

# PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE ÓLEOS LUBRIFICANTES COM DEGRADAÇÃO EM MOTOR AUTOMOTIVO<sup>1</sup>

Lílian Barros da Silveira<sup>2</sup>  
Marcela de Carvalho<sup>2</sup>  
Mabelle Biancardi Oliveira<sup>3</sup>  
Maryana Antônia Braga Batalha Souza<sup>3</sup>  
José Adilson de Castro<sup>3</sup>  
Alexandre José da Silva<sup>3</sup>

## Resumo

Os lubrificantes possuem a função de reduzir o desgaste em superfícies submetidas a atritos e auxiliar na refrigeração destas peças. Uma análise das propriedades dos óleos lubrificantes auxiliam na garantia de uma maior eficiência de suas funções e nos benefícios apresentados aos equipamentos que o utilizam. O desgaste do óleo lubrificante acarreta problemas em suas propriedades, vinculados principalmente a viscosidade e condutividade térmica, como o aumento do atrito, da temperatura e desgaste da peça. Deste modo, o presente trabalho analisou a viscosidade do óleo lubrificante automotivo, em laboratório, sobre a influência da quilometragem de uso. O estudo foi realizado em um reômetro rotativo, sendo o interior da célula composta por um sensor que registra o torque e avalia a viscosidade aparente do óleo. Os resultados obtidos foram analisados e indicaram uma redução na viscosidade quando comparados com lubrificantes sem degradação (virgem), apresentando um comportamento newtoniano em altas taxas de cisalhamento.

**Palavras-chave:** Fluido lubrificante; Viscosidade; Reômetro.

## RHEOLOGICAL PROPERTIES OF LUBRICATING OILS WITH DEGRADATION IN MOTOR CAR

### Abstract

The lubricants have the function of reducing the wear and friction surfaces and in some cases has cooling effects on these parts. An analysis of the properties of lubricating oils helps to improve efficiency of its functions and provides benefits to the equipment. The deterioration of the lubricating oil properties, mainly the viscosity and thermal conductivity can increase friction, temperature and abrasion of the contact parts. Thus, this study analyzed the viscosity of automotive lubricating oil in the laboratory under the influence of the mileage. The study was carried out on a rotational rheometer, the cell being assembled with a torque sensor which record and by using software that evaluates the apparent viscosity of the oil. The results showed that for the oil analyzed the viscosity of lubricants decreased when compared with the initial oil and presented Newtonian behavior at high shear rates.

**Key words:** Fluid lubricant; Viscosity; Rheometer.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 67<sup>o</sup> Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Aluna de Graduação, Iniciação Científica, EEIMVR, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ, Brasil; lillianbarros@id.uff.br.

<sup>3</sup> Engenheira Química, M.Sc., D.Sc., Pós-Doutorado/PNPD, Pós-Graduação em Eng. Metalúrgica, EEIMVR, UFF, Volta Redonda, RJ, Brasil; mabelle@metal.eeimvr.uff.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O funcionamento de máquinas e equipamentos está intimamente relacionado ao processo de lubrificação e para que este seja efetuado de maneira satisfatória é necessário que as propriedades do lubrificante usado sejam compatíveis com a função desempenhada pelo equipamento. Os óleos lubrificantes são compostos de óleos básicos (hidrocarbonetos saturados e aromáticos) que são produzidos a partir do petróleo e aditivados de forma a conferir as propriedades necessárias para seu uso como lubrificantes.<sup>(1,2)</sup>

O uso do lubrificante em tempo decorrente faz com que sua troca seja necessária, principalmente devido à degradação térmica e oxidativa do óleo e ao acúmulo de contaminante, além da perda de óleo por queima no motor. Desta maneira se faz necessário uma análise reológica do óleo a fim de melhorar o desempenho de sua função lubrificante reduzindo o atrito a níveis mínimos quando comparado ao contato direto, exigindo uma menor força, e evitando o desgaste dos corpos.

Dentre as propriedades reológicas, a viscosidade tem papel de destaque no processo de lubrificação, visto que está vinculada à fricção entre as camadas internas do fluido e quanto maior a viscosidade deste, maior a dificuldade de escoamento entre suas camadas internas, o que garante a proteção da superfície com movimento relativo contra o atrito direto, visando reduzir custos. A análise de óleos lubrificantes surgiu como uma manutenção preditiva e pró-ativa, ou seja, utilizam-se técnicas analíticas no óleo onde pode avaliar onde e quando ocorrerão os problemas, obtendo uma maior qualidade e menor custo com manutenção e, por conseguinte aumentando a vida útil dos motores e até economia de combustível e óleo.<sup>(3)</sup>

Em relação a análises de fluidos lubrificantes é importante ressaltar a necessidade de analisar a alteração sofrida pela viscosidade quando se trata de desgaste do óleo. Azevedo, Carvalho e Fonseca<sup>(4)</sup> estudaram as propriedades reológicas de fluidos lubrificantes minerais e sintéticos, analisados antes e após o uso em função do tempo de trabalho desses óleos, obtendo como resultando reologias semelhantes e determinando que a degradação térmica provoca a diminuição da viscosidade. Outra análise em relação a degradação térmica de óleos lubrificantes foi feita por Santos et al.,<sup>(5)</sup> relacionado às perdas econômicas ocasionadas pelo baixo desempenho de componentes e máquinas pelo uso de óleos lubrificantes degradados, tornando-se necessária a troca do óleo devido à degradação térmica e oxidativa e o acúmulo de contaminantes.<sup>(6)</sup>

Neste presente estudo avaliou-se a influência da degradação do óleo lubrificante, antes e após o uso, em função da quilometragem de uso. Para isso foram utilizados óleos semi-sintético e sintético, e por final uma comparação da viscosidade entre os lubrificantes automotivos não-degradados e degradados. Sendo o objetivo a obtenção de conhecimentos suplementares sobre o processo de degradação sofrida por lubrificantes relacionada ao tempo de uso.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Durante o experimento foram utilizadas duas classes de óleos lubrificantes: um óleo de base semi-sintética e outro de base sintética, ambos produzidos por indústrias brasileiras.

O lubrificante semi-sintético utilizado é o SAE 20W50 para motores a gasolina, álcool e gás natural, destacando a elevada estabilidade térmica, mantendo a

viscosidade adequada, mesmo em altas temperaturas. Apresenta em sua composição óleos básicos minerais e sintéticos, aditivos antioxidantes, antidesgaste, anticorrosivo, antiferrugem, detergente, dispersante, antiespumante e melhoradores da viscosidade e fluidez.

O lubrificante sintético utilizado é o SAE 75W80 recomendado para a maioria das transmissões manuais dos veículos comerciais (caminhões, autocarros, veículos comerciais ligeiros) onde são especificados lubrificantes de acordo com a norma API GL4.

As informações sobre os lubrificantes utilizados no desenvolvimento do estudo podem ser encontradas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Informações dos lubrificantes usados nos experimentos, 02/2012

<b>GRAU SAE</b>	<b>20W50</b>	<b>75W80</b>
<b>Densidade a 20/ 4°C</b>	885	877
<b>Viscosidade Cinemática a 40°C, cSt</b>	158,6	50
<b>Viscosidade Cinemática a 100°C, cSt</b>	18,4	9,11
<b>Índice de Viscosidade</b>	126	170
<b>Ponto de Fulgor, °C (VAC)</b>	240	208
<b>Ponto de Fluidez, °C</b>	-30	-51
<b>Quilometragem de uso, Km</b>	5.000	23.0800

Foi preparado um total de seis amostras, cujo conteúdo era de 8 ml cada. O óleo degradado teve a viscosidade e tensão cisalhante comparadas ao respectivo óleo não-degradado e sendo cada amostra analisada individualmente.

Os experimentos foram realizados no reômetro rotativo cuja marca é Haake Rheostress 600 (Figura 1). Tal equipamento possui um cilindro e um sensor, o primeiro permanece fixo enquanto o segundo realiza um movimento circular, produzindo assim, a tensão cisalhante que age sobre o fluido. O tempo e a rotação do sensor foram previamente estabelecidos na ordem de 300 segundos e de 10 rpm a 500 rpm, respectivamente. O sensor usado foi o Z20 Din. O reômetro registra a tensão atuante sobre o óleo e a taxa de cisalhamento, a partir das quais o *software* Rheowin (programa comercial do reômetro) efetua o cálculo da viscosidade aparente.



**Figura 1.** Reômetro usado no experimento. Fonte: [www.reoterm.com.br](http://www.reoterm.com.br)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi estudado o comportamento reológico de óleos lubrificantes degradados ou não, cujos dados experimentais encontram-se representados nos gráficos das Figuras 1, 2, 3 e 4. A viscosidade aparente foi determinada experimentalmente em uma faixa de tempo de 300 segundos. A partir dos resultados obtidos foi feita a comparação entre os óleos degradados e não-degradados que possuem a mesma classificação. Os gráficos das Figuras 1, 2, 3 e 4 representam os resultados encontrados para cada um dos lubrificantes analisados.

Os resultados apresentados nas Figuras 2 e 3 indicam que a viscosidade dos óleos foi alterada em função da taxa de cisalhamento. Observa-se uma redução significativa da viscosidade quando o óleo não-degradado é comparado com o óleo não degradado. Isso pode ser atribuído a degradação da amostra durante o uso.

Outra observação importante é que os óleos sintéticos são mais resistentes a degradação.<sup>(7)</sup>

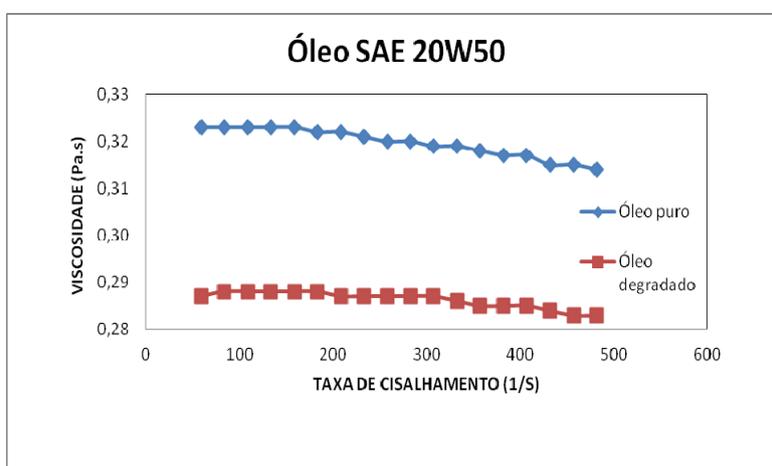


Figura 2. Gráfico viscosidade x taxa de cisalhamento do lubrificante SAE 20W50 – semi-sintético.

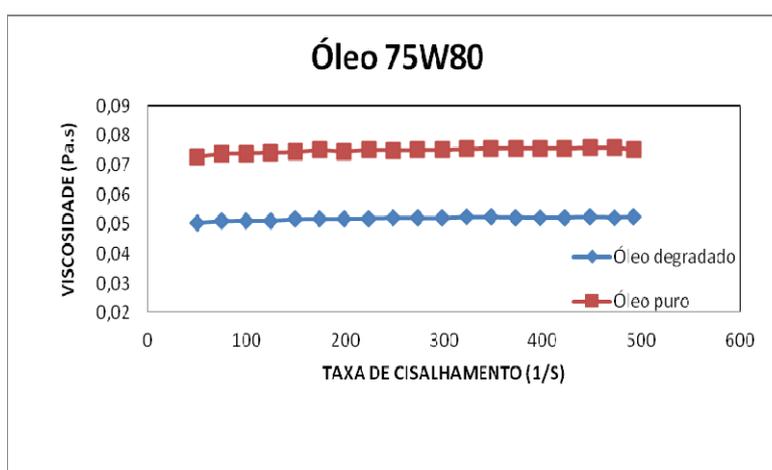
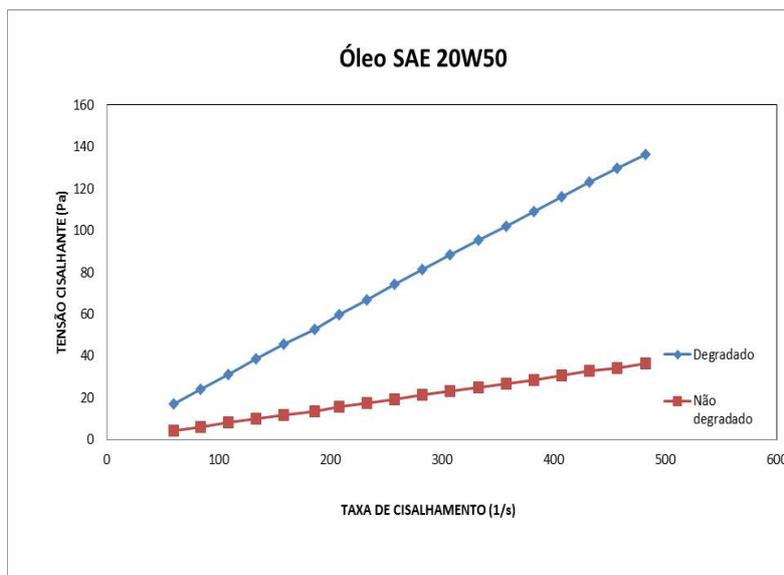
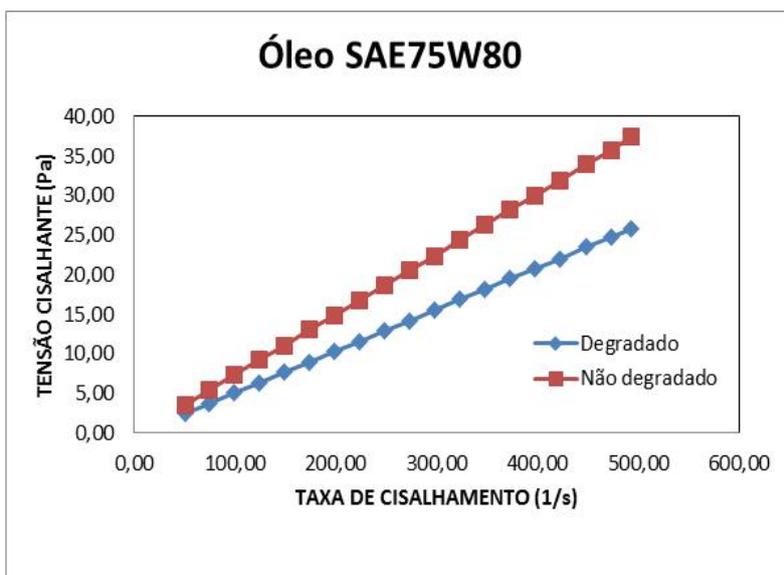


Figura 3. Gráfico viscosidade x taxa de cisalhamento do lubrificante SAE 75W80 – sintético.

A seguir encontra-se a relação entre a tensão cisalhante e a taxa de cisalhamento encontrada para cada um dos fluidos, antes e após a degradação a que foram submetidos. As Figuras 4 e 5 revelam o comportamento Newtoniano dos fluidos, visto que a relação apresentada entre a tensão cisalhante e a taxa de cisalhamento é linear para os lubrificantes nos dois estados apresentados.



**Figura 4.** Relação entre a tensão cisalhante e taxa de cisalhamento para o lubrificante 20W50-sintético.



**Figura 5.** Relação entre a tensão cisalhante e taxa de cisalhamento para o lubrificante 75W80 - semi-sintético.

Os resultados indicam que a viscosidade dos óleos foi alterada em função taxa de cisalhamento de uso, mostrando comportamento semelhante para ambas às amostras. Acarretando um comportamento newtoniano em relação aos fluidos estudados.

#### 4 CONCLUSÃO

Com o estudo da reologia dos óleos lubrificantes sintéticos e semi-sintéticos, pode-se concluir que a degradação por quilometragem de uso influência na redução da viscosidade em ambos os resultados. Isso se deve à diluição por combustível, ou seja, no óleo degradado ocorre uma perda pelo motor onde o mesmo trabalha.

O estudo também indicou que o óleo sintético possui melhor estabilidade que o óleo semi-sintético, este comportamento pode ser atribuído à composição química e estrutura molecular controlada e isenta de contaminantes dos óleos sintéticos. Além disso, verificou-se o comportamento newtoniano dos dois tipos de óleo antes e após o processo de degradação automotiva.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem Faperj, Capes, Finep, CNPQ e ao Professor Doutor Edwin, por colaborar com alguns dos equipamentos utilizados nesse trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 FREITAS, R.V.; DAMASCENO, C.P.; CERQUEIRA, C.P. & PONTES, L.A.M. Remoção de Metais em Óleos Lubrificantes Usados Utilizando Argila Ativada. In: Anais do 2o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Rio de Janeiro: 2003, CD.
- 2 ASSUNÇÃO FILHO, J.L.; MOURA, L.G.M. & RAMOS, A.C.S. Recuperação de Óleos Lubrificantes Usados Através de Extração por Solvente e Adsorção Sobre Sólidos. In: Anais do 1º Workshop de Química Analítica de Petróleo e Derivados. São Luís: UFMA, 2003, 46.
- 3 BERTOLIN, M.T., Scucato, R., Degradação de óleos lubrificantes automotivos para motores a diesel, Monografia, Curitiba, Brasil, 2010.
- 4 AZEVEDO, J.B., CARVALHO, L.H., FONSECA, V.M., Propriedades reológicas de óleos lubrificantes minerais e sintéticos com degradação em motor automotivo. In. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador, out.2005.
- 5 SANTOS, J.C.O., SANTOS, I.M.G., SOUZA, A.G., SOBRINHO, E.V., JUNIOR, V.J.F., SILVA, A.J.N., Thermoanalytical and rheological characterization of automotive mineral lubricants after thermal degradation, Fuel, 83, 17, 2393-2399, 2004.
- 6 SANTOS, J.C.O., Estudo termoanalítico e cinético da degradação térmica de óleos lubrificantes automotivo. Tese de Doutorado em físico-química – UFPB/CCEN. João Pessoa: UFPB/BC, 2004.
- 7 SANTOS, J.C.O., SOBRINHO, E.V., SOUZA, A.G., SANTOS, I.M.G., CONCEIÇÃO, M.M., Estudo da degradação térmica de óleos lubrificantes automotivos por cromatografia gasosa / espectrometria de massa. In. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador, out.2005.