a realização das avaliações, foram usadas misturas de OD com OSR nas proporções de 0 % OD e 100 % OSR; 25 % OD e 75 % OSR; 50 % OD e 50 % OSR; 75 % OD e 25 % OSR; 100 % OD e 0 % OSR. As misturas foram separadas com base em peso e não em volume, de acordo com as massas específicas diferentes do OD e do OSR. Após pesadas, as misturas foram armazenadas em recipientes de cinco litros cada, devidamente identificados.

#### **Determinação da massa específica do combustível**

Para a determinação do consumo específico de combustível, foi necessário o conhecimento da massa específica das diferentes misturas utilizadas. Foi utilizada uma proveta com capacidade de 100 mL e precisão de 1,0 mL, um termômetro com variação de 0 a 210 °C e uma balança com capacidade para 300 g e precisão de 0,001 g. A determinação iniciou-se com a pesagem do óleo e medição da temperatura da amostra (Uso de 55 mL, em temperatura ambiente). Essa amostra foi aquecida posteriormente até 120 °C e o início do registro das leituras ocorreram quando a temperatura da mistura atingiu 90 °C. A cada 5 °C de decréscimo na temperatura, foi coletado o valor de sua massa e volume, até que a mistura retornasse à temperatura ambiente. Repetiu-se esse procedimento para todas as amostras.

#### **Índice de viscosidade do combustível**

Analisou-se o comportamento da viscosidade de diferentes misturas de OD e OSR, utilizando-se um viscosímetro de orifício do tipo Saybolt. Para a determinação da viscosidade, foram utilizadas amostras, nas proporções descritas anteriormente. A conversão da unidade da viscosidade de Segundos Universais Saybolt (SUS),

para a Viscosidade Cinemática (Centistokes) foi realizada por meio do Nomograma (BARGUER et al., 1966); posteriormente, as viscosidades foram confrontadas com a Portaria ANP 310 (2001) que estabelece um limite de 2,5 a 5,5 cSt. As temperaturas utilizadas para se avaliar a viscosidade das misturas foram de 30, 60 e 90 °C.

### **Poder calorífico do combustível**

Os testes de calorimetria foram realizados, utilizando-se uma bomba calorimétrica marca The Parr Automatic Adiabatic Calorimeter, pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da UFV. Para a determinação do poder calorífico superior (PCS), os testes seguiram a norma ANSI/ASTM D 240 – 76.

### **Ensaio na barra de tração**

A avaliação do desempenho do trator foi efetuada em uma pista de blocos de concreto, utilizando-se um comboio formado por dois tratores. O trator submetido ao ensaio foi dotado de um fluxômetro de combustível, com capacidade para 1.000 mL e célula de carga de capacidade máxima de 50 kN . As cargas aplicadas pelo segundo trator (trator lastro) foram visualizadas em um visor da marca Kratos. A coleta dos dados, para a determinação das curvas de potência, velocidade, patinagem e consumo de combustível em função da força de tração, foi realizada variando as marchas no trator utilizado como lastro.

O ensaio foi realizado com o trator utilizando a 3ª marcha reduzida e as cargas aplicadas pelo trator lastro foram: N (Neutro), 4ª, 3ª, 2ª e 1ª marcha simples. Para cada marcha do trator avaliado, foram utilizadas três repetições para cada carga empregada pelo trator lastro. A coleta de dados foi efetuada em uma pista de concreto de 30 metros de comprimento, sendo utilizados, antes do início da pista, cinco metros para estabilização do trator.

A coleta teve início no momento em que a roda motriz do trator passou pelo início da pista, começando-se, então, a contagem do número de voltas da roda motriz, tempo de percurso, consumo do combustível e leituras da célula de carga. A coleta encerrou-se com a passagem da roda motriz além da linha de 30 metros do percurso. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica para ensaio na BT. Essa planilha seguiu as recomendações da NBR ISO 1585/1996 a qual considera a entrada de dados referentes às características do trator, bem como as informações obtidas durante o ensaio na barra de tração, como o tempo de duração do “tiro” (teste em determinada carga), consumo de combustível (mL), número de voltas da roda motriz e leitura da célula de carga. A partir desses dados, pode-se calcular a força de tração (N), velocidade ( $m\ s^{-1}$ ), potência disponível na barra de tração (kW), consumo horário ( $L\ h^{-1}$ ), consumo específico ( $g\ kW^{-1}\ h^{-1}$ ), patinagem (%) e coeficiente de tração (%), durante o ensaio de tração.

Para cada carga empregada no ensaio da barra de tração, automaticamente a planilha fornece as curvas de desempenho do trator, relacionando velocidade, potência, patinagem, consumo horário e consumo específico com a força na barra de tração do trator ensaiado, além do valor do coeficiente de tração desse mesmo trator.

### **Delineamento experimental**

Para o ensaio na BT, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, a unidade experimental composta pelo intervalo de tempo gasto para o comboio percorrer um trajeto de 30 metros. Nesse intervalo, foram avaliados os valores das

variáveis: força de tração, número de voltas do pneu, consumo horário de combustível e tempo de percurso.

Os resultados obtidos com a realização do experimento foram submetidos à análise de variância e à aplicação de teste de Tukey, para identificar a mistura que proporciona os melhores resultados nas variáveis de interesse. Foi adotada a significância de 5 %, com o programa computacional SAS versão 9.1.

### **Composição e Análise de custos operacionais**

Com o intuito de realizar a composição do custo operacional da utilização das misturas de combustível na tentativa de verificar a viabilidade do uso das misturas ou do óleo *in natura* do OSR, foi obtido o somatório dos custos fixos e variáveis. Os custos foram estimados pela metodologia proposta pela Embrapa (PACHECO, 2000).

Nesta metodologia, o custo operacional de máquinas agrícolas (CT) é normalmente dividido em dois componentes principais: custos fixos (CF) e custos variáveis (CV). Assim o custo final total (CT) obtido, foi o somatório do custo de maquinário (custos fixos e variáveis) Equação 1.

$$CT=CF+CV \quad (1)$$

em que,

CT = Custo Total;

CF = Custos fixos e

CV = Custos variáveis.

### **Custos fixos (CF)**

Os custos fixos são aqueles que devem ser debitados, independentemente da máquina ser usada ou não. Entre os custos fixos são incluídos: depreciação (D), juros (J), alojamento e seguros (AS).conforme equação 2.

$$CF = D + J + AS \quad (2)$$

### **Depreciação (D)**

A depreciação se refere à desvalorização da máquina em função do tempo, seja ela utilizada ou não. Neste trabalho foi utilizado o método da linha reta e o valor de aquisição utilizado foi o valor correspondente ao modelo e ao ano de fabricação do trator.

### **Juros (J)**

O capital utilizado na aquisição da máquina agrícola deve ser computado como retendo juros à base semelhante do que é obtido quando este capital é colocado no comércio. Normalmente, são juros simples e calculados sobre o capital médio investido.

### **Alojamento e seguros (AS)**

Segundo PACHECO (2000) os valores sugeridos para alojamento e seguro de máquinas, variam de 0,75% a 1% do custo inicial ao ano. Sendo assim, aconselha-se uma taxa de 2% ao ano para os cálculos do custo com alojamento e seguro.

### **Custos variáveis (CV)**

Os custos variáveis ou operacionais são aqueles que dependem da quantidade de uso que se faz da máquina e são constituídos por: combustíveis (C),

lubrificantes (L), reparos e manutenção (RM) e salário do tratorista (ST) conforme Equação (3).

$$CV = C + L + RM + ST \quad (3)$$

### **Combustíveis (C)**

Os combustíveis são usados principalmente para o acionamento dos motores de ciclo Diesel. É difícil avaliar com precisão o consumo de combustível dos tratores, devido às condições variáveis de carga a que são submetidos durante os trabalhos de campo. Nas avaliações realizadas, o consumo de combustível foi coletado momentaneamente no intervalo de tempo gasto para o comboio percorrer um trajeto de 30 metros. Como as amostras avaliadas foram estimadas com base em massa específica, foi necessário realizar cálculos de transformações de massa em litros de forma que se obtivesse o valor equivalente das misturas, pois comercialmente o óleo combustível é comercializado em Litros (L).

### **Lubrificantes (L)**

A quantidade de lubrificantes gastos por hora depende do tipo e da potência do trator, e pode ser obtida no manual do proprietário e na planilha de manutenção proposta pelo fabricante, determinando a capacidade dos reservatórios de lubrificantes e a periodicidade em horas em que devem ser substituídos. Para análise do custo de lubrificantes, foi utilizado o valor de 2% em relação ao consumo de cada carga aplicada ao trator.

### **Reparos e manutenção (RM)**

Dentre as despesas de manutenção que devem ser computadas, para o cálculo do custo de operação de máquinas agrícolas, encontram-se aquelas realizadas para a manutenção preventiva e corretiva. Para facilitar o cálculo do custo da manutenção adotou-se o seguinte critério:

Trator: estima-se um valor igual a 100% do investimento inicial, durante toda a sua vida útil.

### **Salário do operador (ST)**

Os salários do operador, bem como outros benefícios e encargos sociais, referentes à mão-de-obra, foram computados no cálculo do custo operacional das máquinas. Para se calcular o custo horário da mão-de-obra foi considerado apenas os dias úteis durante o mês, ou seja, um número de 176 horas trabalhadas por mês, o salário do tratorista foi considerado como dois salários mínimos por mês.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Massa específica do combustível**

Por meio da análise de regressão, foram determinadas equações para se estimar a massa específica das misturas, nas diferentes temperaturas (25 a 90 °C). Os modelos foram lineares e as estimativas das equações podem ser visualizadas na Tabela 1. Os valores encontrados de massa específica das misturas ficaram na faixa de 0,811 a 0,910 g cm<sup>-3</sup>, para temperaturas variando de 25 a 90 °C. Verificou-se que a massa específica diminuiu linearmente com o aumento da temperatura, com coeficiente de correlação superior a 97 %. O comportamento decrescente obtido com o aumento da temperatura é típico dos fluidos newtonianos. Comportamento semelhante também foi obtido por SIQUEIRA et al. (2010), quando

estudou a massa específica de diferentes misturas de óleo diesel com óleo residual de fritura.

Pode-se verificar, também, que a massa específica das misturas tendeu a ser maior quando ocorreu o aumento da percentagem de OSR e diminuiu com o aumento da temperatura. A massa específica é a relação entre a massa e o volume de um corpo e, em geral, quando se aumenta a temperatura de um determinado fragmento de matéria, tem-se um aumento do volume fixo desta, pois haverá a dilatação ocasionada pela separação dos átomos e moléculas (SIQUEIRA, 2010).

**TABELA 1** - Modelos gerados para a estimativa da massa específica (g mL<sup>-1</sup>) das misturas

Misturas	Fórmulas	R <sup>2</sup>
0 % OSR e 100 % OD	$M = 0,87813753 - 0,000741962 * T(C^\circ)$	0,97
25% OSR e 75% OD	$M = 0,889684613 - 0,000660054 * T(C^\circ)$	0,98
50 % OSR e 50 % OD	$M = 0,90431829 - 0,000719204 * T(C^\circ)$	0,97
75 % OSR e 25 % OD	$M = 0,917667353 - 0,000720577 * T(C^\circ)$	0,97
100 % OSR e 0 % OD	$M = 0,926384364 - 0,000616545 * T(C^\circ)$	0,98

### Índice de viscosidade do combustível

Por meio da análise de regressão, foram determinadas equações para se estimarem as viscosidades das misturas, na faixa de temperatura de 30 a 90 °C (Tabela 2), sendo que os modelos apresentaram-se lineares. Os principais fatores que afetam a medida da viscosidade são: a natureza físico-química do líquido, a composição da mistura, a temperatura, a pressão, a taxa de cisalhamento, o tempo e o campo elétrico (BARNES et al., 1991).

Para comparação da viscosidade das misturas, utilizou-se, como referência, a Portaria ANP 310 (2001), referente à viscosidade do OD. A faixa de viscosidade recomendada pela ANP 310 fica entre 2,5 e 5,5 cSt, a 40 °C. Para uma condição de temperatura de 40 °C, nenhuma das misturas utilizadas atendeu à Portaria ANP 310, o que pode ser explicado pelo fato de o OD ter a viscosidade cinemática perto do limite superior estabelecido pela Portaria. No caso das misturas aquecidas até 60 °C, a mistura de 25 % OSR e 75 % OD enquadrou-se na Portaria da ANP. Quando a temperatura foi elevada para 90 °C ocorreu redução na viscosidade de todas as misturas testadas, atendendo assim, à faixa de viscosidade exigida pela ANP 310.

O aquecimento do OSR de 40 para 90 °C reduziu em até 90,4 % a sua viscosidade. Observou-se também que, quanto maior a proporção de OSR, maior a influência da temperatura na redução da viscosidade. CASTRO (1999), estudando a viscosidade do óleo de babaçu, verificou que a viscosidade decresceu consideravelmente em presença de altas temperaturas. RIBEIRO et al. (2010) observaram comportamento similar para o óleo de pinhão-mansão, no qual a viscosidade é reduzida com o aumento da temperatura.

**TABELA 2** - Modelo para a estimativa da viscosidade cinemática (cSt) das misturas

Misturas	Fórmulas	R <sup>2</sup>
0 % OSR e 100 % OD	$V = (8,030067401 - 0,068338806) * T(C^\circ)$	99,99
25% OSR e 75% OD	$V = (13,59380883 - 0,1295055682) * T(C^\circ)$	94,85
50 % OSR e 50 % OD	$V = (22,40514178 - 0,22931907) * T(C^\circ)$	95,28
75 % OSR e 25 % OD	$V = (38,6366593 - 0,40544873) * T(C^\circ)$	95,10
100 % OSR e 0 % OD	$V = (64,89279895 - 0,681565452) * T(C^\circ)$	95,05

### Poder calorífico do combustível

Na Tabela 3, estão apresentados os valores de poder calorífico superior (PCS) das cinco misturas testadas. Entre as amostras estudadas, a mistura que apresentou poder calorífico mais próximo ao do OD foi à mistura com 25 % OSR e 75 % OD, tendo uma variação de apenas 48 kcal. A variação do poder calorífico seguiu uma ordem decrescente, com relação ao OD, com o aumento do teor de OSR.

A mistura de 100 % OSR apresentou o menor poder calorífico, correspondente a 83 % do valor observado no OD, valor esse, próximo ao encontrado por KNOTHE (2006). Para KNOTHE (2006), além do número de cetano, o calor de combustão é uma propriedade que demonstra a adequação dos vários tipos de compostos graxos para uso como combustível em motores Diesel. O calor de combustão dos óleos vegetais e de seus respectivos ésteres alquílicos corresponde a cerca de 90 % do valor observado no OD derivado de petróleo.

**TABELA 3** - Análise do poder calorífico das misturas

Amostra	PCS Real (Kcal Kg <sup>-1</sup> )	Ordem de maior PCS
0 % OSR e 100 % OD	7648,41	2°
25% OSR e 75% OD	7696,41	1°
50 % OSR e 50 % OD	7158,24	3°
75 % OSR e 25 % OD	6734,51	4°
100 % OSR e 0 % OD	6366,98	5°

### Avaliação na barra de tração

Nas Tabelas de 4 a 9, estão apresentadas as médias obtidas para as variáveis força de tração (N), velocidade (m s<sup>-1</sup>), potência (kW), consumo horário (L h<sup>-1</sup>), consumo específico (g kW<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e patinação (%), em função das misturas 0, 25, 50, 75 e 100 % OSR quando o trator trabalhou submetido a seis diferentes cargas.

Na Tabela 4, estão apresentadas as médias obtidas para as variáveis, velocidade (m s<sup>-1</sup>), consumo horário (Lh<sup>-1</sup>) em função das misturas 0, 25, 50, 75 e 100% OSR, quando o trator trabalhou sem carga. Verificou-se que, para todas as variáveis em estudo, as misturas não diferiram entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

**TABELA 4** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas para o trator sem carga

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo L h <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem
0% OSR	0	2,36 a	0	5,65 a	0	0
25%OSR	0	2,38 a	0	6,21 a	0	0
50%OSR	0	2,51 a	0	6,52 a	0	0
75%OSR	0	2,51 a	0	6,02 a	0	0
100%OSR	0	2,58 a	0	6,18 a	0	0

As médias seguidas por pelo menos, uma mesma letra minúscula numa mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se, na Tabela 5, que quando o trator trabalhou em ponto morto (Neutro) como carga para as variáveis, velocidade e consumo horário, as misturas não diferiram entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Este fato deve-se ao ponto morto como carga, pois ele não ofereceu resistência que pudesse alterar



os valores da velocidade e do consumo horário. Para as variáveis, força de tração, potência, consumo específico e patinagem, as misturas diferiram entre si, a 5%.

A mistura 25 % OSR apresentou um melhor desempenho do trator avaliado, ou seja, maior potência (11,05 kW), menor consumo específico (455,96 g kW<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e com patinagem de (1,15 %).

**TABELA 5** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas quando o trator trabalhou em ponto morto (neutro)

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo Lh <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem m
0% OSR	3635,28 b	2,26 a	8,27 bc	5,46 a	606,91b	1,28 a
25%OSR	4835,56 a	2,29 a	11,05 a	5,95 a	455,96 c	1,15 ab
50%OSR	3511,74 b	2,42 a	8,50 b	6,30 a	627,90 b	0,98 ab
75%OSR	2793,29 c	2,46 a	6,88 bc	6,92 a	731,38 a	0,95 ab
100%OSR	2488,46 c	2,47 a	6,15 c	5,93 a	820,35 a	0,62 b

As médias seguidas por, pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme apresentado na Tabela 6, quando o trator trabalhou tendo a 4ª marcha como carga, observou-se que as misturas, em relação às variáveis velocidades, consumo específico e patinagem, apresentam efeitos iguais, a 5% de probabilidade, pelo teste F. Esse resultado não era esperado, pois a variável, consumo específico é função da potência e as variáveis velocidade e patinagens são em função da força de tração. Para essas variáveis, potência e força de tração, o teste F foi significativo. Este fato pode ser explicado pelo que foi observado em campo, quando se utilizou a 4ª marcha como carga, o trator avaliado não se apresentou estável, ou seja, trepidava.

As misturas 25, 75 e 100 % OSR não diferiram entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, e apresentaram melhor desempenho do trator avaliado, ou seja, maior potência e menor consumo horário.

**TABELA 6** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas quando o trator trabalhou com a quarta marcha

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo Lh <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem
0% OSR	5004,16 ab	2,43 a	12,14 ab	8,72 a	620,76 a	2,34 a
25%OSR	4756,28 ab	2,42 a	10,91 ab	6,89 b	612,91 a	1,13 a
50%OSR	3945,64 b	2,41 a	9,25 b	6,55 b	536,59 a	0,94 a
75%OSR	5584,13 a	2,34 a	13,48 a	6,76 b	525,41 a	0,81 a
100%OSR	4546,09 ab	2,30 a	11,04 ab	6,79 b	425,82 a	0,62 a

As médias seguidas por, pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 7 que, quando o trator trabalhou com a 3ª marcha como carga, as médias dos tratamentos para as variáveis, potência, consumo horário, consumo específico e patinagem apresentaram efeitos iguais, a 5 % de probabilidade do teste F.

As misturas 75 e 100 % OSR não diferiram entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, e apresentaram melhor desempenho para o trator avaliado, ou seja, maiores velocidades.

**TABELA 7** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas quando o trator trabalhou com a terceira marcha

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo L h <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem m
0% OSR	6408,90 a	2,34 a	15,47 a	9,34 a	613,90 a	3,29 a
25%OSR	6014,33 a	2,34 a	14,77 a	9,23 a	598,40 a	2,02 a
50%OSR	5688,60 a	2,36 a	13,28 a	7,86 a	521,22 a	0,97 a
75%OSR	5448,71 a	2,41 a	12,77 a	7,72 a	432,47 a	0,93 a
100%OS	5310,02 a	2,46 a	12,51 a	7,54 a	451,96 a	0,26 a
R						

As médias seguidas por, pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 8 apresenta os valores das variáveis, quando o trator trabalhou com a 2ª marcha como carga. Observou-se que as misturas, em relação à variável velocidade, tiveram efeitos iguais, a 5 % de probabilidade do teste F. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de as condições do solo terem sido as mesmas para todos os ensaios. As misturas 75 e 100 % OSR não diferiram entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey, e apresentaram melhores desempenhos para o trator avaliado, ou seja, maior potência, menor consumo específico e patinagem.

**TABELA 8** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas quando o trator trabalhou com a segunda marcha

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo L h <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem
0% OSR	7501,63 b	2,33 a	17,20 b	9,78 a	483,43 a	3,79 ab
25%OSR	8751,70 a	2,31 a	20,21a	10,62 a	447,01 ab	5,55 a
50%OSR	7735,17 b	2,30 a	17,56 ab	8,17 b	396,45 b	2,06 bc
75%OSR	8610,35 a	2,29 a	19,81 ab	9,67 a	415,03 b	2,63 bc
100%OSR	8209,02 ab	2,27 a	19,14 ab	9,79 a	435,14 ab	1,08 c

As médias seguidas por, pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse resultado contraria o observado por SORANSO (2006). Trabalhando com o desempenho dinâmico de um trator agrícola, utilizando biodiesel destilado etílico e metílico. O autor constatou que a utilização do motor somente com biodiesel (B100) representou um aumento de 15,5 % no consumo horário volumétrico, 18,1 % no consumo horário ponderal, 16 % no consumo por área trabalhada e 18 % no consumo específico de combustível, em relação ao Diesel (B0).

TORRES (2000), entretanto, avaliando um motor do ciclo Diesel, operando com óleo de dendê para suprimento energético em comunidades rurais, verificou diferenças de potência de 5 a 15 %, quando operado com óleo de dendê. Entretanto, apesar da diminuição da potência ainda é vantajoso operar essa máquina, numa propriedade rural que não disponha de energia elétrica.

Os resultados apresentados na Tabela 9, de quando o trator trabalhou com a 1ª marcha como carga, demonstram que as misturas 75 e 100 % OSR não diferiram entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, e apresentaram melhores desempenhos do trator avaliado, ou seja, maiores velocidades e potência, menores consumo horários, consumos específicos e patinagem.

**TABELA 9** - Média das variáveis ao utilizar diferentes misturas quando o trator trabalhou com a primeira marcha.

Mistura	Força de tração	Velocidade	Potência	Consumo L h <sup>-1</sup>	Consumo Específico	Patinagem
0% OSR	12738,72 a	2,13 a	27,13 a	10,94 ab	342,24 b	4,43 a
25%OSR	12040,96 a	2,03 a	24,47 ab	11,79 a	410,60 a	7,31 a
50%OSR	10134,52 a	2,14 a	21,71 b	10,28 b	403,02 a	2,39 bc
75%OSR	12217,96 a	2,12 a	25,83 a	11,42 ab	375,90 ab	23,38 bc
100%OSR	11747,81 a	2,13 a	25,07 ab	11,52 ab	391,23 ab	2,14 c

As médias seguidas por, pelo menos, uma mesma letra minúscula, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse resultado, em comparação com o consumo específico, foi contrário ao verificado por GROTTA (2003), durante a avaliação de desempenho de um trator Valtra modelo BM 100, 4 cilindros com potência nominal de 73,6 kW (100 CV), em condições de campo, utilizando óleo Diesel e biodiesel de óleo residual de soja (nas proporções de 0, 25, 75 e 100 %), em que foi observado um maior consumo específico, à medida que as proporções de biodiesel aumentaram. Segundo o autor, isso ocorreu por causa do menor poder calorífico do biodiesel, cerca de 3 a 4 % menor que o poder calorífico do Diesel.

Com relação à potência e torque, SCHLOSSER et al. (2007), analisando o desempenho de misturas pré-aquecidas de óleo de soja cru e Diesel, como combustível para motores agrícolas, verificaram que a mistura composta por 70 % de óleo vegetal e 30 % de óleo Diesel, com pré-aquecimento na faixa de 68 °C, apresentou uma potência média superior em 8,7 %, em relação à média da testemunha e, em elevados regimes de rotação, foi superior em 14,0 %.

MASIERO et al. (2011), ao avaliarem a determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA), observaram que, nas superfícies tratativas avaliadas, os valores médios de rendimento na barra variaram em função do modelo e potência do trator, além de variar também em função do tipo de pneu, pressão de inflação, velocidade de deslocamento e relação entre peso e potência do motor. Essa grande variação, em função da relação entre peso e potência do motor, em diferentes marcas de tratores, também correspondeu aos resultados encontrados por MONTEIRO (2009).

LANÇAS (1996), analisando o desempenho operacional de pneus radiais em função da pressão de inflação, da lastragem e do deslizamento das rodas de tratores agrícolas, afirma que as condições superficiais do solo firme apresentam melhores resultados de eficiência trativa, comparando-se com as do solo preparado (mobilizado). Isso se deve aos fenômenos da patinagem, que provocam a redução no avanço do trator, e ao recalque ou afundamento do rodado, no solo, que aumenta a resistência ao rolamento (MIALHE, 1991).

MONTEIRO et al. (2013), ao avaliarem o rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência, observaram que, entre as relações de peso e potência, o maior rendimento na barra de tração do conjunto mecanizado, foi obtido para a relação peso potência de 60 N kW<sup>-1</sup>, nas cargas aplicadas na barra de tração, com amplitude de 25 a 40 kN e os melhores rendimentos da barra de tração do trator foram obtidos quando se aplicaram cargas na barra de tração de 25 a 30 kN, nas relações entre o peso e a potência de 50 e 55 N kW<sup>-1</sup>, mostrando ser a amplitude de carga mais adequada ao conjunto avaliado.

Com o aumento das cargas aplicadas ao trator avaliado, os melhores resultados observados no rendimento do trator foram verificados com o aumento das percentagens de mistura (25 % OSR para carga N, 25, 75 e 100 % OSR, para a 4ª marcha como carga, e 75 e 100 % OSR, para a 3ª, 2ª e 1ª marchas como carga). Esse resultado é interessante, pois, em situação real de campo, trabalha-se com cargas maiores, e trabalhando-se com maior percentagem de mistura, tem-se maior rendimento do trator e melhor reaproveitamento do óleo de soja.

### Custos Operacionais

O custo operacional do trator utilizado foi estimado em R\$ h<sup>-1</sup> para 1000 horas efetivamente trabalhadas por ano. Os valores utilizados para a estimativa dos custos estão representados na tabela 10a e 10b.

**TABELA 10a** - Valores utilizados nos cálculos do custo operacional.

Itens	Valores
Valor de aquisição	20.000,00
Vida útil (anos)	5
Taxa de juros (aa%)	10
Horas de trabalho anual	1000
Valor da sucata	2.000,00
Óleo lubrificante	20,00
Custo do OD (R\$ L <sup>-1</sup> )	2,70
Custo do OSR	0,50

**TABELA 10b** - Valores utilizados nos cálculos do custo operacional.

Misturas utilizadas	Custo por litro de mistura (R\$)
100% OD e 0% OSR	2,70
75% OD e 25% OSR	2,15
50% OD e 50% OSR	1,60
25% OD e 75% OSR	1,05
0% OD e 100% OSR	0,50

A tabela 11 representa os dados obtidos através dos custos fixos operacionais, onde foi aplicada a metodologia proposta por PACHECO (2000). Os custos estão apresentados com os valores acumulados ao final de cada ano trabalhado e por hora de acordo com a vida útil estimada do trator.

**TABELA 11** - Custo fixo operacional do trator agrícola

Vida útil (ano)	Custos Fixos				
	1	2	3	4	5
Depreciação (R\$ ano <sup>-1</sup> )	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
Juros (R\$ ano <sup>-1</sup> )	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00
ISA (R\$ ano <sup>-1</sup> )	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
Total (R\$ ano <sup>-1</sup> )	5.100,00	5.100,00	5.100,00	5.100,00	5.100,00

Os valores dos componentes dos custos variáveis para a mistura com proporção de 100% de OD estão representados na tabela 12.

**TABELA 12 - Estimativas dos custos variáveis para a mistura de 100% de OD em função das cargas aplicadas (marchas).**

		<b>Custos variáveis para mistura com proporção de 100% OD</b>					
<b>Marchas</b>		<b>S/C</b>	<b>N</b>	<b>4°</b>	<b>3°</b>	<b>2°</b>	<b>1°</b>
<b>Combustível</b>	Consumo de combustível (L h <sup>-1</sup> )	5,65	5,46	8,72	9,34	9,78	10,94
	Valor do OD (R\$ 2,70)	15,255	14,742	23,544	25,218	26,406	29,538
	<b>Custo de combustível (R\$ ano)</b>	<b>15.255,00</b>	<b>14.742,00</b>	<b>23.544,00</b>	<b>25.218,00</b>	<b>26.406,00</b>	<b>29.538,00</b>
<b>Lubrificantes</b>	Consumo de Lubrif. = 2% do consumo de combustível (Lh <sup>1</sup> )	0,1130	0,1092	0,1744	0,1868	0,1956	0,2188
	Valor do óleo lubrificante (R\$20,00)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
	Custo do óleo lubrificante (R\$ h <sup>-1</sup> )	2,26	2,1840	3,4880	3,7360	3,9120	4,3760
	<b>Custo do óleo lubrificante (R\$ ano<sup>1</sup>)</b>	<b>2.260,00</b>	<b>2.184,00</b>	<b>3.488,00</b>	<b>3.736,00</b>	<b>3.912,00</b>	<b>4.376,00</b>
<b>Manutenção</b>	Manutenção (R\$ h <sup>-1</sup> )	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	<b>Manutenção (R\$ ano<sup>-1</sup>)</b>	<b>4.000,00</b>	<b>4.000,00</b>	<b>4.000,00</b>	<b>4.000,00</b>	<b>4.000,00</b>	<b>4.000,00</b>
<b>Mão de obra</b>	Salário de 724,00 mês (R\$ h <sup>-1</sup> )	13,98	13,98	13,98	13,98	13,98	13,98
	<b>Salário do operador (R\$ ano<sup>-1</sup>)</b>	<b>13.980,00</b>	<b>13.980,00</b>	<b>13.980,00</b>	<b>13.980,00</b>	<b>13.980,00</b>	<b>13.980,00</b>

**TABELA 13 - Custo total em 5 anos de vida útil para cada mistura e para cada carga aplicada**

		<b>Custo total para a mistura com proporção de 100% OD</b>					
<b>Marchas</b>		<b>S/C</b>	<b>N</b>	<b>4°</b>	<b>3°</b>	<b>2°</b>	<b>1°</b>
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )		40,60	40,01	50,11	52,03	53,40	56,99
<b>Total (R\$)</b>		<b>202.975,00</b>	<b>200.030,00</b>	<b>250.560,00</b>	<b>260.170,00</b>	<b>266.990,00</b>	<b>284.970,00</b>
		<b>Custo total para a mistura com proporção de 75% OD e 25% OSR</b>					
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )		38,92	38,25	40,65	46,62	50,16	53,02
<b>Total (R\$)</b>		<b>194.577,50</b>	<b>191.262,50</b>	<b>203.247,50</b>	<b>233.082,50</b>	<b>250.805,00</b>	<b>265.085,00</b>
		<b>Custo total para a mistura com proporção de 50% OD e 50% OSR</b>					
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )		36,12	35,68	36,18	38,80	39,42	43,64
<b>Total (R\$)</b>		<b>180.600,00</b>	<b>178.400,00</b>	<b>180.900,00</b>	<b>194.000,00</b>	<b>197.100,00</b>	<b>218.200,00</b>
		<b>Custo total para a mistura com proporção de 25% OD e 75% OSR</b>					

Total (R\$ h <sup>-1</sup> )	31,81	33,11	32,88	34,27	37,10	39,64
Total (R\$)	159.045,00	165.570,00	164.410,00	171.370,00	185.507,50	198.195,00
<b>Custo total para a mistura com proporção de 0% OD e 100% OSR</b>						
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )	28,64	28,42	29,19	29,87	31,89	33,45
Total (R\$)	143.210,00	142.085,00	145.955,00	149.330,00	159.455,00	167.240,00

De acordo com a tabela 13, houve alterações dos valores totais ao longo da vida útil do trator conforme a alteração das misturas e das cargas aplicadas ao trator. A Tabela 14 representa a porcentagem da variação dos valores em relação ao custo quando se utiliza somente a mistura com proporção de 100% de OD.

**TABELA 14** - Porcentagem da variação dos valores (lucro) em relação ao custo quando se utiliza 100% de OD como combustível.

<b>Custo total para a mistura com proporção de 100% OD em 5 anos de vida útil</b>						
Marchas	S/C	N	4°	3°	2°	1°
Total (R\$)	202.975,00	200.030,00	250.560,00	260.170,00	266.990,00	284.970,00
<b>Diferença percentual dos valores utilizando misturas de proporção com OSR em relação ao uso de 100% de OD</b>						
Misturas /marchas	S/C	N	4°	3°	2°	1°
25% OSR	4,15	4,38	18,88	10,41	6,06	6,98
50% OSR	11,02	10,81	27,80	25,43	26,21	23,43
75% OSR	21,64	17,23	34,38	34,13	30,52	30,45
100% OSR	29,44	28,97	41,75	42,60	40,28	41,31
<b>Diferença dos valores correspondentes a cada porcentagem das misturas com proporção de OSR em relação ao uso de 100% OD</b>						
Misturas /marchas	S/C	N	4°	3°	2°	1°
25% OSR	8.417,50	8.767,50	<b>47.312,50</b>	<b>27.087,50</b>	<b>16.185,00</b>	<b>19.885,00</b>
50% OSR	<b>22.375,00</b>	<b>21.630,00</b>	<b>69.660,00</b>	<b>66.170,00</b>	<b>69.990,00</b>	<b>66.770,00</b>
75% OSR	<b>43.930,00</b>	<b>34.460,00</b>	<b>86.150,00</b>	<b>88.800,00</b>	<b>81.482,50</b>	<b>86.775,00</b>
100% OSR	<b>59.765,00</b>	<b>57.945,00</b>	<b>104.605,00</b>	<b>110.840,00</b>	<b>107.535,00</b>	<b>117.730,00</b>

Percebe-se que à medida que se aumenta a carga aplicada, e com o aumento da concentração de OSR nas misturas, ocorre uma variação nos valores, demonstrando uma economia no custo em cinco anos da vida útil do trator podendo variar de 8.417,50 a 117.730,00 reais. Observa-se nos valores marcados em vermelho a economia que o uso das misturas proporciona em relação à utilização do óleo diesel, essa economia representa aproximadamente, e, ate mesmo um valor superior ao da aquisição do trator em estudo.

### CONCLUSÃO

A massa específica das misturas aumenta, com o aumento da porcentagem de OSR e diminui com o aumento da temperatura; O aquecimento da mistura de 100 % OSR, de 40 para 90°C, reduziu em até 90,4 % a sua viscosidade.

O poder calorífico da mistura de 25 % OSR e 75 % OD foi o mais próximo ao do OD, com diferença de apenas 48 kcal porém, a potência máxima encontrada, de 27,13 kW, foi verificada na mistura de 100 % OD com 0 % OSR;

As misturas com maior percentagem de OSR apresentam maior consumo de combustível em relação ao do OD e a mudança da percentagem da mistura de combustível provocou variação no torque do motor, sendo que a mistura de 100 % OD com 0 % OSR apresentou o maior valor;

O OSR mostrou-se uma alternativa viável para ser utilizado em misturas com OD para acionamento de motores. A utilização das misturas de OD com OSR são viáveis economicamente quando o trator é submetido a uma carga elevada e analisando os custos e as diferença dos valores correspondentes a cada percentagem das misturas com proporção de OSR em relação ao uso de 100% OD, podemos observar que o lucro pode variar desde R\$ 8.417,50 a R\$ 117.730,00 em 5 (cinco) anos.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO-ANP. **Portaria ANP N° 310**, de 27 de Dezembro de 2001. Diário Oficial da União de 28/12/2001.

BARNES H. A., HUTTON J. F. & WALTERS K. **An Introduction to Rheology**. 1ª ed. New York, Elsevier Science 1991, p.1991.

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

CARVALHO, J.A.; SIQUEIRA, W.C.; ABRAHÃO, S. A.; ROMANO, L. R. **Caracterização do óleo de soja reutilizado submetido a três processos de limpeza**. 2013. Trabalho apresentado no 6º Simpósio Nacional de Biocombustíveis, Canos, 2013.

FARIA I. D. **Aspectos físico-químicos e ambientais dos combustíveis**. Distrito Federal. Centro de Estudos e da Consultoria do Senado, 2010, p.6.

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

GROTTA D. C. C. **Desempenho de um trator agrícola em operação de gradagem utilizando biodiesel etílico filtrado de óleo residual como combustível**. 2003. 44f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal, 2003.

KNOTHE G. **A história dos combustíveis derivados de óleos vegetais**. In: KNOTHE G., VAN GERPEN J & KRAHL J. (EDS.). **Manual de Biodiesel**. São Paulo, Editora Blucher, (2006). p.05-18.

LANÇAS K. P. **Desempenho operacional de pneus radiais em função da pressão de inflação, da lastragem e do deslizamento das rodas de tratores agrícolas**. 1996. 171f. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 1996.

MASIERO F. C., LANÇAS K. P. & MONTEIRO L. A. Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA). **Revista Engenharia na Agricultura**, 2011, v.26, p. 55-73.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas – ensaios e certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722p.

MONTEIRO L. A., ALBIERO D., SOUZA F. H., MELO R. P. & CORDEIRO I. M. Rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência. **Revista Ciência Agronômica**, 2013, v.44, p. 70-75.

MONTEIRO L. A. **Desempenho operacional e energético de um trator agrícola em função do tipo de pneu, velocidade de deslocamento, lastragem líquida e condição superficial do solo**. 2009. 69f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agronômicas,. Botucatu, 2009.

PACHECO E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

RIBEIRO R. A., QUEIROZ M. G. M. N., ALVES V. L., PRATA ERBA, BARBOSA E. S., SANTOS E. & MOTA BSN (2010). Efeitos do tempo de armazenamento sobre as propriedades físico-químicas de óleo de *Jatropha curcas* (Pinhão Manso). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, 14:1-7.

SIQUEIRA, W. C.; FERNANDES, H. C.; ABRAHÃO, S. A.; ALVARENGA, C. B. **Caracterização de misturas de óleo diesel com óleo de soja reutilizado para acionamento de motores de combustão interna**. Artigo apresentado no 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Belo Horizonte, 2010.

SIQUEIRA W. C. **Utilização de misturas de óleo Diesel e óleo de soja reutilizado em um trator agrícola de pneus**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

SIQUEIRA, W.C. **Avaliação técnica e de custos da utilização do óleo de pinhão-manso em trator agrícola**. 2012. 65f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SCHLOSSER J. F., MACHADO P. R. M. & CAMARGO M. N. Desempenho de misturas pré aquecidas de óleo de soja cru e Diesel como combustível para motores agrícolas. **Ciência Rural**, v.37, p.1329-1335, 2007.

SORANSO A. M. **Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado etílico e metílico**. 2006. 68f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.

TORRES E. A. Avaliação de um motor do ciclo diesel operando com óleo de dendê para suprimento energético em comunidades rurais. Trabalho apresentado no 3º



Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP/SBEA, 2000..

VIDAL J. W. B. Heranças do petróleo. **In: Uczai P (Ed.). Inevitável Mundo Novo: a relação entre energias renováveis, produção de alimentos e o futuro do planeta**, 2009, Chapecó. Pallotti. p.376.