

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ENSAIOS PIN ON DISK PARA ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO DE LUBRIFICANTES POR BIODIESEL

Aparecido Carlos Gonçalves, cido@dem.feis.unesp.br¹

Maria da Consolação Fonseca de Albuquerque, sao@dec.feis.unesp.br¹

Karina Aschcar, cido@dem.feis.unesp.br³

¹UNESP Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Ilha Solteira, SP CEP 15385-000,

Resumo: Este trabalho descreve a utilização de uma máquina PIN-ON-DISK para simular o desgaste de dois componentes através da análise do lubrificante. Os componentes utilizados foram um pino de aço SAE 1020 que atrita contra um disco de bronze sob uma carga de 5 kg. Os lubrificantes para estas experiências foram contaminados com combustível em 2% e 5% v/v, em um backer, antes dos ensaios. Os combustíveis foram Diesel B5, biodiesel de origem animal e vegetal. No ponto de fulgor, através do equipamento Cleveland copo aberto, foi possível detectar a contaminação por combustível. Na análise da viscosidade foi possível verificar a utilização do óleo uma vez que o índice de viscosidade diminuiu pelo aumento da contaminação. O aditivo dispersante permaneceu ativo, mesmo após os testes de desgaste. As partículas encontradas nas lâminas de RPD variaram de 30 a 80 μm , o que mostra que o desgaste imposto é capaz de comprometer o desempenho do equipamento.

Palavras-chave: biodiesel, pin on disk, manutenção preditiva, análise de óleo.

1. INTRODUÇÃO

Em motores de combustão interna todas as peças possuem uma vida útil previamente estabelecida, com maior ou menor duração, de acordo com a função específica a elas atribuída. Funções, que em condições normais de funcionamento, atendem as expectativas previstas. Pela análise do óleo podem-se monitorar as condições destas peças. A análise dos óleos permite identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente (Gonçalves et al, 2006).

A identificação é feita a partir do estudo da quantidade de partículas, tamanho, forma e composição das mesmas, presentes nas amostras de lubrificante, que fornecerão informações precisas sobre as condições das superfícies em movimento sem a necessidade de se desmontar o conjunto a qual estas partes pertencem. Tais partículas sólidas são geradas pelo atrito dinâmico entre as peças em contato no conjunto. De acordo com o estudo destas partículas podem-se relacionar as situações de desgaste do conjunto e atribuí-las a condições químicas e físicas (Gonçalves et al, 2007).

Os aditivos são compostos químicos que melhoram ou conferem propriedades de óleos de base, que são utilizados na confecção de lubrificantes e graxas. A dispersão do aditivo é uma análise importante, pois através dela podemos saber se o óleo ainda tem a propriedade de dispersar as partículas formadas (Argawal, Bijwe, 2003).

O lubrificante precisa formar uma película de proteção entre as partes em movimento relativo, e por isso deve ter uma viscosidade apropriada para esta função. Também não pode ser tão viscoso ao ponto de oferecer resistência excessiva ao movimento das partes. Portanto, é preciso analisar a viscosidade do óleo, a qual muda de acordo com a pressão e temperatura em que se encontra o lubrificante. Quanto maior o índice de viscosidade menor é a variação da viscosidade com o aumento da temperatura (Anastapoulos, 2001).

O ponto de fulgor é uma propriedade do óleo que indica qual a máxima temperatura em que esse óleo pode ser utilizado, pois essa é a menor temperatura na qual o óleo desprende vapores que, em presença do ar, provocam um lampejo ao aproximar-se de uma pequena chama na superfície do óleo. Este trabalho tem portanto o objetivo de estudar a influência da contaminação de lubrificantes por biodiesel em um Equipamento Pin on disk. Em outros trabalhos os mesmos ensaios foram realizados em equipamento com movimento Alternativo .

2. BIODIESEL

Biodiesel é produto resultante da reação química entre óleos vegetais ou gordura animal com o Álcool (Etanol ou Metanol). É um combustível alternativo ao Diesel feito a partir de fontes renováveis. Quimicamente o Biodiesel é

conhecido como éster metílico ou etílico de ácidos graxos, dependendo do álcool utilizado (metanol ou etanol). A definição para Biodiesel adotada na Lei nº 11.097, de 13 de setembro de 2005, que o introduziu na matriz energética brasileira é: “Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo-ANP (2009), por meio da Portaria no 255/2003, define Biodiesel como sendo um combustível composto de monoalquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais é designado B100. A União Europeia considera como Biodiesel o éster metílico ou etílico produzido a partir de óleos vegetais ou animais, com qualidade de combustível para motores Diesel, para utilização como biocombustível. O Biodiesel não contém componentes derivados de petróleo, mas pode ser utilizado puro ou misturado em qualquer proporção com o Diesel mineral para criar uma mistura Diesel/Biodiesel.

No mercado de biocombustíveis adotou-se a expressão BXX onde B significa Blend e XX é a quantidade de biocombustível misturado ao óleo Diesel, sendo assim, a sigla B3 significa 3 % de Biodiesel puro (B100), oriundo de fontes renováveis e 97 % de óleo Diesel derivado do petróleo. O Biodiesel é perfeitamente miscível e fisicoquimicamente semelhante ao Diesel mineral, pode ser usado nos motores ciclo Diesel (com ignição por compressão) sem a necessidade de modificação ou onerosas adaptações. O Biodiesel é fácil de usar, biodegradável, não tóxico e, principalmente, livre de enxofre e dos compostos aromáticos. Como se trata de uma energia limpa, não poluente, e que pode ser usada pura ou misturada com o Diesel mineral em qualquer proporção, o seu uso no motor Diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do Diesel mineral, em uma redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados.

2.1. Biodiesel no Brasil

O meio de transporte que mais expandiu no Brasil foi rodoviário, erroneamente privilegiado como escolha estratégica, pois do ponto de vista da eficiência energética, esse tipo de transporte não é o mais aconselhável. No entanto, os outros modos de transporte alternativos, como o ferroviário e o hidroviário, também utilizam atualmente o óleo Diesel como principal combustível (Gonçalves, Padovese, 2010). A utilização de combustíveis líquidos obtidos de vegetais cultivados foi lembrada como alternativa interessante para o Brasil nas crises do petróleo de 1973 a 1974 e, especialmente, de 1979 a 1980. Várias universidades brasileiras se dedicaram a estudar a produção de combustíveis substitutivos do óleo Diesel, que aproveitassem diversas matérias primas de origem vegetal (Parente, 2003). No entanto, a prioridade política foi concedida, naquele momento, para o desenvolvimento do programa do álcool (PROÁLCOOL), que teve seu auge em meados da década de 80. A complexidade de montar um programa de produção, processamento e distribuição do combustível alternativo, sem o apoio oficial, determinou que a crise transcorresse sem que o programa de combustíveis alternativos para o Diesel fosse implantado. Goldemberg (1988), sinalizou para as vantagens de instalar uma indústria de combustíveis derivados dos óleos vegetais. No entanto, ele alertou para a necessidade da obtenção de bons rendimentos agrícolas, já que, de outra forma, o gasto de energia nas operações de colheita e de transporte da matéria-prima seria muito elevado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizada a máquina de desgaste PIN-ON-DISK para realizar os ensaios, conforme ilustrado na Fig. 1 abaixo.

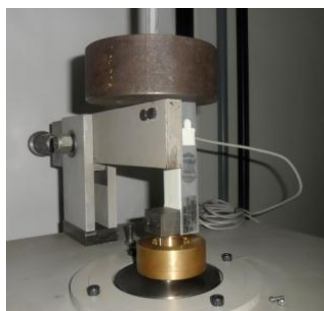


Figura 1. Máquina de desgaste PIN-ON-DISK construída

O pino usado foi de aço 1020 e o disco de bronze.

Usaram-se três tipos de contaminantes: Diesel B5 comercial; Biodiesel de origem Vegetal (Soja) e Biodiesel de origem Animal (Sebo). Para cada tipo de contaminante usou-se uma velocidade de 0,2 m/s, uma carga constante de 5 kg e duas porcentagens diferentes de contaminantes (2% e 5%), totalizando assim 6 ensaios diferentes. Os ensaios simularam 6 km cada um, correspondendo no caso de 0,2 m/s à 8 h e 20 min, levando-se em conta que a trajetória percorrida pelo pino no disco corresponde a um diâmetro de 15,75 mm.

O lubrificante utilizado nos quatro motores foi da classificação API CF SAE 40.

O óleo coletado foi ensaiado no: Despositador Rotativo de Partículas (RPD); Microscópio Óptico; Viscosímetro (medido nas temperaturas de 40° C e 100° C); Monitor de Partículas Ferrosas (PQA) e Ponto de Fulgor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de Viscosidade Saybolt, Ponto de Fulgor e PQA (Monitor de Partículas Ferrosas) são mostradas nas Figs. 2, 3 e 4 respectivamente.

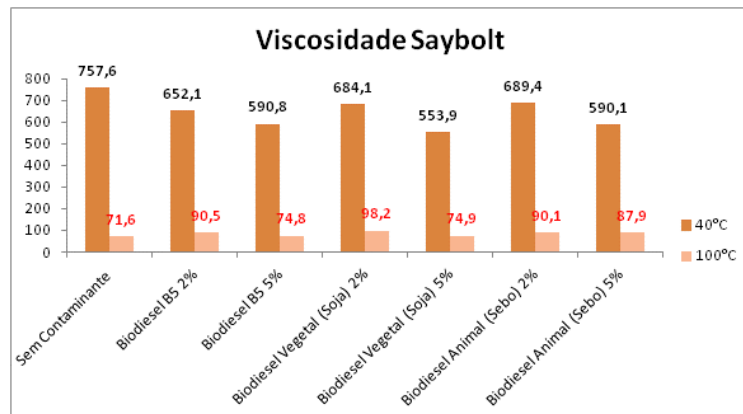


Figura 2. Valores de viscosidade Saybolt para cada tipo de contaminação.

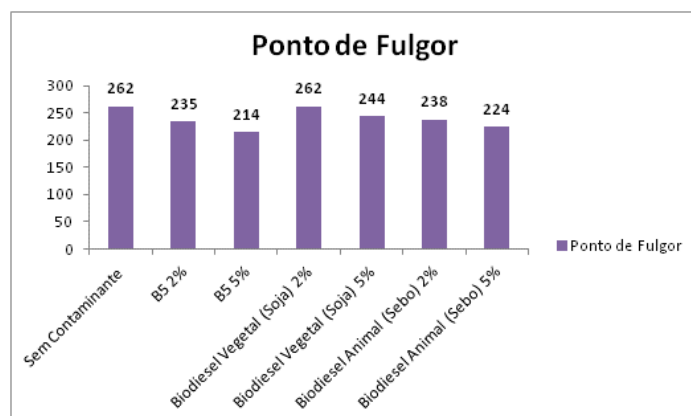


Figura 3. Valores do ponto de fulgor para todas as contaminações.

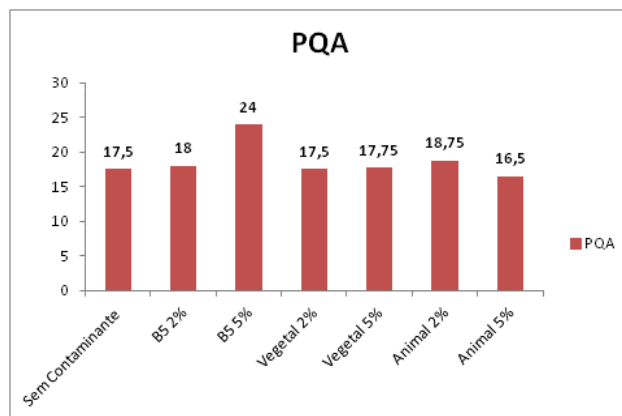


Figura 4. Valores do índice PQ (*Particles Quantifier*) – quantidade de partículas ferromagnéticas presentes na amostra – para todas as contaminações.

Aditivo de dispersão

A Figura 5 apresenta os valores para os ensaios de dispersão. Na Figura “SC” significa sem contaminação, “B5” significa diesel comercial, “Veg” significa biodiesel de origem vegetal e “Ani” significa biodiesel de origem animal.

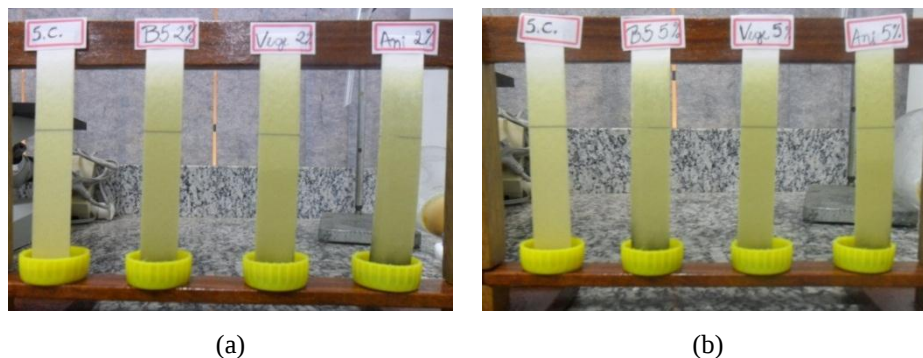


Figura 5. Teste realizado para verificar se a capacidade dispersante do lubrificante ainda estava ativa. a) Teste feito sem e com baixo teor de contaminação. b) Teste feito sem e com alto teor de contaminação.

Ferrografia Analítica

A Figura 6 apresenta um ferrograma de RPD. As partículas maiores são depositadas no anel interno e as menores no anel externo. A de tamanho intermediário estão localizadas no anel intermediário. As Figuras 7 e 8 mostram as fotografias, relativas a visualização das Lâminas RPD no ferrosópio OLYMPUR BX 41, para os anéis internos.

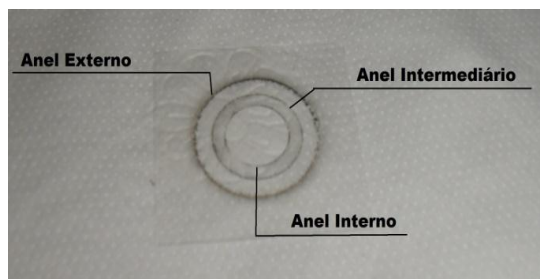


Figure 6. Lâmina obtida através do ensaio em RPD.

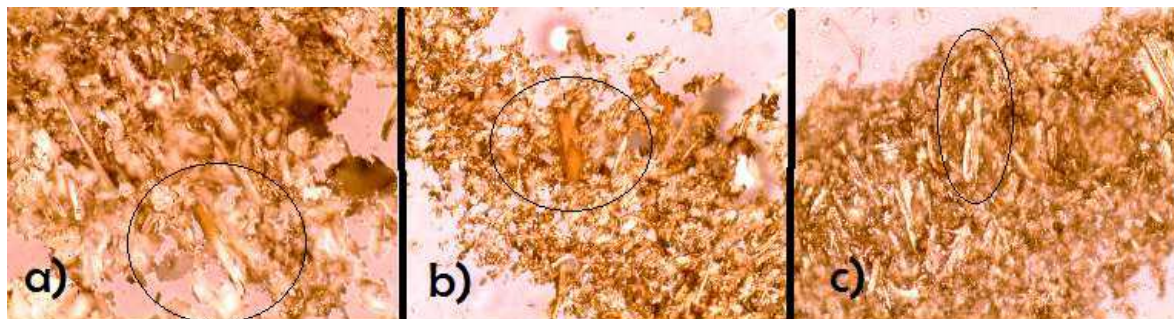


Figure 7. Partículas de desgastes visualizadas no anel interno do RPD. a) Diesel B5 (2%) comercial, b) Biodiesel de origem vegetal (2%) e c) Biodiesel de origem animal (2%).

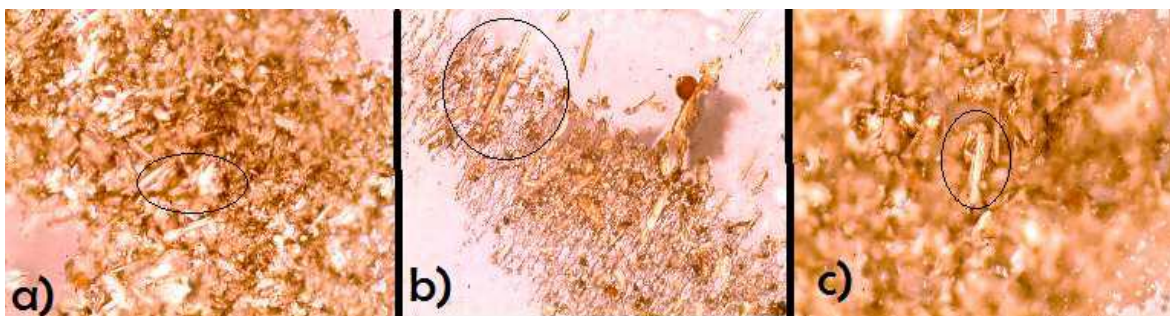


Figure 8. Partículas de desgastes visualizadas no anel interno do RPD. a) Diesel B5 (5%) comercial, b) Biodiesel de origem vegetal (5%) e c) Biodiesel de origem animal (5%).

5. CONCLUSÕES

De acordo com o resultado obtido no ponto de fulgor, pode-se saber que realmente houve uma contaminação com combustível, pois houve uma queda no valor original do óleo. Já a análise da viscosidade nos fez perceber que a contaminação também reduziu o seu valor. Quanto mais contaminação tiver no óleo, mais a viscosidade se reduzirá, fazendo com que o óleo seja cada vez menos eficiente na sua função de lubrificação.

Com relação à presença do aditivo dispersante, o óleo lubrificante se mostrou bastante eficiente mesmo contaminado, pois em todos os casos a marca foi atingida bem antes de dar 24 horas de experimento, independente do tipo de contaminação.

Na análise de partículas, obtidas nas lâminas de RPD, percebeu-se uma grande quantidade de partículas de tamanhos variando entre 30 a 80µm. Estas partículas não são consideradas partículas normais devido à grande quantidade encontrada.

Quanto ao PQA, o índice que indica a quantidade de partículas ferromagnéticas presentes nas amostras, não houve uma variação notável em relação aos níveis de contaminações.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pelo contínuo apoio a Pesquisa e participação em Eventos.

7. REFERÊNCIAS

- Agarwal, A. K., Bijwe, J., Das, L. M. Wear assessment in a biodiesel fueled compression ignition engine. Transactions of the ASME. 2003; 125:604- 611.
- Anastapoulos S, G. Lubrication properties of low-sulfur diesel fuels in the presence of specific types of fatty acid derivatives. Energy & Fuels, 2001;15: 106-112
- ANP , “Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis”, Biodiesel. Disponível em: www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp. Acesso em: 12 dez. 2009.
- Goldemberg, J., “Energia para o desenvolvimento econômico”. São Paulo: T.A. Queiroz, 1988.
- Gonçalves, A.C. ;Lago, D. F.; CUNHA, R. C. Vibration and wear Particles Analysis in a test Stand. Industrial Lubrication and Tribology. Vol 59, issue 5, 2007,ISSN:0036-8792.
- Gonçalves, A.C. ;Lago, D. F.; CUNHA, R. C. Maintenance of a reducer by vibration and wear particles analysis. Journal Of Qualit in Maintenance Engineering, England, v.12, n 2, p.118-132,2006.
- Gonçalves, A.C., Padovese,L.R., “Vibration and oil analysis for monitoring problems related to water contamination in rolling bearing”. In: First International Brazilian Conference on Tribology - TriboBR 2010, 2010, Rio de Janeiro. First International Brazilian Conference on Tribology - TriboBR 2010 and ITS - IFTo MM 2010 - 2nd International Tribology Symposium of IFToMM, 2010.
- Parente, J. E. “Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado”. Fortaleza: TECBIO, 2003.

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

PIN ON DISK TEST TO STUDY THE LUBRICANT CONTAMINATION INFLUENCE IN BIODIESEL AS FUEL

Aparecido Carlos Gonçalves, cido@dem.feis.unesp.br¹

Maria da Consolação Fonseca de Albuquerque, sao@dec.feis.unesp.br²

Karina Aschcar, cido@dem.feis.unesp.br¹

¹UNESP - University of State of Sao Paulo, Campus Ilha Solteira, Depto of Mech Eng., Brazil Av. 56 Ilha Solteira, SP, 15385-000.

Abstract. *This work describes the use of a pin-on-disk wear machine to simulate two components wear through the lubricant analysis. The components used were a SAE 1020 steel pin which rubs against a bronze disc under a load of 5 kg. Lubricants for these experiments were contaminated with fuel at 2% and 5% v / v. The fuels were diesel B5 and biodiesel of plant and animal origin. In the flash point through the Cleveland open cup equipment, it was possible to detect contamination by fuel. In the analysis of the viscosity it was possible to verify the oil utilization since the viscosity index decreased by increasing contamination. The dispersant additive remained active even after the wear test. Particles found in RPD varied from 30 to 80 μm , which shows that the wear imposed is able to compromise the performance of the equipment.*

Keywords: *biodiesel, pin on disk, predictive maintenance, oil analysis.*