Avaliação da degradação do óleo lubrificante automotivo por meio da espectroscopia UV-Vis

Daniel Queiroz da Silva[1]; Luciana Lopes Guimarães[1]; Landulfo Silveira Junior[1,2]; Marcos Tadeu Tavares Pacheco[1,2]

[1] Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos – SP, Brasil
[2] Universidade Anhembi Morumbi (UAM), São José dos Campos – SP, Brasil

E-mail: engenheirodanielqueiroz@gmail.com

Resumo: A espectroscopia por absorbância e transmitância utiliza o princípio de Beer-Lambert como base, e é uma técnica muito conhecida e utilizada para medir os picos de absorção e identificar espécies orgânicas, inorgânicas e biológicas. Os parâmetros usados para troca do óleo lubrificante automotivo são dados pelo fabricante, variando de 5.000 a 10.000 km. O uso da espectroscopia UV-Vis demonstrou ser uma alternativa viável para avaliar a degradação do óleo e uma possível necessidade de troca de forma a minimizar gastos, evitar paradas, acidentes e multas.

Palavras-chave: Espectroscopia, absorbância, transmitância, óleo lubrificante.

Evaluation of the degradation of automotive lubricating oil through UV-Vis spectroscopy

Abstract: Absorbance and transmittance spectroscopy uses the Beer-Lambert principle as the basis and is a well-known technique used to measure the absorption peaks and to identify of organic, inorganic and biological species. The parameters used to change the automotive lubricating oil are given by the manufacturer, ranging from 5,000 to 10,000 km. The use of the UV-Vis spectroscopy showed to be a viable alternative to evaluate the degradation of the oil and a possible need of exchange in order to minimize expenses, avoid stops, accidents and fines.

Key Words: Spectroscopy, absorbance, transmittance, lubricating oil.

Introdução

A espectroscopia de absorção e transmissão molecular é também chamada de espectrofotometria. Ela é uma técnica muito conhecida e utilizada para medir os picos de absorção e identificar espécies orgânicas, inorgânicas e biológicas [1].

Ela se baseia na medição da transmitância (%T) e da absorbância (A) de uma solução utilizando a Lei de Beer-Lambert, segundo a qual diz que a intensidade da luz emitida na saída da amostra é diminuída exponencialmente quando é aumentada linearmente a espessura da cubeta onde fica a amostra. Através da relação logarítmica da potência do sinal de referência com a potência do sinal da amostra é encontrada a absorbância.

Os óleos lubrificantes são projetados de acordo com o desenvolvimento tecnológico dos motores, sendo cada vez mais exigidos e aprimorados.

A atual referência quanto à troca de óleo é baseada na recomendação do fabricante, entre 5.000 e 10.000 km, de acordo com o tipo de óleo. Porém faltam parâmetros científicos quanto às condições particulares que cada veículo é submetido, tornando-se importante verificar a condição do óleo, antes que ele possa afetar o desempenho do motor ou a segurança do usuário.

Objetivo: Este trabalho tem a finalidade de avaliar a degradação do óleo lubrificante automotivo por meio da espectroscopia UV-Vis, de modo a verificar possibilidades de análise de sua degradação e fornecer parâmetros para determinar o momento da troca do óleo.

Material e Métodos

A coleta dos espectros de absorbância e transmitância foi realizada nas dependências do Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Universidade Santa Cecília no bloco F sala 83, situada na cidade de Santos, estado de São Paulo.

O espectrofotômetro utilizado foi o BioMate™ 3 Series Spectrophotometers, certificado pela Thermo Electron Scientific Instrument Corporation (figura 1).

Foi efetuado a programação de 4 métodos para medição das amostras, sendo o primeiro na frequência de 830 nm, o segundo no intervalo de 400 até 700 nm, o terceiro no intervalo de 710 até 1010 nm e o quarto no intervalo de 1020 até 1100 nm.



Figura 1. Espectrofotômetro. Fonte: [2].

Foram coletados os dados por meio de fotos do display do equipamento, posteriormente digitados em planilha e plotados em gráficos, devida a ausência de integração do computador com o espectrofotômetro.

A obtenção das curvas de absorbância a partir das curvas de transmitância foi feita utilizando os conceitos de Beer-Lambert de acordo com as Equações 1 e 2. [3] [4]

$$\%T = 10^{-A} * 100 \quad (1)$$

$$A = -logT = 2 - \log_{10} \%T \quad (2)$$

Resultados e Discussão

As Figuras 2 e 3 apresentam o espectro de absorbância e transmitância dos óleos lubrificantes automotivos novos e degradados, respectivamente na faixa de 400 até 1100 nm.

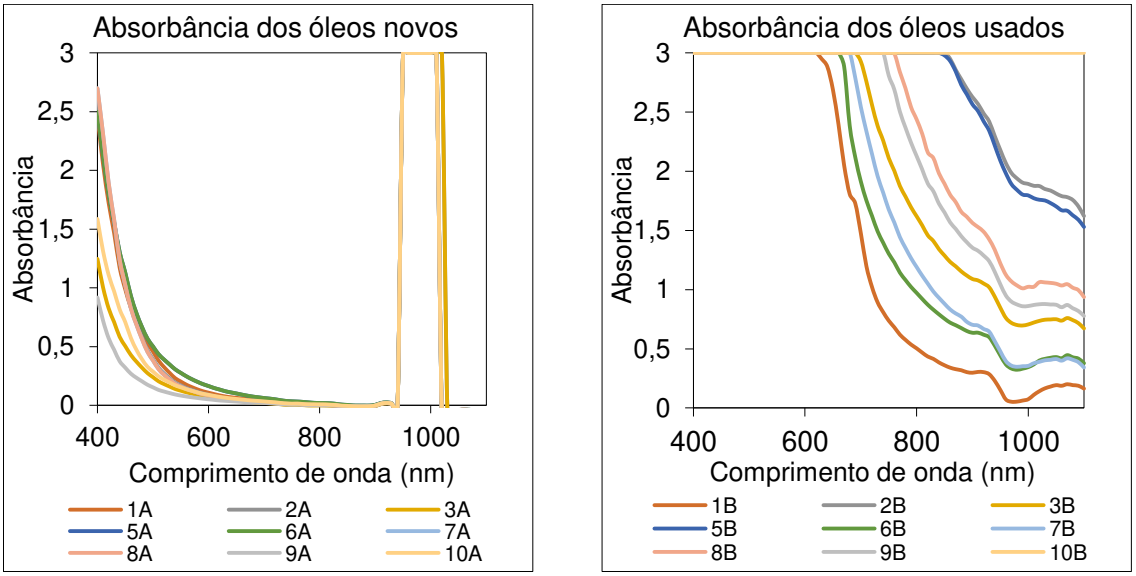

Figura 2. Gráfico de absorbância de óleos novos e usados.

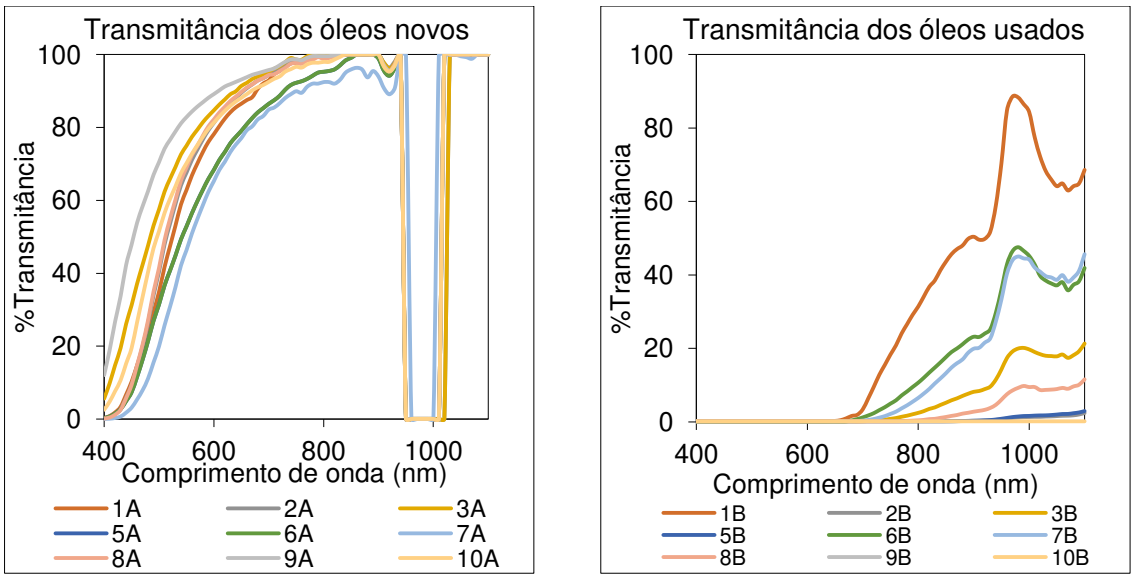

Figura 3. Gráfico de transmitância de óleos novos e usados.

Nos gráficos de absorbância e transmitância foram observadas alterações significativas entre os óleos novos e usados. A presença de elementos não pertencentes ao óleo e a degradação do óleo pelo uso, agem como um filtro absorvendo várias frequências de luz infravermelha.

Foi observado também nos óleos usados tanto no espectro de absorbância quanto de transmitância valores significativos a partir de 700 nm.

Com base nestes dados foram feitas plotagens visando mostrar relações entre a quilometragem rodada e os dados de transmitância, e a quilometragem rodada e os dados de absorbância nos comprimentos de onda de 700, 800, 900, 1.000 e 1.100 nm.

Foi utilizado a quilometragem de 0 a 10.000 km para regressão linear com uma tendência, e as quilometragens de 0 a 5.000 km e 5.001 a 10.000 km para regressão linear com duas tendências.

Na Tabela 1 são demonstrados o valor do R^2 das equações com uma e duas tendências de absorbância e transmitância.

Tabela 1. R^2 da relação km rodados pela absorbância e km rodados pela transmitância.

	λ (nm)				
R^2 (adimensional)	700	800	900	1000	1100
%T com 1 tendência – de 0 a 10000km	0,63	0,5969	0,5603	0,5042	0,4315
%T com 2 tendências – de 0 a 5000km	0,8998	0,8961	0,9469	0,9577	0,9488
%T com 2 tendências – de 5001 a 10000km	0,3573	0,6136	0,6167	0,6095	0,6044
A com 1 tendência – de 0 a 10000km	0,6467	0,5159	0,4026	0,4014	0,2876
A com 2 tendências – de 0 a 5000km	0,9604	0,9106	0,741	0,5639	0,468
A com 2 tendências – de 5001 a 10000km	0,4172	0,8306	0,6595	0,6357	0,6462

Com base nos dados da Tabela 1, o comprimento de onda recomendável para medição da deterioração do óleo lubrificante pela quilometragem rodada, seria pela técnica de:

- Transmitância com uma tendência em 700 nm;
- Transmitância com duas tendências entre 900 e 1000 nm;
- Absorbância com uma tendência em 700 nm; e
- Absorbância com duas tendências em 800 nm.

Apesar dos comprimentos de onda recomendados para medição da deterioração do óleo, a partir das técnicas de espectrofotometria utilizadas (transmitância ou absorbância) e da quantidade de tendências analisada dos dados (uma ou duas), são necessários estudos adicionais em um mesmo óleo e em quilometragens diferentes de modo a verificar a

degradação do óleo em cada quilometragem, até que o óleo perdesse as propriedades adequadas para lubrificação.

Nestas condições, verificar a transmitância e absorbância de modo a ter um valor como sugestão para a troca do óleo.

Ambas interpretações, com uma e duas tendências, podem se transformar em um produto de uso comum em postos de serviços, oficinas de manutenção, empresas, concessionárias ou até por um consumidor final, onde seria aplicado uma sonda ou sensor no cárter do motor de forma a alcançar o óleo e medi-lo de forma rápida, prática e em qualquer lugar a condição da degradação do óleo gerando economia para o consumidor final através de menos manutenções, menos paradas, maior eficiência e menos gastos com peças.

Conclusão

Foi possível verificar a degradação do óleo tanto por meio da medição de sua absorbância quanto da transmitância. Isso sugere que de acordo com a quilometragem rodada existe alteração do óleo de maneira que poderia ser previsto o tempo para uma eventual troca, visando a preservação do equipamento ou máquina e a redução de seus custos e paradas.

Agradecimentos: Daniel Queiroz da Silva agradece a faculdade Santa Cecília (UNISANTA) por disponibilizar o uso do espectrofotômetro UV-Vis.

Referências bibliográficas

1. HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R. Princípios de análise instrumental. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

2. DA SILVA D. Q. Análise da degradação de óleos lubrificantes automotivos pelas técnicas de espectroscopia Raman e UV-Vis. Santos : UNISANTA, 2016. 83p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Santa Cecília, Santos, 2017.

3. ANDRADE, J.C.; CUSTÓDIO, R.; KUBOTA, L.T. IQM-Unicamp, Campinas-SP, Material Didático, 1999.

4. LAVORENTI, A., Piracicaba-SP, Publicação destinada ao Ensino de Ciências-Química, 2002.