

## **EFEITOS DA GASOLINA ADULTERADA NO ÓLEO LUBRIFICANTE DE UM MOTOR**

Wenislainy Rodrigues Nunes<sup>1</sup>

Ronaldo Lourenço Ferreira<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho abordou a análise de óleo lubrificante em um motor estacionário Branco 4T 2.8, que teve adulterações no combustível. O combustível utilizado foi à gasolina, que teve a sua percentagem de álcool verificada e logo após foi contaminada nos ciclos de 40 horas de funcionamento do motor, com 1,5% e 3% de óleo Diesel. Após as adulterações foram coletadas amostras do lubrificante, que foram analisadas pela espectrometria de raios-X, onde foi verificada a influência da contaminação deste combustível na deterioração do óleo lubrificante, identificando os danos causados pela contaminação presentes no lubrificante e no motor. Tais danos provocaram problemas na biela, válvula de admissão, pistão e juntas do motor, por motivos não identificados. O objetivo deste trabalho é simular o funcionamento de um motor de quatro tempos a gasolina, utilizando diferentes percentuais de contaminação do combustível por óleo diesel e analisar através da espectrometria de raio-X, a influência da contaminação deste combustível na deterioração do óleo lubrificante. E diante disto, identificar as necessidades do motor e problemas que possivelmente podem ocorrer.

**Palavras-chave:** Análise de óleo, adulteração de combustível, óleo lubrificante, motor estacionário;

### **INTRODUÇÃO**

O petróleo é a principal fonte de energia do mundo moderno, sua utilização teve início há mais de 6 mil anos atrás pelos árabes, porém apenas em 1859 ele passou a ser explorado na Pensilvânia, Estados Unidos, país que permanece sendo o maior consumidor e, para suprir suas necessidades, importa cada vez mais petróleo (PHILLIPE, 2015).

Em um contexto geral o petróleo tem grande importância, na geração de energia e principalmente na economia mundial, no entanto o petróleo bruto necessita de etapas de refinação. Tais etapas provocam grandes danos ambientais e são responsáveis por muita poluição. Depois de refinado pode tomar várias formas, dentre elas as que foram utilizadas neste trabalho, como o óleo Diesel, óleo lubrificante e a gasolina (MARIANO, 2001).

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Rio Verde - Orientador Engenheiro Mecânico e de Segurança

As funções do óleo lubrificante de acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo) é reduzir o atrito e o desgaste excessivo, retirar calor devido ao trabalho exercido, proteger contra a corrosão, limpar o ambiente com o qual está em contato, entre outros. A busca pela qualidade do petróleo e seus derivados é constante, com isso são mantidos programas de monitoramento que auxiliam na fiscalização para proporcionar um combustível de qualidade para os consumidores e menos poluentes para o meio ambiente.

A análise de óleo trata-se de uma manutenção preditiva, na qual foram realizadas coletas do óleo utilizado em diferentes percentagens de contaminação, a fim de observar em qual momento o óleo deixa de exercer suas funções. Assim, pode-se saber antecipadamente o momento ideal para a troca do óleo, identificando-se as necessidades do motor e problemas que possivelmente podem ocorrer (CUERVA, 2013).

A análise de óleo tem grande influência no meio mecânico onde é constante o desgaste de peças e máquinas, que normalmente trabalham sem descanso, necessitando-se de um lubrificante que minimize o atrito, o ganho de calor, a corrosão, entre outros. O bom funcionamento de um sistema mecânico está ligado ao tipo de lubrificante utilizado, pois caso o óleo lubrificante não seja o correto causará danos ao motor, como superaquecimento ou um desgaste excessivo. Porém, mesmo com uso do lubrificante correto o monitoramento do motor não é dispensado, pois outros fatores podem comprometer seu desempenho. Se ocorrer qualquer alteração no óleo lubrificante pelo combustível ou por qualquer outro fator, acarretará consequências negativas para a funcionalidade correta (KIMURA, 2010).

Em casos de motores que operam com álcool e gasolina o maior problema é financeiro, pois o consumo de combustível é maior, porém este tipo de motor é projetado para utilizar as duas substâncias, já nos motores que funcionam somente a gasolina o problema poderá ter maiores dimensões. Ao utilizar gasolina adulterada o motor perde seu rendimento, apresenta falhas e aumenta o consumo, criando resíduos que danificam o motor e causam corrosão (TONI, 2011).

Assim como a gasolina contém etanol em sua composição, o óleo Diesel no Brasil apresenta um acréscimo de 5% de biodiesel, denominado então óleo Diesel B, usado em motores de combustão interna, também derivado do petróleo, que neste trabalho foi utilizado como fonte de contaminação da gasolina. Uma forma de identificação da contaminação da gasolina por óleo diesel é expô-los à luz ultravioleta, pois o óleo diesel apresenta uma fluorescência. Assim, a gasolina apresentará cores e características diferentes das normais (ANP, 2014).

O Etanol etílico anidro não apresenta mistura em sua composição, é adicionado à gasolina tipo C utilizada no Brasil. Já o etanol etílico hidratado apresenta cerca de 5% de água em sua composição, utilizado como combustível comum vendido nos postos para os consumidores finais. Diferente da gasolina e do óleo Diesel, o etanol é de origem vegetal, encontrado em natura, no entanto para sua obtenção são necessários vários processos de fabricação, pois ele não é encontrado puro na natureza (UNICA, 2007).

A Petrobras (2015), também ressalta que a presença do etanol na gasolina aumenta a octanagem do combustível, ou seja, a resistência à detonação em altas temperaturas, substituindo o chumbo tetraetila que tinha esta função, mas é nocivo para o ser humano e provoca grandes danos ao meio ambiente.

O teste de espectrometria de raios-X trata-se de uma fluorescência transmitida pelo raio-X, tornando possível detectar os elementos químicos presentes nas amostras de óleo coletadas dos ciclos de funcionamento do motor estacionário (Otto), de forma que os dados obtidos tornaram-se essenciais para o conhecimento de quanto o óleo lubrificante pode variar devido às contaminações realizadas e qual o limite de uso deste óleo. Desta forma, a espectrometria de raios-X auxilia na obtenção de dados responsáveis por prever futuros problemas e detectar os já existentes. Existem diversos testes de prevenção e análises de óleo lubrificantes, alguns deles são os testes de ferrografia, TAN, TBN, PQA, de viscosidade, entre outros.

De acordo com Kimura (2010), ferrografia vem auxiliando o meio mecânico a lidar e prever problemas futuros em equipamentos causados pelo desgaste, que é uma das grandes preocupações das indústrias modernas, onde cada minuto é precioso. Com o uso da ferrografia é possível descobrir o início de um desgaste através da quantidade de partículas, tamanho das partículas e forma, assim, é possível detectar e resolver o problema de forma rápida e sem prejudicar o equipamento. O PQA (ParticleQuantifierAnalysis), também é um teste bastante relevante para detectar quantidades de partículas ferromagnéticas nas amostras. Isso devido ao campo indutivo que é responsável por analisar e detectar materiais magnéticos presentes, no qual os resultados deste teste são adimensionais.

O TAN (Número de Acidez total) e o TBN (Número de Basicidade Total) são de grande importância na manutenção preditiva, pois analisa óleos utilizados em diversos equipamentos e máquinas, informando o grau de oxidação do óleo e verificam se o óleo ainda está em condições de uso, assim como medem a conservação dos aditivos presentes no óleo lubrificante (KIMURA, 2010).

A viscosidade do óleo lubrificante também precisa ser verificada para o bom funcionamento de um motor, precisando apresentar boa fluidez em baixas temperaturas e boa viscosidade em altas temperaturas. No teste observa-se o tempo necessário para o escoamento do óleo com temperatura de 40°C e 100°C (KIMURA, 2010).

O objetivo deste trabalho é simular o funcionamento de um motor de quatro tempos a gasolina, utilizando diferentes percentuais de contaminação do combustível por óleo diesel e analisar através da espectrometria de raio-X, a influência da contaminação deste combustível na deterioração do óleo lubrificante. E diante disto, identificar as necessidades do motor e problemas que possivelmente podem ocorrer.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram necessários aquisições de componentes para a construção da bancada, tais como:

- um motor estacionário Branco 4T 2.8, monocilíndrico, refrigerado a ar com partida manual, movido a gasolina, com um consumo de 600ml/h;
- um alternador Bosch automotivo com tensão de 14V e corrente de 35 A;
- uma bateria de 12V 44Ah;
- um horímetro Matsuyama para motores a gasolina;
- ferramentas manuais diversas;
- um arduíno;
- sensores de rotação, temperatura, corrente e tensão;
- um computador para as verificações corretas realizadas no funcionamento do motor.

A Figura 1 mostra a bancada pronta, com todos os seus componentes.



Fonte: Próprio Autor

Figura 1 - Bancada pronta.

A adulteração do combustível atua diretamente na lubrificação do motor, neste caso, foi utilizada gasolina contaminada com óleo Diesel, em um motor estacionário. A gasolina comum utilizada é do tipo C, encontrada em todos os postos de combustível e que apresenta uma composição com 73% de gasolina e 27% de etanol, porém é comum em diversos locais, que esse combustível venha com irregularidades em sua composição, o que poderá trazer problemas para o motor (MAPA, 2015).

Os ciclos de operação do motor simularam o uso normal do dia a dia de uma moto em trânsito, numa velocidade média de 50 km/h, em um ciclo de troca de óleo de 2000 km. Com tais dados de funcionamento de um motor de pequeno porte, dividiu-se a quilometragem de 2000 km (que seria a troca do óleo) pela velocidade de 50 Km/h e obteve-se um ciclo de funcionamento do motor estacionário de 40 horas para as trocas do óleo e contaminação do combustível com óleo Diesel.

O teste de teor de etanol presente na gasolina também foi realizado, de acordo com as normas ABNT NBR 13992, que consiste na utilização de uma proveta de vidro de 100 ml contendo 50 ml de gasolina e 50 ml com uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl), com título de 10%. A amostra deve ser bem misturada, agitando-a umas 15 vezes e logo após deixada em repouso por 15 minutos, a fim de permitir a separação por completo das substâncias. Dessa forma, é possível constatar quanto à solução aquosa, referente à água e ao

álcool que saiu da gasolina aumentou. Através deste teste, verificou-se que a gasolina utilizada estava dentro dos parâmetros das normas da ANP, com 27% de álcool e 73% de gasolina, mostrado na Figura 2.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 - Teste de teor de etanol presente na gasolina.

Referente às quantidades de contaminação é possível observar na Tabela 1 como foram realizadas.

Tabela 1 – Contaminação do Combustível

Ciclo	%Incre. Diesel	Gasolina (ml)	Diesel (ml)	Álcool (ml)	Soma (ml)
1º Ciclo	0	25.000,00	0	0	25.000,00
2º Ciclo	1,5	25.000,00	375,00	138,70	25.513,70
3º Ciclo	3,0	25.000,00	750,00	277,40	26.027,40

Fonte: Próprio Autor

A Tabela 1 mostra que foi utilizado um total de 25 litros de gasolina, a qual foi contaminada com 1,5 % de óleo Diesel no segundo ciclo, que equivale à quantidade de 375 ml de óleo Diesel acrescentado à gasolina. Também foi necessário o acréscimo 138,70 ml de álcool à mistura para que a gasolina permaneça com a percentagem correta de 73% de gasolina e 27% de álcool, devido à contaminação por óleo Diesel, o qual não apresenta

presença de álcool fazendo com que aumente a mistura gasolina/Diesel e diminua a presença de álcool.

O lubrificante utilizado é caracterizado pela sua viscosidade, porém suas demais propriedades são de grande importância, por exemplo, os óleos modernos normalmente contêm aditivos que têm a funcionalidade de dar fluidez em baixas temperaturas. Esses aditivos ajudam em vários pontos na lubrificação do motor, agindo em altas temperaturas, não deixando com que o óleo espume em máquinas que atuam com grande velocidade, protegendo o motor da corrosão e oxidação, evitam a formação de borras no motor e minimizam a sua formação, incluindo também a redução do atrito e desgastes. Além disso, o óleo lubrificante é de grande importância para o resfriamento do meio em que atua (JUVINALL; MARCHEK, 2008).

O óleo lubrificante utilizado foi o óleo 4T SAE 20W 50 API SJ, mineral, do qual foram coletadas 1 amostra de cada ciclo do motor e 1 amostra com o óleo novo, sem uso, que foi referência para os demais testes. As Análises foram realizadas em um espectrômetro de Raio X, Modelo X-Supreme 8000 (Figura1), da Oxford Instruments, no laboratório de tribologia da FEIS/UNESP Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, mostrado na Figura 3.



Fonte: MACHADO, 2015.

Figura 3 – Modelo X-Supreme8000, Oxford Instruments.

Outros testes como a ferrografia, contagem de partículas por membranas, TAN, TBN, PQA e viscosidade, também oferecem resultados relevantes nas análises, no entanto não serão abordados neste trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos resultados obtidos pela espectrometria de raio x, pode-se chegar aos dados abaixo presentes na Tabela 2 e na Tabela 3, a seguir.

Tabela 2 – Resultados da Espectrometria de Raio X.

<b>METAIS PRESENTES NO ÓLEO LUBRIFICANTE</b>				
<b>ELEMENTOS</b>	<b>AMOSTRA 1</b>	<b>AMOSTRA 2</b>	<b>AMOSTRA 3</b>	<b>AMOSTRA 4</b>
MAGNÉSIO (Mg)	443.4 mg/kg	334.8 mg/kg	433.0 mg/kg	398.2 mg/kg
<b>ALUMÍNIO (Al)</b>	<b>345.3 mg/kg</b>	<b>501.4 mg/kg</b>	<b>1338.0 mg/kg</b>	<b>500.5 mg/kg</b>
TITÂNIO (Ti)	0.9 mg/kg	2.3 mg/kg	0.6 mg/kg	0.3 mg/kg
VANADIO (V)	0.9 mg/kg	0.6 mg/kg	0.2 mg/kg	0.2 mg/kg
<b>CROMO (Cr)</b>	<b>1.5 mg/kg</b>	<b>2.8 mg/kg</b>	<b>3.7 mg/kg</b>	<b>3.5 mg/kg</b>
MANGANÊS (Mn)	0.6 mg/kg	2.0 mg/kg	0.9 mg/kg	0.9 mg/kg
<b>FERRO (Fe)</b>	<b>-0.3 mg/kg</b>	<b>33.4 mg/kg</b>	<b>64.0 mg/kg</b>	<b>55.8 mg/kg</b>
COBALTO (Co)	2.3 mg/kg	2.2 mg/kg	2.2 mg/kg	1.7 mg/kg
NÍQUEL (Ni)	4.0 mg/kg	2.9 mg/kg	2.1 mg/kg	2.3 mg/kg
<b>COBRE (Cu)</b>	<b>8.5 mg/kg</b>	<b>9.4 mg/kg</b>	<b>10.6 mg/kg</b>	<b>7.9 mg/kg</b>
MOLIBDÊNIO (Mo)	16.9 mg/kg	18.6 mg/kg	14.4 mg/kg	17.2 mg/kg
<b>ESTANHO (Sn)</b>	<b>112.3 mg/kg</b>	<b>108.3 mg/kg</b>	<b>107.3 mg/kg</b>	<b>103.6 mg/kg</b>
CHUMBO (Pb)	0.5 mg/kg	0.9 mg/kg	0.8 mg/kg	1.0 mg/kg

Fonte: Próprio Autor

Na Tabela 2 apresentam todos os elementos químicos presentes em todas as amostras de óleo lubrificante. Tais amostras representam respectivamente:

- amostra 1 - óleo lubrificante sem utilização;
- amostra 2 - óleo lubrificante utilizado em um ciclo de funcionamento do motor sem a adição de contaminantes;
- amostra 3 - óleo lubrificante utilizado em um ciclo de funcionamento do motor com 1,5% de adição de óleo Diesel;
- amostra 4 - óleo lubrificante utilizado em um ciclo de funcionamento do motor com 3,0% de adição de óleo Diesel.

Após a retirada da terceira amostra e início do quarto ciclo, o motor sofreu um dano onde o prato de fixação da válvula de admissão se soltou e está caiu sobre o pistão, sendo necessária a substituição das seguintes peças: pistão, biela, válvulas de admissão e as juntas



do motor. Não foi descoberto a identificação da causa deste dano. A Figura 4 mostra os danos e as peças avariadas.



Fonte: Próprio autor

Figura 4 - Problema no motor antes da coleta da 4ª amostra.

Após os ajustes realizados o motor voltou a funcionar, no entanto, com 39 horas de funcionamento, apresentou problemas novamente, o que impossibilitou o fim do ciclo de 40 horas. Devido aos problemas no motor e aos ajustes realizados os resultados obtidos na 4ª amostra podem apresentar interferências nos dados da análise em relação aos demais. Lembrando que esta amostra foi adulterada com 3% de óleo Diesel.

Como referência para a análise dos resultados será utilizada a 1ª amostra como padrão, pois se trata do óleo lubrificante antes de ser utilizado.

De acordo com Fernandes (2012), os principais elementos que identificam a presença de desgaste são: o ferro, alumínio, cobre, estanho, zinco e o cromo. Observando o comportamento destes elementos metálicos na Tabela 2, é possível analisar um aumento significativo do ferro, alumínio, cromo e cobre até a amostra 3 onde houve o funcionamento correto do ciclo, porém na amostra 4 apresenta uma diminuição dos valores possivelmente devido as alterações realizadas no motor e a diferença de tempo de funcionamento. Referente ao estanho também na Tabela 2 e o zinco na Tabela 3, apresentaram uma diminuição em sua composição no óleo lubrificante.

Tabela 3 – Resultados da Espectrometria de Raio X.

ELEMENTOS ENCONTRADOS NA ESPECTROMETRIA DE RAIOS X				
ELEMENTOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	AMOSTRA 4
MAGNÉSIO (Mg)	0.037 Wt %	0.034 Wt %	0.045 Wt %	0.041 Wt %
FÓSFORO (P)	0.119 Wt %	0.121 Wt %	0.111 Wt %	0.103 Wt %
ENXOFRE (S)	0.877 Wt %	0.847 Wt %	0.819 Wt %	0.789 Wt %
CLORO (Cl)	0.007 Wt %	0.010 Wt %	0.007 Wt %	0.007 Wt %
CÁLCIO (Ca)	0.158 Wt %	0.157 Wt %	0.152 Wt %	0.147 Wt %
<b>ZINCO (Zn)</b>	<b>0.097 Wt %</b>	<b>0.092 Wt %</b>	<b>0.091 Wt %</b>	<b>0.084 Wt %</b>
MOLIBDÊNIO (Mo)	0.002 Wt %	0.002 Wt %	0.002 Wt %	0.002 Wt %
BÁRIO (Ba)	0.006 Wt %	0.007 Wt %	0.007 Wt %	0.007 Wt %

Fonte: Próprio Autor

Fernandes (2012) ainda ressalta os principais elementos encontrados em óleos lubrificantes na forma de aditivos e que também foram identificados na análise, são eles: Molibdênio, cálcio e fósforo. No entanto podem ser utilizados outros elementos químicos, variando de acordo com cada fornecedor.

De acordo com Kimura (2010), os aditivos podem apresentar diversas funcionalidades em um motor, tais como: detergentes; dispersantes; detergentes alcalinos; antioxidantes; passivadores de metais; anticorrosivos; antioxidantes; antiespumantes; antidesgaste; extrema pressão; modificadores de atrito ou fricção; agente de adesividade; abaixadores de ponto de fluidez; melhoradores de índice de viscosidade; corantes.

Os aditivos são responsáveis por manter a qualidade da viscosidade, ou seja, reduz a variação ocasionada normalmente pela temperatura.

A tabela 4 mostra os aditivos juntamente com sua função e composição.

Tabela 4 - Aditivos, funções e sua composição

TIPO DE ADITIVO	FUNÇÃO	COMPOSIÇÃO/ COMPONENTES
<b>DISPERSANTES</b>	Conservar a limpeza do equipamento mantendo os insolúveis em suspensão no óleo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Succinimidas Polialquênias</li> <li>•Polímeros de hidrocarbonetos contendo grupos polares</li> <li>•Polimetacrilatos contendo N2</li> <li>• Sulfonatos de metal (Na, Mg, Ba, Ca)</li> </ul>

"...continua..."

" Cont..."

<b>DETERGENTES</b>	Conservar a limpeza do equipamento com ação adicional de limpeza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostos com Cinza</li> <li>• Sulfonados de Metal<sup>1</sup></li> <li>• Salicilatos de Metal<sup>1</sup></li> <li>• Fenatos de Metal<sup>1</sup></li> </ul> <sup>1</sup> (Na,Mg,Ba,Ca)
<b>DETERGENTES ALCALINOS</b>	Neutralizar a ação das fases de combustão que podem propiciar a formação de lacas, vernizes e depósitos de carbono que podem provocar o agarramento dos anéis de segmento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostos com cinzas e reserva alcalina</li> <li>• Sulfonados de Metal<sup>1</sup></li> <li>• Salicilatos de Metal<sup>1</sup></li> <li>• Fenatos de Metal<sup>1</sup></li> </ul> <sup>1</sup> (Na,Mg,Ba,Ca)
<b>ANTIOXIDANTE</b>	Retardar a oxidação do óleo e consequentemente espessamento bem como a formação de lodo, borra e vernizes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditiófosfato de zinco</li> <li>• Fenóis e Aminas Aromáticas</li> <li>• Sulfetos orgânicos</li> <li>• Fosfitos orgânicos</li> <li>• Derivados orgânicos de cobre</li> </ul>
<b>PASSIVADORES DE METAIS</b>	Formar película inativa protetora sobre as superfícies metálicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditiófosfato de zinco</li> <li>• Sulfatos orgânicos</li> <li>• Fenatos metálicos</li> <li>• Compostos orgânicos nitrofenados</li> </ul>
<b>ANTIESPUMANTE</b>	Prevenir e reduzir a formação de espuma estável, dificultando a formação de bolhas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polímeros de silicone</li> <li>• Polimetacrilatos</li> </ul>
<b>ANTICORROSIVOS</b>	Prevenir o ataque de compostos corrosivos do lubrificante às partes metálicas e particularmente aos mancais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditiófosfato de zinco</li> <li>• Detergentes alcalinos</li> <li>• Ditiocarbamatos Metálicos</li> <li>• Terpenos fosfatados ou sulfurados</li> <li>• Fenóis de alquila propoxilatos</li> <li>• Ácidos succínicos de alquenila e seus derivados</li> <li>• Imidazolinias</li> </ul>
<b>ANTIFERRUGEM</b>	Prevenir a formação de ferrugem nas partes metálicas (ferrosas) do equipamento, principalmente por contato com água, umidade salina ou ácida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfonados de metal</li> <li>• Ácidos graxos</li> <li>• Aminas</li> </ul>
<b>AGENTES DE OLEOSIDADE</b>	Aumentar a resistência do filme de óleo, evitando o contato metal metal e reduz o desgaste.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido oléico</li> <li>• Óleo de banha (laroil)</li> </ul>
<b>AGENTES ANTIDESGASTE</b>	Reduzir o desgaste das partes metálicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditiófosfato de zinco</li> <li>• Alcoil Ditiocarbamatos</li> <li>• Fosfatos orgânicos</li> <li>• Derivados orgânicos de Ca, Mg, Na, Ni, Cd, V e Se.</li> </ul>

"... continua..."

" Cont..."

<b>AGENTES EXTREMA PRESSÃO (EP)</b>	<p>Reduzir o desgaste das partes metálicas sujeitas a serviços mais severos.</p> <p>Aditivos EP normalmente contêm enxofre, fósforo ou compostos de orgânicos clorados, incluindo compostos enxofre-fósforo e enxofre-fósforo-boro, que reagem quimicamente com a superfície de metal sob condições de alta pressão. Aditivos EP contendo enxofre podem causar problemas de corrosão em engrenagens com peças feitas de bronze, latão e outras ligas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gorduras sulfuradas escuras inativas;</li> <li>• Gorduras sulfuradas escuras ativas;</li> <li>• Hidrocarbonetos escuros de enxofre ativos;</li> <li>• Alcanos de cadeia curtas e médias clorados (ver hidrocarbonetos clorados e parafinas cloradas);</li> <li>• Ésteres de ácido clorêndico;</li> <li>• Ésteres poliméricos;</li> <li>• Polissulfetos;</li> <li>• Compostos de molibdênio (incluindo dissulfeto e ditiocarbamatos);</li> <li>• Ditiófosfato de zinco</li> </ul>
<b>MODIFICADORES DE FRICÇÃO</b>	<p>Diminuir o coeficiente de atrito entre as peças reduzindo o desgaste, calor gerado, consumo de energia e ruído.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivos antidesgaste</li> <li>• Aditivos EP</li> <li>• Grafite</li> <li>• Bisulfeto de Molibdênio</li> </ul>
<b>AGENTES DE ADESIVIDADE</b>	<p>Dificultar o deslizamento do lubrificante mantendo mais aderido às superfícies a serem lubrificadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliisobutilenos</li> <li>• Asfaltos</li> </ul>
<b>EMULSIFICANTES</b>	<p>Permitir a formação de emulsão estável entre água e óleo nas quais o óleo mantém as suas propriedades e água atua como meio de refrigeração.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabões de ácidos graxos</li> <li>• Breu</li> <li>• Ácidos sulfônicos</li> <li>• Ácidos naftênicos</li> <li>• Sulfonados de sódio</li> </ul>
<b>BIOCIDAS</b>	<p>Reduzir o crescimento de microorganismos em emulsões lubrificantes (fungos, leveduras e bactérias) evitando a rápida degradação da emulsão, a quebra da emulsão, formação de subprodutos. Corrosivos, problemas de saúde pelo contato com a pele (dermatites, pneumonia, etc). Os Biocidas são “conservantes” e atuam de diversas formas, matando os microrganismos e inibindo o crescimento microbiano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaldeído Compostos com ligações de S ou S-N</li> <li>• Meterocíclicas Fenóis Derivados Orgânicos de Cl e Hg</li> </ul>
<b>DESEMULSIFICANTES</b>	<p>Evitar emulsões ou separá-las rapidamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfonados especiais de Ca, Ba e Zn</li> <li>• Sulfonados de Amônia e Dietileno Diamina</li> </ul>
<b>ABAIXADORES DO PONTO DE FLUIDEZ</b>	<p>Abaixar o ponto de fluidez do lubrificante permitindo que ele flua a baixas temperaturas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimetacrilatos</li> <li>• Poliácridamidas</li> <li>• Naftalenos Alquilados</li> <li>• Poliestireno Alcoolidado</li> <li>• Polímeros e Copolímeros de Alfa-olefinas</li> </ul>
<b>MELHORAMENTO DO ÍNDICE DE VISCOSIDADE</b>	<p>Diminuir a variação de viscosidade do lubrificante com a temperatura, elevando o IV (Índice de viscosidade) do óleo acabado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copolímeros de Olefinas</li> <li>• Copolímeros de estireno dienohidrogenado</li> <li>• Polialquimetacrilatos</li> </ul>

"... continua..."

" Cont..."

<b>CORANTES</b>	Utilizados para permitir uma identificação visual do lubrificante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostos orgânicos nitrogenados como anilinas e azocompostos</li> </ul>
<b>ANTIMANCHAS</b>	Evitar a coloração estranha às peças.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polioxiacilatos de Alumínio</li> <li>• Tiodiazóis</li> </ul>
<b>AROMATIZANTES</b>	Melhorar a aceitação de lubrificantes que possuem odor desagradável a quem trabalha com eles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óleo de pinho</li> <li>• Outros óleos essenciais</li> </ul>

Fonte: TECÉM, 2015.

Analisando a tabela 4, é possível verificar que grande parte dos elementos encontrados na composição dos aditivos estão presentes nos resultados da espectrometria de raio-X na tabela 2 e na tabela 3.

## CONCLUSÃO

Através das análises obtidas pela espectrometria de raio-X, pode-se concluir que a contaminação do combustível provocou alterações no funcionamento correto do óleo lubrificante e conseqüentemente no motor. Na tabela 2, foi possível observar o aumento em massa da maior parte dos elementos que identificavam o desgaste, e na tabela 3, a diminuição em peso da maior parte dos elementos que fazem parte dos aditivos presentes no lubrificante.

Também são levados em consideração os resíduos provenientes das partes internas do motor causadas pela adição de óleo Diesel, porém como se trata de um motor estacionário, pequeno, não foi possível identificar se a quantidade de partículas encontradas na análise é considerada um desgaste natural dos componentes. Mas utilizou-se os dados do funcionamento do ciclo apenas com gasolina "C" como parâmetro para verificar o aumento do desgaste devido à contaminação do combustível nos demais ciclos.

No entanto, devido aos problemas ocasionados no motor os resultados obtidos não apresentaram o êxito esperado, o que pode ser realizado em trabalhos futuros com um motor que resista mais as contaminações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Gasolina automotiva - Determinação do teor de etanol anidro combustível (EAC)**. NBR 13992. 2015

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Autoriza a comercialização das gasolinas COMUM (Tipo A e Tipo C) e PREMIUM (Tipo A e Tipo C)**, destinadas ao consumo em

veículos terrestres e aquáticos, em todo o território nacional. Portaria ANP N° 71, de 20 de maio de 1998.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Estabelece as especificações das gasolinas automotivas destinadas ao consumidor final e comercializadas em todo território nacional.** Portaria ANP n° 309, de 27 de dezembro de 2001.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Legislação.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 09 jun.2015.

CAMARA, Michael Araújo; PERES, Breno Roberto; CHRISTIANINI, Rafael Zagatto. **Óleos Lubrificantes Automotivos**, Bauru, 2010. 11p.

CUERVA, Murilo Parra. **Análise da influência da contaminação do lubrificante por biodiesel em um equipamento pin-on-disk.** 2013. 157 f. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.

FERNANDES, Flávio Roberto. **Ensaio com amostras de óleos lubrificantes, como Ferramenta auxiliar no desenvolvimento de novos motores de combustão interna: revisão sistemática da literatura.** São Caetano do Sul, SP, 2012. 61p.

JUVINALL R. C. ; MARCHEL K. M. **Projeto de Componentes de Máquinas.** 4ª Edição. Local de Publicação. Editora, 2008. 500 f. Volume.

KIMURA, Rogério Katsuharu. **Uso da Técnica de Análise de Óleo Lubrificante em Motores Diesel Estacionário, Utilizando-se Mistura de Biodiesel e Diferentes Níveis de Contaminação do Lubrificante.** 2010. 128 f. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Impactos Ambientais do Refino do Petróleo.** 2001. 286 f. Tese (Pós-Graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, Jônatas Alves. **Uso da análise de óleo por espectrômetro de raio X como parâmetro para manutenção preventiva.** Rio Verde, Goiás. Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde, maio. 2015. (n. 4).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Fixa, o percentual obrigatório de adição de etanol anidro combustível à gasolina.** Portaria MAPA n° 75, de 5 de março de 2015.

PETROBRAS. **Gasolina**. Disponível em:

[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ\\_2CbEdFAGTIInk!/?PC\\_7\\_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/duvidas+frequentes+gasolinas+petrobras](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ_2CbEdFAGTIInk!/?PC_7_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/duvidas+frequentes+gasolinas+petrobras). Acesso em 07 jun.2015.

PHILLIPE, Sabelle Lopez. **Petróleo**. Disponível em:

<http://www.suapesquisa.com/geografia/petroleo/>. Acessado em: 01/12/2015.

PORTAL BRASIL. **Aumento da Porcentagem do Biodiesel no Diesel**. Disponível em:

<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/05/governo-aumenta-porcentagem-de-biodiesel-no-diesel>. Acesso em: 09/09/2015.

PETROBRAS. **Lubras Mitos sobre lubrificação**. Disponível em:

[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/servicos/automotivos/lubraxismais!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gjf09TAxcjT193M18jA0\\_fYH-zABcfZwMjc\\_2CbEdFAFmP2uQ!/?PC\\_7\\_2OI50D2IM0US80IDCFPEGELM94000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/hot+site/linha+lubraxis/apresentacao/mitos+sobre+lubrificacao](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/servicos/automotivos/lubraxismais!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gjf09TAxcjT193M18jA0_fYH-zABcfZwMjc_2CbEdFAFmP2uQ!/?PC_7_2OI50D2IM0US80IDCFPEGELM94000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/hot+site/linha+lubraxis/apresentacao/mitos+sobre+lubrificacao). Acessado em 26/11/2015.

PUC. **A Gasolina**. Disponível em: [http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4432/4432\\_5.PDF](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4432/4432_5.PDF). Acessado em 04/12/2015.

SILVEIRA, Eva Lúcia Cardoso et al. **Determinação de metais em óleos lubrificantes, provenientes de motores de ônibus urbano, utilizando a FAAS**. Química Nova, São Paulo, Vol, 33. set. 2010. (n.9).

TONI MOTO PEÇAS. **Gasolina Adulterada**. Disponível em:

[http://www.tonimotopecas.com.br/#/flog/album/dicas/image\\$Id=96076&c=1431993671280](http://www.tonimotopecas.com.br/#/flog/album/dicas/image$Id=96076&c=1431993671280). Acessado em 08/06/2015.

TECÉM. **Aditivos para lubrificantes**. Disponível em: <http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2015/02/LB12-ADITIVOS-PARA-LUBRIFICANTES.pdf>. Acessado em 30/11/2015.

TEST OIL. **Manutenção Preditiva através da Análise de Fluidos**.

<http://www.testoil.com.br/index.php/lubrificante/12-oleo-lubrificante/6-analise-de-oleo-lubrificante-ferrografia-analitica>. Acessado em: 21/10/2015.

**ÚNICA. Produção e Uso do etanol no Brasil.** Disponível em:[http://www.ambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/publicacoes/etanol/producao\\_etanol\\_unica.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/publicacoes/etanol/producao_etanol_unica.pdf). Acessado em:07/10/2015.