

OS COMBUSTÍVEIS VERDES DO BRASIL - AVALIAÇÃO DA LUBRICIDADE DO ÓLEO BIODIESEL B5 E ÓLEOS VEGETAIS DE COCO E MAMONA

Aline Cristina Mendes de Farias, alinecmfarias@ufrnet.br¹
Jaciana Silva de Santana, jaciana_santana@yahoo.com.br¹
Manoel Fernandes de Oliveira, manoelfernandes@cefetrn.br¹
Janaina Silva de Santana, santana.js@ufrnet.br¹
Cleiton Rubens Formiga Barbosa, cleiton@ufrnet.br^{1,2}
João Telésforo Nóbrega de Medeiros, jtelesforo@yahoo.com^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Eng. Mecânica – UFRN, Av. Sen. Salgado Filho, S/N, Lagoa Nova – Natal/RN

²Departamento de Eng. Mecânica – UFRN, Av. Sen. Salgado Filho, S/N, Lagoa Nova – Natal/RN

Resumo: *O biodiesel é uma opção brasileira ambiental e economicamente geradora de tecnologia, de divisas e de renda. Clima favorável, grande extensão de solo agricultável, vocação para o agronegócio e preço do petróleo elevado são fatores que alavancam essa alternativa economicamente competitiva. Um óleo Diesel convencional tem viscosidade 3,6 cSt e massa específica 0,855 g/ml, em contraposição aos óleos B100 obtidos a partir de milho (34,9 cSt e 0,9095 g/ml), algodão (33,5 cSt e 0,9148 g/ml), amendoim (39,6 cSt e 0,9026 g/ml), soja (32,6 cSt e 0,9138 g/ml), girassol (33,9 cSt e 0,9161 g/ml), palma (39,6 cSt e 0,9180 g/ml) e babaçu (30,3 cSt e 0,9460 g/ml). Do ponto de vista tribológico, a lubricidade do Biodiesel e o tempo de vida da linha de alimentação do combustível se correlacionam. Cinco grandes fabricantes europeus da cadeia automotiva de equipamentos de injeção de combustível Diesel e Biodiesel, Delphi, Denso, Bosch, Continental e Stanadyne, emitiram nota pública em setembro de 2009, compartilhando com os usuários de veículos a responsabilidade pelo uso de combustíveis Diesel. Eles chamaram à atenção à Norma norte-americana de 2009, ASTM D 975-09, que tolera dimensão da escara $d_e < 520 \mu\text{m}$ em ensaio HFRR (pela norma ISO 12156-1, $d_e < 460 \mu\text{m}$) e também ao tempo de vida em serviço dos componentes mecânicos que será adversamente afetado pelo uso de óleo biodiesel de plantas não-esterificadas, mesmo que satisfaçam às normas DIN V 51605. Este trabalho dedica-se à determinação e à avaliação da lubricidade de quatro óleos, B5, óleo diesel convencional, óleo de mamona e óleo de coco, em equipamento convencional que utiliza uma sonda de deslizamento alternado de alta frequência (High Frequency Reciprocating Test Rig, HFRR). Os resultados dos ensaios de lubricidade das amostras com os quatro óleos investigados são discutidos a partir dos pontos-de-vista dos produtores de óleo, dos fabricantes automotivos e do meio-ambiente.*

Palavras-chave: lubricidade; desgaste; biodiesel de soja; óleo de mamona; óleo de coco

1. INTRODUÇÃO

Quando Rudolf Diesel inventou o motor diesel há mais de uma centena de anos, ele demonstrou o princípio de ignição por compressão do motor pelo emprego de óleo de amendoim como combustível e sugeriu que os óleos vegetais poderiam ser o combustível do futuro para motores diesel. Contudo, o petróleo foi descoberto mais tarde e substituiu os óleos vegetais como combustíveis de motores devido ao seu abundante fornecimento (Agarwal *et al*, 2008).

Os combustíveis fósseis são recursos exauríveis e a busca por recursos renováveis é cada vez mais importante para garantir a segurança energética e a proteção ambiental (Agarwal *et al*, 2008).

Nos últimos anos tem havido uma necessidade crescente do fornecimento de combustíveis ambientalmente corretos, principalmente para utilização em motores de ignição por compressão. Este fato está determinando a redução gradual de compostos de enxofre, aromáticos, polares e de material particulado. A diminuição do teor destes compostos no diesel provoca a redução da poluição do meio ambiente além de sua lubricidade, aumentando, desta forma, o desgaste de componentes do sistema de injeção de combustível (Bovington *et al*, 1994; Martins, 2005).

A lubricidade é uma medida do poder de lubrificação de uma substância, sendo uma função de várias de suas propriedades físicas, destacando-se a viscosidade e a tensão superficial. Diferentemente dos motores movidos à

gasolina, os motores diesel exigem que o combustível tenha propriedades de lubrificação, especialmente em razão do funcionamento da bomba, ou seja, em escoamento, possa lubrificar suas peças em movimento relativo (Possidonio, 2008).

Segundo Agarwal *et al.*, 2008, os óleos vegetais apresentam teor de aquecimento, número de cetano, calor de vaporização e razão estequiométrica ar/combustível comparáveis ao óleo diesel mineral. Devido a estas características, segundo Souza; Duarte & Ferreira; Guidone apud MAZIERO *et al.* (2007), eram comuns, entre 2003 e 2004 em feiras agrícolas, demonstrações de tratores sendo abastecidos com óleo vegetal bruto. Desde então, muitos produtores, por desinformação (confundem biodiesel com óleo vegetal bruto), ou por uma falsa idéia de economia (custo do litro de diesel X custo do litro de óleo vegetal), passaram a utilizar em suas máquinas agrícolas diferentes tipos de óleos vegetais puros ou misturados ao diesel. Tais experiências contrariam a maioria das citações encontradas sobre o uso de óleo vegetal in natura para alimentar motores diesel.

Os principais problemas encontrados, de acordo com Peterson *et al.*, Fuls *et al.*, e Chiaramonti e Tondi apud MAZIERO (2007), são carbonização dos bicos injetores, travamento de anéis dos pistões, contaminação do óleo lubrificante, entre outros (p. 249). Os bicos injetores são os primeiros componentes a apresentarem problemas devido à presença da glicerina, causando entupimento, carbonizando o motor, criando depósitos nas sedes de válvulas, provocando problemas nos pistões e podendo chegar a fundir o motor Diesel. Aliado a isto, há liberação de substância tóxica (acroleína) para o meio ambiente. A mistura de diesel + óleo vegetal não é recomendada e/ou autorizada pelos fabricantes de motores Diesel, como pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), pois esta mistura acarreta a contaminação do óleo do motor e não permite a sua lubrificação (Revista O Carreiteiro, 2007). Por outro lado, o uso de biodiesel é uma solução para aumentar a lubrificidade de combustíveis diesel de baixo teor de enxofre (Wain *et al.*, 2005).

A principal importância do uso de biodiesel está relacionada à necessidade de redução da maior parte dos gases presentes nas emissões de motores, os quais também são responsáveis pelo aquecimento global (Knothe *et al.*, 2006). As misturas de biodiesel promovem a formação de um combustível superior ao diesel por causa do seu baixo teor de enxofre, elevado ponto de fulgor e baixo teor de aromáticos. Motores que utilizam biodiesel emitem poucos poluentes. O biodiesel pode ser usado na sua forma pura ou como aditivo ao combustível diesel para melhorar suas propriedades (Agarwal *et al.*, 2008).

Embora o biodiesel forneça uma quantidade de energia cerca de 10% menor que o diesel de petróleo, seu desempenho no motor é praticamente o mesmo no que diz respeito à potência e ao torque. Por apresentar maior viscosidade, o biodiesel proporciona maior lubrificidade que o diesel mineral e tem-se observado redução no desgaste das partes móveis do motor. Por outro lado, o biodiesel possui estruturas moleculares mais simples que o seu precursor, os triglicerídeos, logo, a sua viscosidade é comparativamente menor que estes, apresentando maior eficiência de queima, reduzindo significativamente a deposição de resíduos nas partes internas do motor (Lôbo e Ferreira, 2009).

O presente trabalho avalia a lubrificidade do diesel convencional (1), B5 (a), uma mistura do diesel convencional com a adição de 5 % de biodiesel de soja (2), e dos óleos vegetais de mamona (b) e de coco (c), Fig. (1).

2. MATERIAIS E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

As amostras de combustível diesel e de biodiesel de soja, necessárias para a obtenção do B5, foram cedidas pelo Núcleo de Processamento Primário de Reuso de Água Produzida- NUPRAR/UFRN, enquanto que as amostras dos óleos de mamona e coco foram adquiridas comercialmente.

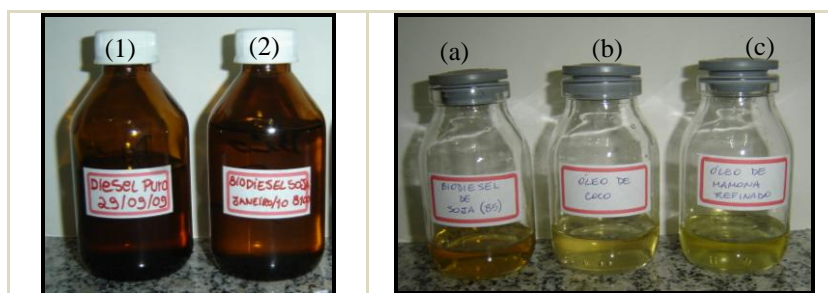


Figura 1. Amostras de diesel convencional (1) e biodiesel de soja (2) à esquerda. Biodiesel de soja B5 (a) e óleos de coco (b) e mamona (c) utilizadas para avaliação de lubrificidade HFRR.

Os valores de massa específica para o biodiesel de soja B5, diesel convencional e para os óleos de coco e de mamona, assim como o potencial hidrogeniônico são apresentados na Tab. (1).

Tabela 1. Valores de massa específica e potencial hidrogeniônico para o biodiesel B5, diesel convencional e dos óleos de coco e mamona, segundo caracterização do NUPEG-UFRN, 2009

Amostra	Massa Específica (Kg/m ³)	Potencial de Hidrogênio (pH)
Biodiesel de soja (B5)	828	5
Diesel Convencional	821	5
Óleo de Coco	918	5
Óleo de Mamona	956	5

2.2. Avaliação da Lubricidade

A lubricidade é um termo qualitativo que descreve a habilidade de um fluido afetar *o atrito entre* superfícies sob carga e com movimento relativo, bem como *o desgaste nessas* superfícies. Ela é avaliada pela *escara do desgaste*, em μm , produzida em uma esfera animada com deslizamento alternado contra um plano estacionário (ASTM D6079-04). Pode-se inferir da definição da ASTM que quanto maior a lubricidade, menor a escara do desgaste, assegurando eficácia ao filme lubrificante interfacial em sua ação de separação das superfícies sob movimento relativo.

Quando duas superfícies em contato deslizam uma sobre a outra, sob carga, a interação entre suas asperezas é responsável por gerar as forças de contato que se opõem ao movimento (conhecidas como forças de atrito), que têm parte de suas energias dissipadas na forma de calor, ruído e desgaste dos materiais envolvidos no contato. Se entre as superfícies houver um material servindo de interface entre o contato das superfícies e agindo de modo a diminuir estas forças de atrito, diz-se que o deslizamento é lubrificado (Hutchings, *apud* JOAQUIM, 2007).

Em alguns sistemas lubrificados, o lubrificante pode não evitar completamente o contato entre as asperezas, entretanto, poderá reduzir a resistência das junções formadas. O filme lubrificante interfacial caracteriza-se por uma tensão de cisalhamento menor que a dos materiais das superfícies envolvidas. Essas relações entre essas duas tensões, do filme interfacial e das superfícies e entre a espessura do filme e as asperezas são discutidas por Hutchings, 1992, que as associa à deformação plástica das asperezas e ao coeficiente de atrito entre as superfícies.

Quando o contato entre as superfícies metálicas (esfera-plano) apresenta um percentual de filme próximo de zero significa que há uma queda de potencial no contato e, portanto as superfícies estão significativamente mais próximas. Uma vez que as superfícies estão mais afastadas, devido à presença do fluido com maior capacidade de lubrificação, o atrito será menor. Ou seja, o coeficiente de atrito no ensaio HFRR é função do percentual de filme de combustível ou óleo lubrificante formado entre as superfícies, e indica o nível de lubricidade do fluido analisado.

A lubricidade foi avaliada através de ensaios em uma máquina HFRR pertencente ao GET – Grupo de Estudos de Tribologia e Integridade Estrutural da UFRN. Neste equipamento, a quantidade de 2 mL de combustível ou óleo deve ser adicionada a um recipiente que contém o par tribológico em contato (esfera, $66 > \text{HRC} > 58$, $R_a = 0,05 \mu\text{m}$, contra disco torneado, lapidado e polido, $210 > \text{HV}_{0,03} > 190$, $R_a = 0,02 \mu\text{m}$, ambos de aço AISI E-52100), submetido a um ensaio HFRR, de deslizamento alternado de amplitude 1 mm e frequência 50 Hz, durante 75 minutos. Após este tempo, a esfera é sacada do *locus* de ensaio e o excesso de óleo removido com papel absorvente. As dimensões da cratera de desgaste formada na superfície da esfera são avaliadas em um microscópio óptico com ampliação de 100 vezes.

A média aritmética dos diâmetros maior (x) e menor (y) da elipse da escara é o número que descreve o desgaste da esfera, a quem se associa o grau de lubricidade do combustível. Este número é chamado de WSD (Wear Scar Diameter) pela norma ASTM D 6079-04. Valores WSD altos indicam um maior desgaste da esfera e, portanto, um fluido com menor lubricidade e vice-versa (Joaquim, 2007).

No plano laboratorial, para cada fluido combustível (biodiesel de soja B5, diesel convencional, óleos de mamona e coco), foram realizadas sete determinações, segundo as condições apresentadas na Tab.(2) (ASTM D-6079), verificando também a repetitividade dos dados de coeficiente de atrito, percentual de filme interfacial, temperatura e diâmetro médio da escara de desgaste (WSD).

A Figura (2) apresenta o disco e a esfera posicionados nos respectivos suportes e a configuração do contato tribológico no equipamento HFRR.

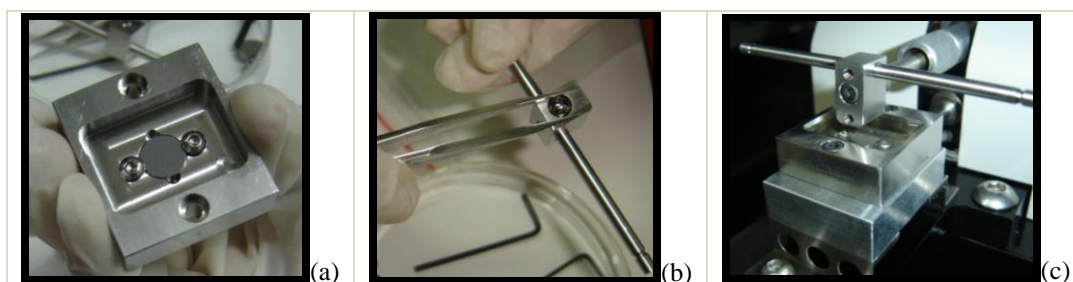


Figura 2. Posicionamento do disco e da esfera nos suportes (a) e (b), respectivamente, e configuração do contato tribológico no equipamento HFRR (c).

Na Figura (3) é apresentado o diagrama esquemático do equipamento HFRR, detalhando-se o posicionamento do material a ser avaliado e os principais componentes da máquina de ensaio.

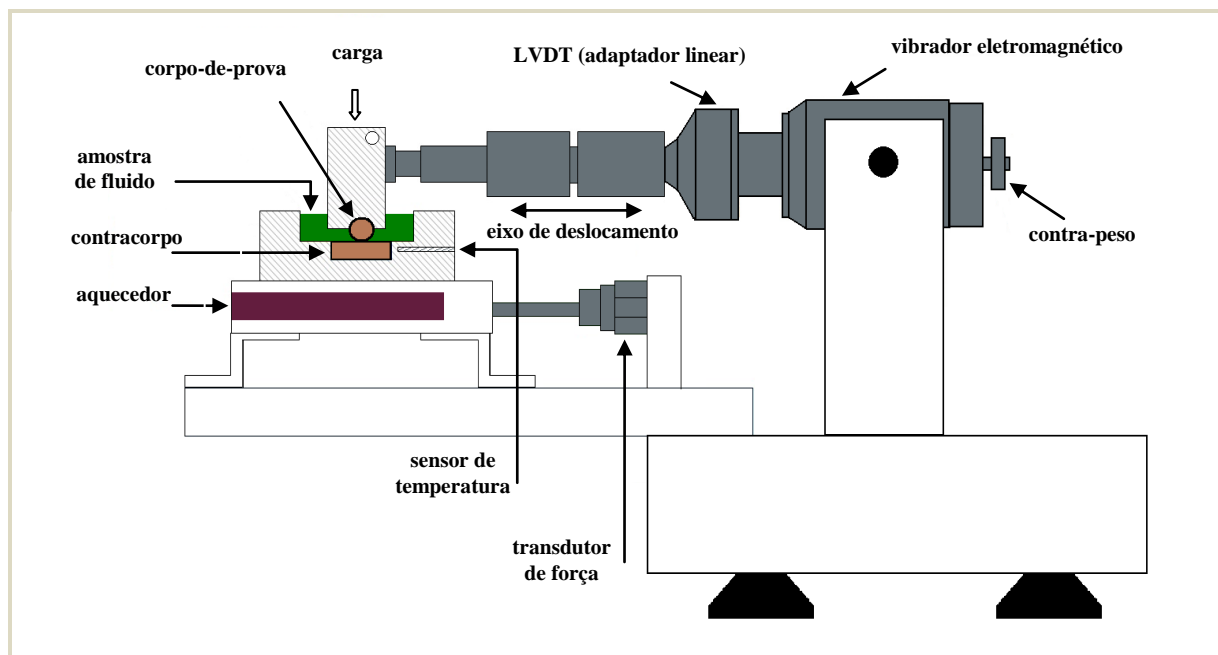


Figura 3. Diagrama esquemático do ensaio no equipamento de lubrificidade HFRR.

A Tabela (2) apresenta as condições de ensaios, de acordo com a norma ASTM D 6079-04, adotadas para as análises realizadas com biodiesel de soja (B5) e os óleos de mamona e coco, à temperatura de 60 °C.

Tabela 2. Condições de ensaio – Norma ASTM D 6079-04 (60 °C).

Volume do fluido (mL)	$2 \pm 0,20$
Comprimento do golpe (mm)	$1 \pm 0,02$
Frequência (Hz)	50 ± 1
Temperatura do fluido (°C)	60 ± 2
Umidade relativa (%)	> 30
Carga aplicada (N)	$2 \pm 0,01$
Duração do ensaio (min)	$75 \pm 0,1$
Área superficial	$6 \pm 1 \text{ cm}^2$
Distância de Deslizamento (m)	450
Velocidade (m/s)	0,1

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura (4) são apresentados os gráficos com as curvas de temperatura, porcentagem do filme e coeficiente de atrito para os ensaios realizados, respectivamente, com o biodiesel de soja B5, diesel convencional e óleos de mamona e coco (apenas uma determinação/ repetição). O tempo de ensaio especificado pela Norma ASTM D-6079-04, foi de 4.500 segundos (75 minutos).

Comparando-se os as curvas de porcentagem de filme para o biodiesel B5 (Fig. (4a)) e para o óleo diesel convencional (Fig. (4b)), nota-se uma maior variação para este último, sugerindo que o filme interfacial da amostra de B5 de soja possui mais estabilidade que para o diesel convencional; enquanto que, comparando-se os óleos vegetais, a amostra de óleo de mamona (Fig. 4(c)) apresenta valores mais estáveis (100 % de filme interfacial) que para a amostra de óleo de coco (Fig. (4d)).

As imagens de escara de desgaste, correspondentes aos ensaios de lubrificidade HFRR da Fig. (4) são apresentadas nas Fig. (5), as quais foram obtidas através de microscópio óptico com ampliação de 100 vezes. Os aspectos apresentados nas imagens indicam que se trata de um desgaste abrasivo com a formação de escara de desgaste na esfera de aço AISI 52100. Segundo as imagens analisadas, a maior escara é encontrada para o diesel convencional.

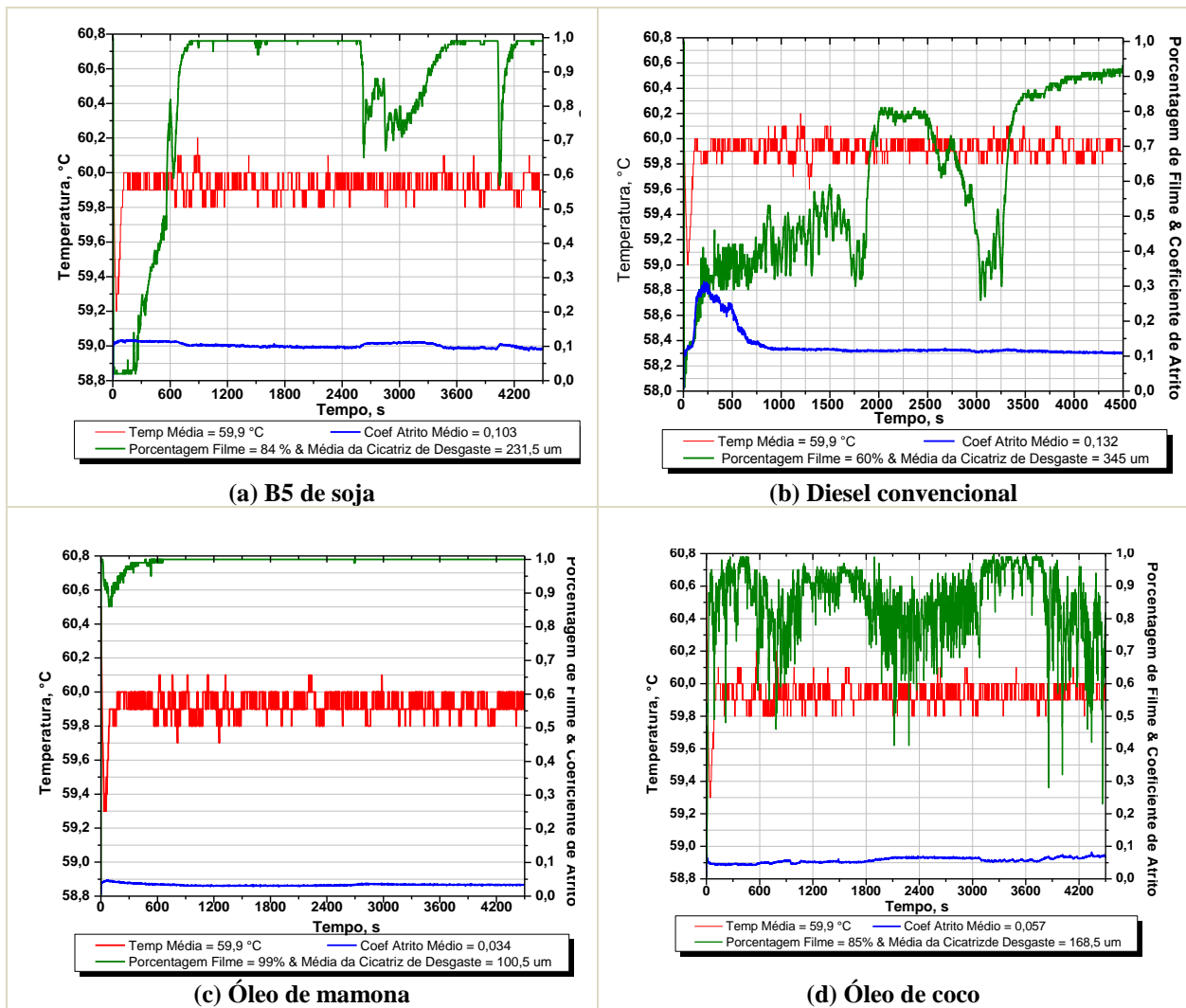


Figura 4. Ensaio de lubrificidade HFRR: B5 de soja (a), diesel convencional (b), óleo de mamona (c) e de coco (d).

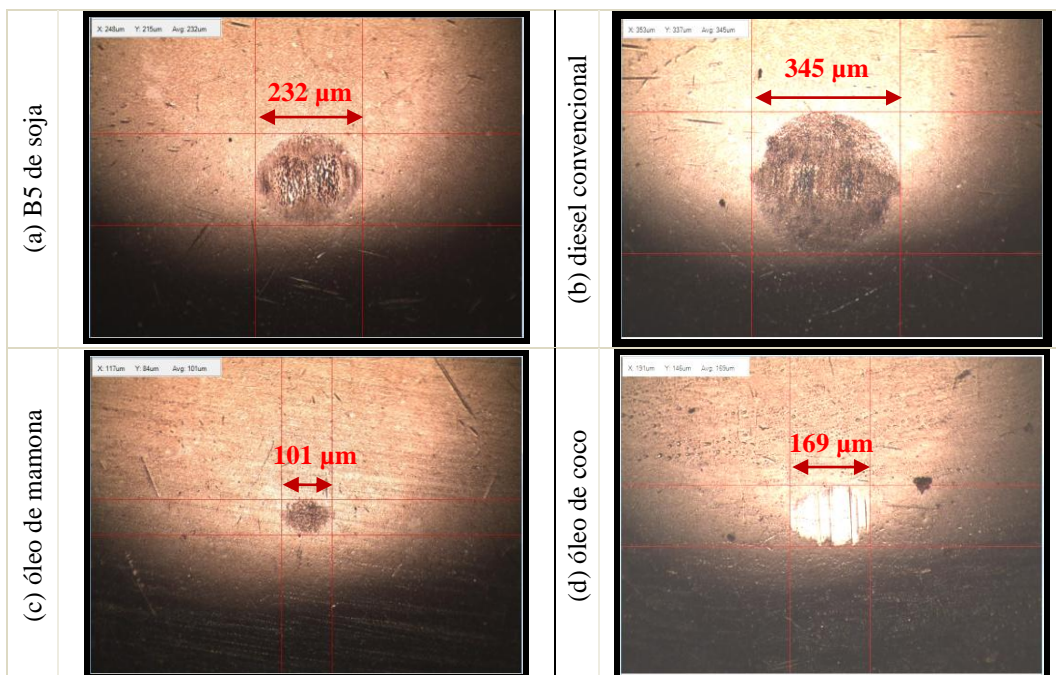


Figura 5. Imagem das escaras de desgaste correspondentes aos gráficos da Fig. (4). Diâmetro médio de escara medido para o B5 de soja (a), diesel convencional (b) e óleos de mamona (c) e coco (d). Ampliação: 100 vezes.

Os resultados completos dos ensaios de lubrificidade HFRR para os fluidos analisados são apresentados pelos gráficos de temperatura na Figs. (6-7); percentual de filme interfacial; Fig. (8) e; coeficiente de atrito, Fig. (9). O resultado do diâmetro médio da escara de desgaste (WSD) é apresentado na Fig. (10).

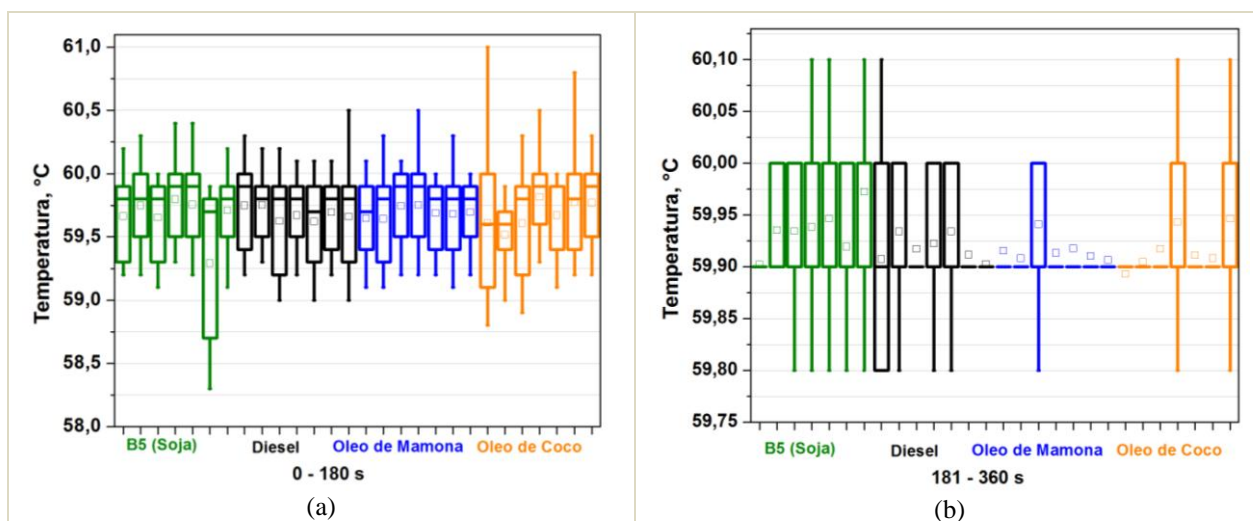


Figura 6. Dados de temperatura do ensaio HFRR: (a) temperatura obtida durante o running-in (0 – 180 s) e (b) no regime estacionário (181 -360 s) para os fluidos B5 de soja, diesel convencional e óleos de mamona e coco.

Como é observado nos gráficos (a) e (b) da Fig. 6, a dispersão dos dados ocorre mais acentuadamente nos primeiros 180 segundos (“running-in”) para todos os fluidos analisados. Entretanto, no gráfico (b), a dispersão é mais freqüente para o B5 de soja. É importante ressaltar que os resultados são apresentados apenas para dois intervalos de tempo (0 a 180 s e 181 a 360 s). Na Figura (7) são apresentados os dados de temperatura para o ensaio completo (4500 segundos). Observa-se que, para este nível de dados, a dispersão é praticamente igual para todos os fluidos, apresentando valores médios de temperatura de $59,92 \pm 0,1$ °C.

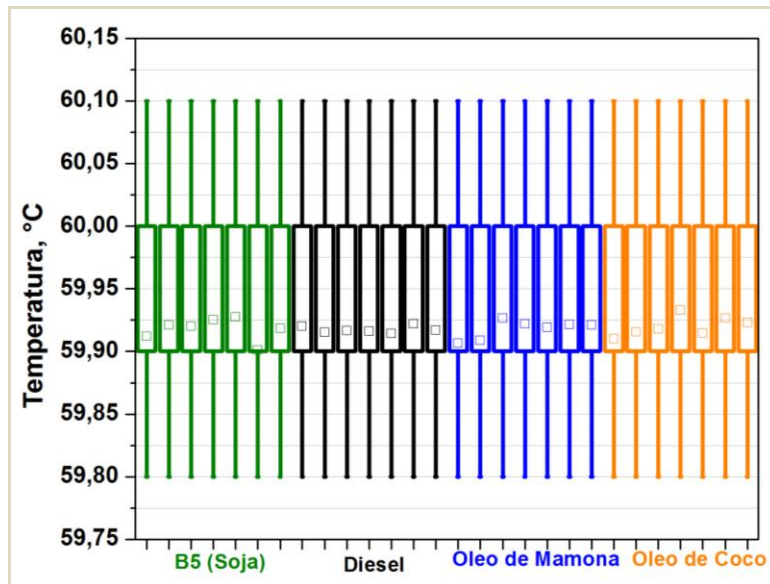


Figura 7. Dados de temperatura do ensaio HFRR: Temperatura obtida durante todo o ensaio (4500 segundos) para o B5 de soja, diesel convencional e óleos de mamona e coco.

Conforme o gráfico da Fig. (8), o percentual do filme interfacial dos fluidos analisados apresenta maior dispersão e valores relativamente baixos para o diesel convencional, com base nestes dados, é esperado que o mesmo apresente maior coeficiente de atrito e desgaste. Ainda com relação aos dados deste gráfico, é nota-se que B5 de soja obteve melhor resultado (88 ± 2 %) quando comparado ao diesel convencional (58 ± 1 %) e ao óleo de coco (88 ± 9 %), indicando que o seu filme parcial hidrodinâmico parcial é mais estável que para o diesel convencional e o óleo de coco. No caso do óleo de mamona, praticamente não há dispersão dos dados, obtendo um percentual médio de filme de 99 ± 1 %.

A eficiência do filme interfacial do fluido interfere diretamente no coeficiente de atrito. Quando não há espessura de filme suficiente, o coeficiente de atrito aumenta, e com isto há contato entre as asperezas do par esfera-plano. A Figura (9) apresenta os resultados dos coeficientes de atrito obtidos para o B5 de soja ($0,100 \pm 0,002$), diesel convencional ($0,125 \pm 0,005$), óleos de mamona ($0,031 \pm 0,001$) e coco ($0,052 \pm 0,007$).

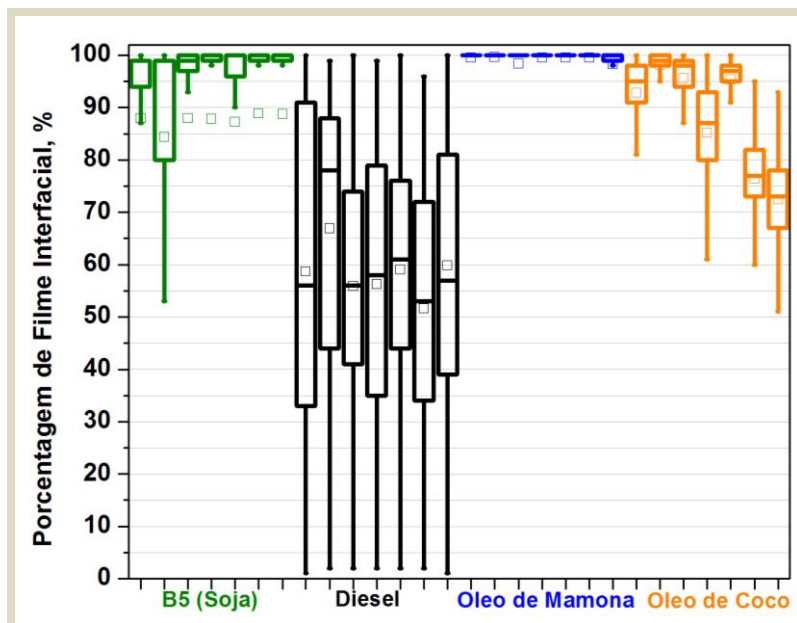


Figura 8. Gráfico do percentual de filme interfacial para o B5, diesel convencional e óleo de mamona e coco.

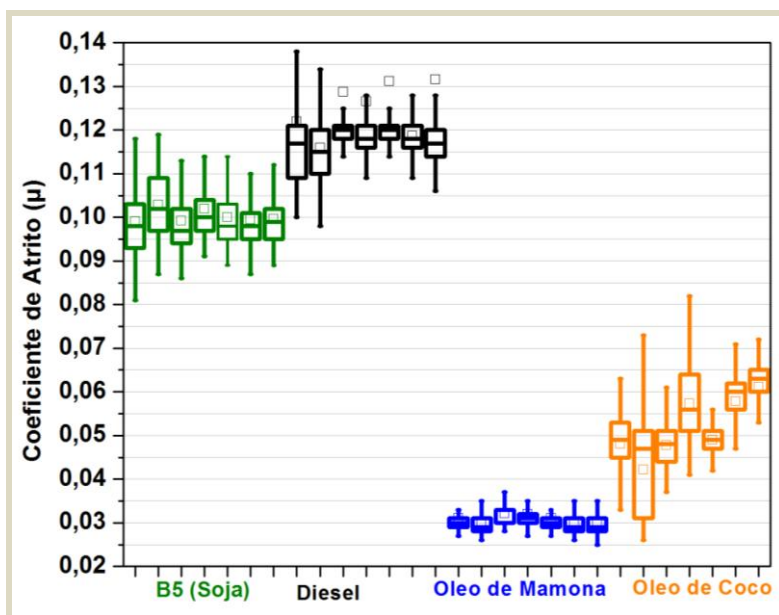


Figura 9. Gráfico do coeficiente de atrito para o B5 de soja, diesel convencional e óleos de mamona e coco.

Pode-se verificar na Fig. (9) que o B5 de soja obteve os menores coeficientes de atrito que o diesel convencional. De acordo com o gráfico da Fig. (8), este resultado já era esperado. Uma vez que o percentual de filme do B5 foi maior, o coeficiente de atrito é menor. O mesmo ocorre quando os óleos de mamona e coco são comparados entre si, entretanto, os resultados para o B5 de soja são menos dispersos que os do óleo de coco.

Na Figura (10) são mostrados os resultados dos valores de diâmetro médio da escara de desgaste (WSD) para os fluidos analisados. Comparando-se os gráficos das Figs. (8 e 9) com o gráfico da Fig. (10), pode-se inferir, neste caso, que o percentual de filme interfacial é inversamente proporcional ao coeficiente de atrito, pois o diesel obteve menor percentual de filme interfacial, maior coeficiente de atrito e, conseqüentemente, WSD ($347,0 \pm 15,3 \mu\text{m}$), 40 % maior que para o B5 de soja WSD ($209,5 \pm 15,6 \mu\text{m}$). Seguindo esta linha, os óleos de mamona e coco obtiveram, respectivamente, WSD $100,8 \pm 3,2 \mu\text{m}$ e WSD $156,0 \pm 8,9 \mu\text{m}$ (≈ 16 % maior que para o de mamona e ≈ 15 % menor que para o B5).

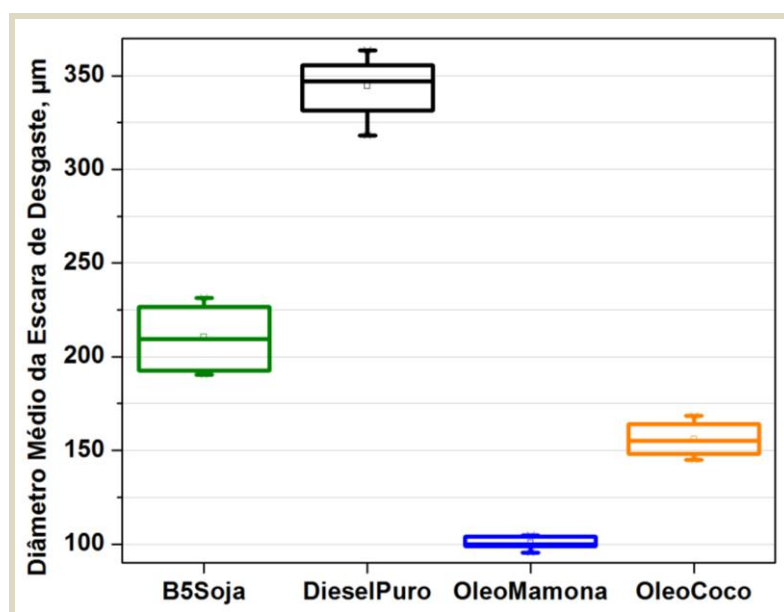


Figura 10. Gráfico do diâmetro médio da escara de desgaste (WSD) para o B5, diesel convencional e óleos de mamona e coco.

De acordo com a BOSCH e a norma ISO 12156 ($WSD < 460 \mu m$), o limite superior prescrito para evitar o desgaste excessivo do sistema de injeção é de $WSD 400 \mu m$ a $60^{\circ}C$ (Cruz, *et al*, 2007). E seguindo o critério apenas sob o aspecto de lubrificidade, através dos resultados apresentados, sugere-se que o B5 (mistura diesel + 5 % de éster de soja) oferece melhores condições de lubrificação em um sistema mecânico e, como consequência, menor desgaste dos componentes do sistema de injeção (bico injetor, por exemplo), porém, o diesel convencional (diesel mineral sem adição de biodiesel) também pode ser classificado como adequado para utilização em motores diesel.

No caso do consumo de óleos vegetais no motor diesel, estes não representam vantagens econômicas ou ambientais, pois, pensar de não haver substâncias tóxicas em sua composição, os óleos *in natura* apresentam redução acentuada no desempenho mecânico e alterações prejudiciais no motor, tais como: contaminação do óleo lubrificante e formação de incrustações no interior do motor (incluindo bico injetor) e na cabeça do pistão e formação de depósitos tipo verniz no porta-válvulas e nos parafusos da bomba alimentadora e da entrada da bomba injetora (Maziero, 2007). Com isto, haverá maiores custos com a troca deste componente e até redução da vida útil do motor Diesel. Sendo assim, a aplicação adequada destes óleos dar-se-á na forma de ésteres pós o processo de transesterificação., o qual transformará os óleos em ésteres, tornando-os compatível (miscíveis) ao óleo diesel.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados de percentual de filme interfacial e coeficiente de atrito, a melhor lubrificidade encontrada foi para a mistura diesel convencional + 5 % de éster de soja (B5), quando comparado ao diesel convencional (sem adição de biodiesel), sendo obtidos valores de WSD 40 % mais baixos que para o diesel convencional. Considerando apenas os resultados de desempenho tribológico (lubrificidade), considera-se que o biodiesel B5 de éster de soja promoverá menos desgaste para o sistema de injeção, em relação ao diesel convencional (diesel mineral sem adição de biodiesel).

Quando comparado ao desempenho da lubrificidade dos óleos vegetais de mamona e coco, o B5 de soja apresenta lubrificidade inferior aos mesmos (WSD 30 % e WSD 15 % maiores, respectivamente). Porém, sabe-se que os óleos vegetais *in natura* não apresentam vantagens econômicas, uma vez que os mesmos podem provocar diversas avarias no sistema de injeção e no motor, resultando em maiores custos pelas substituições dos componentes danificados. Por isso é recomendado seu uso após processo de transesterificação para atenderem aos padrões das normas atuais de lubrificidade e demais características, e às recomendações dos fabricantes de motor Diesel.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao departamento de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM/UFRN) e ao suporte técnico dos responsáveis e técnicos dos laboratórios da UFRN: Grupo de Estudos de Tribologia e Integridade Estrutural e ao professor Eduardo Lins do Núcleo de Processamento Primário de Reuso de Água Produzida- NUPRAR/UFRN.

6. REFERÊNCIAS

- Agarwal, D., Kumar, L., Agarwal, A.K., 2008, "Performance evaluation of a vegetable oil fuelled compression ignition engine", *Renewable Energy* 33 (1147 – 1156).
- Bovington, C., Caprotti, R., Meyer, K., Spikes, H.A., 1994, "Development of a laboratory test to predict properties of diesel fuels and its application to the development of highly refined diesel fuels", 9th International Colloquium, ecological and economic aspects of tribology, Esslingen, Germany.
- Cruz, Y.R., Aranda, D.G., Alberto, C., 2007, "O biodiesel como aditivo melhorador de lubrificidade nas misturas álcool & diesel", Congresso de la Red Brasileña de biodiesel.
- Joaquim, C.R.O., 2007, "Verificação do comportamento da lubrificidade do óleo diesel veicular com adição de etanol", Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, São Paulo.
- Knothe, G., Gerpen, J.V., Krahl, J., Ramos, L.P., 2006, "Manual de Biodiesel", Ed. Edgard Blücher, São Paulo, Brasil.
- Lôbo, I.P., Ferreira, S.L.C., 2009, "Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos", *Revista Química Nova*, vol.32, N°6, 1596-1608.
- Martins, J., "Motores de Combustão Interna", 2005, 1ª edição, Publindústria Edições Técnicas, Portugal.
- Maziero, J.V.G.; Corrêa, I.M., Úngaro, M.R., Bernardi, J.A., Storino, M., 2007, "Desempenho de um motor diesel com óleo bruto de girassol", *R. Bras. Agrocência*, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 249-255.
- Possidonio, E. R., 2008, "Otimização das condições de síntese de biodiesel de óleo de soja, visando atender normas de qualidade da ANP." Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 33f.
- Revista O Carreteiro- Transporte. Edição 392, São Paulo, edição maio de 2007.
- Wain, K.S., Perez, J.M., Chapman, E., Boehman, A.L., 2005, "Alternative and low sulfur fuel options: boundary lubrication performance and potential problems", *Tribology International* 38 (313 – 319).

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

GREEN FUELS OF BRAZIL - AVALIATION OF LUBRICITY OF B5 BIODIESEL OIL AND COCONUT AND CASTOR OILS

Aline Cristina Mendes de Farias, alinecmfarias@ufrnet.br¹
Jaciana Silva de Santana, jaciana_santana@yahoo.com.br¹
Manoel Fernandes de Oliveira, manoelfernandes@cefetrn.br¹
Janaina Silva de Santana, santana.js@ufrnet.br¹
Cleiton Rubens Formiga Barbosa, cleiton@ufrnet.br^{1,2}
João Telésforo Nóbrega de Medeiros, jtelesforo@yahoo.com^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Eng. Mecânica – UFRN, Av. Sen. Salgado Filho, S/N, Lagoa Nova – Natal/RN

²Departamento de Eng. Mecânica – UFRN, Av. Sen. Salgado Filho, S/N, Lagoa Nova – Natal/RN

Abstract: *biodiesel is a Brazilian option enviromentally and economically generating tecnology, foreign exchange and income. Favorable climate, large expanse of arable land, calling for the agri-business and high oil prices are factors that leverage this alternative economically competitive. A conventional diesel oil viscosity is 3,6 cSt and specific weight 0,855 g/ml, in contrast to B100 oils obtained from corn (34,9 cSt e 0,9095 g/ml), cotton (33,5 cSt e 0,9148 g/ml), peanut (39,6 cSt e 0,9026 g/ml), soybean (32,6 cSt e 0,9138 g/ml), sunflower (33,9 cSt e 0,9161 g/ml), palm (39,6 cSt e 0,9180 g/ml) and babassu oil (30,3 cSt e 0,9460 g/ml). From the tribological point of view, the lubricity of Biodiesel and the lifetime of the fuel are correlated. Five major European manufacturers of equipment for the automotive fuel injection Diesel and Biodiesel, Delphi, Denso, Bosch, Continental and Stanadyne, public statement issued in September 2009, sharing with users of responsibility for the vehicles use diesel fuel. They called attention to the American Standard 2009, ASTM D 975-09, tolerates wear scar diameter - WSD < 520 µm (by the standard ISO 12156-1, WSD < 460 µm) and, also for the lifetime of components in service mechanics who will be adversely affected by the use of oil biodiesel from non-esterfied plants, even if they meet the standards DIN V 51605. This work is dedicated to determining and evaluating the lubricity of three oils: B5, castor oil and coconut oil in conventional equipment using a sliding probe switched high frequency (High Frequency Reciprocating Test Rig, HFRR). The results of the lubricity tests of the samples with the three investigated oils are discussed from the points-o- view of oil producers, automotive manufacturers and the environment.*

Keywords: *lubricity; wear; soybean biodiesel; castor oil; coconut oil*