

ANÁLISE DE ÓLEO PELO MÉTODO PQA - CONTADOR DE PARTÍCULAS METÁLICAS

Tácio Teixeira dos Santos¹
Ronaldo Lourenço Ferreira²

RESUMO

A lubrificação – seja por óleo, água, graxa, entre outros – é o principal meio de preservação de qualquer equipamento, máquina ou motor, levando – os ao excelente desempenho de suas funções e ao máximo aproveitamento da vida útil quando administrada de forma correta. Hoje com o aumento da demanda de produção das indústrias, sejam elas automotivas, de alimentos, de combustíveis, entre vários outros tipos, sejam quais forem suas matérias primas, a maior parte delas é constituída de máquinas, equipamentos mecânicos, ao qual depende totalmente de uma lubrificação. O que se visa muito é a qualidade e principalmente o tempo que se leva para a fabricação do produto até a entrega ao cliente e as indústrias não podem se dar ao luxo de atrasos e prejuízos vindos de problemas em máquinas devido a falta de lubrificação. Daí que surgiu a necessidade de um meio mais rápido e seguro de prevenção contra falhas e manter a qualidade do serviço em alta, e hoje o meio mais eficaz é através de análise do óleo ou combustível dos mesmos que dependem disso. O presente trabalho trata da Análise de Óleo pelo Método PQA, o qual analisa no óleo ou combustível o número de partículas metálicas encontradas nos respectivos, ocasionadas pelo desgaste do conjunto devido a um contaminante qualquer.

Palavras-chave: Motor Estacionário. Lubrificante. Combustível. Contaminante. Desgaste.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde – GO

² Professor da Universidade de Rio Verde – Orientador

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia é um fator que não se vive sem, mesmo com todo o avanço tecnológico nenhum equipamento mecânico ou máquina com o mesmo sistema está livre de falhas, mas visivelmente evoluíram muito desde o início de seu desenvolvimento. Um critério utilizado até os dias atuais desde décadas atrás é a manutenção, mesmo aquela em que apenas se substitui peças quebradas. Dentro deste conceito está a lubrificação, um fator importantíssimo na vida útil de cada equipamento mecânico ou máquina.

São vários os métodos de lubrificação conhecidos, mas todos com o mesmo propósito. Cada equipamento a ser lubrificado requer um tipo de lubrificante e com isso são desenvolvidos e evoluem sempre para melhor desempenho de sua função. O lubrificante depende muito das condições que será submetido, o que estará em contato, se vai ou não afetar suas propriedades antes do estimado, como por exemplo, contaminantes vindos do próprio equipamento ou de agentes externos como água, terra, dentre outros, o que afeta diretamente a vida útil do lubrificante.

O trabalho a seguir trata-se da análise do lubrificante de um motor estacionário, quando submetido a contaminantes – etanol, thinner, querosene – com diferentes concentrações em seu combustível em diversos ciclos de trabalho com o motor em funcionamento. Através da análise no Monitor de Partículas Ferrosas PQA, descobriremos se o lubrificante teve um desgaste excessivo e se o nível de contaminação teve um aumento significativo devido á adulteração do combustível.

Também será abordado o método de obtenção de calor através da queima do combustível – energia química em trabalho mecânico – nos motores de combustão interna, os chamados MCI's.

1.1 MOTORES Á COMBUSTÃO

Existem diferentes formas de se obter calor, as máquinas térmicas são dispositivos que transformam o calor em trabalho. A combustão, energia térmica e energia elétrica são apenas algumas formas de se conseguir obter calor. Com a queima de combustível se obtém calor, o que seria energia química em trabalho mecânico (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Para a obtenção deste trabalho são realizados processos numa substância denominada fluido ativo (FA), e, através do comportamento do respectivo fluido as máquinas térmicas se classificam em: Motores de combustão externa (MCE) e Motores de combustão interna (MCI) (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Através da energia calorífica se obtém energia mecânica a ser utilizada, essa energia vem de fontes como a energia atômica, energia química, entre outras, e os responsáveis por essa transformação são os Motores de Combustão Interna (KIMURA, 2010).

Os motores de combustão interna podem ser classificados de diversas formas, dentre elas estão: Quanto ao tipo de ignição; Quanto ao ciclo de trabalho; Quanto à utilização; Em relação ao número de cilindros; entre outras (KIMURA, 2010).

As máquinas térmicas em relação ao fluido ativo (FA): (1) Motores de Combustão Externa (MCE) a combustão acontece externamente ao FA, que por sua vez será o veículo da energia térmica que se transformará em trabalho. (2) Motores de Combustão Interna (MCI) atua diretamente com o FA na combustão (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Existem três formas de se obter trabalho mecânico através dos MCI's. São classificados em:

1. Motores Alternativos: o trabalho é obtido pelo movimento vai e vem de um pistão, transformado em rotação contínua por sistema biela-manivela;
2. Motores Rotativos: o trabalho é obtido diretamente por movimento rotativo;
3. Motores de impulso: o trabalho é obtido pela força de reação dos gases expelidos em alta velocidade pelo motor (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Para dar início ao processo de combustão é necessário algum agente que provoque o início da reação entre combustível e oxigênio do ar, esse processo é denominado ignição. Quanto à ignição, os motores alternativos se dividem em duas partes fundamentais, a MIF – Motores de Ignição por Fâisca ou Otto e MIE – Motores de Ignição Espontânea ou Diesel (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

1.1.1 Lubrificação de motores á combustão

A lubrificação está ligada ao petróleo, pois as substâncias derivadas do petróleo são utilizadas com frequência na formulação de lubrificantes (COMPANHIA BRASILEIRA DE PETRÓLEO IPIRANGA, p.: 02-67, n.d.).

Qualquer lubrificante tem como função principal diminuir o atrito e desgaste de elementos de equipamentos em movimento. Praticamente em todos os sistemas mecânicos ocorre um desgaste antes que o equipamento venha a parar por qualquer falha, com a coleta e posteriormente análise das partículas do lubrificante evita que seja desmontado qualquer equipamento para manutenção, sem a necessidade de verificar as superfícies que vão se desgastar (SILVA; GONÇALVES E SANTOS, 2007).

O lubrificante tem como função criar uma película de óleo entre as superfícies em movimento para reduzir o atrito e evitar o desgaste, também resfria os objetos que se movem, evita corrosão e não permite a entrada de contaminantes entre as superfícies (POSSAMAI, 2011).

Dentre os vários tipos de circulação do lubrificante, o mais utilizado é o sistema denominado de Cárter Úmido. Recebe esse nome devido ao óleo estar presente no cárter do motor (POSSAMAI, 2011).

A lubrificação nos motores ocorre de três maneiras, divididas por sistemas de lubrificação. São elas: (1) Sistema de Lubrificação por Salpico ou Aspersão; (2) Sistemas de Lubrificação – Motores 2 Tempos; (3) Sistemas de Lubrificação sob Pressão ou Forçada (BRUNETTI, vol. 2, 2015).

Para que um sistema de lubrificação funcione, ou seja, obtenha o melhor desempenho é necessário quantidades adequadas de lubrificante, características do mesmo apropriadas, acabamento das superfícies específico, pressão específica, dureza da superfície e o tipo de material adequado (BRUNETTI, vol. 2, 2015).

1.2 COMBUSTÍVEL

Com a necessidade de combustível para a iluminação e com o crescimento do transporte a motor, em meados do século XIX houve um aumento muito grande na demanda de gasolina, foi então que se deu a consolidação da Indústria do Petróleo. No início a gasolina era de baixa resistência à detonação, foi então que se misturaram álcool etílico e metílico para inibir o problema (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Em 1921 descobriu-se que a adição de Chumbo-Tetra-Etila era mais eficaz a inibir a detonação, o que o tornou o aditivo principal da gasolina. O surgimento da Indústria Petroquímica se deu na II Guerra Mundial. Com o crescimento na demanda de produtos

obrigou os países ao consumo excessivo de petróleo, proporcionando a criação de novos processos de refinaria e novos catalisadores (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Retirados do subsolo, ou até mesmo da superfície, em lagos de asfalto, os petróleos, geralmente menos denso que a água, são líquidos oleosos, inflamáveis e de cheiro desagradável (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Derivados do petróleo são utilizados como combustível na maioria dos motores de combustão interna (MCI). Vários países estão utilizando além do petróleo a adição de biocombustíveis a esses derivados, em alguns casos como no Brasil e Alemanha a opção da utilização de biocombustíveis puros, como o álcool etílico hidratado e o biodiesel, respectivamente (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Gasolinas, óleos diesel, querosene de aviação e vários óleos combustíveis marítimos para motores pesados são atualmente os principais derivados do petróleo em motores de combustão interna, que variam desde o MF-100 (Marine Fuel, viscosidade máxima de 100 cSt – CentiStoke – unidade de viscosidade no sistema CGS – em cm^2/s) até o MF-700, conforme ISSO-8217 (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

A gasolina é a mistura de diversas naftas obtidas do processamento do petróleo, as propriedades são balanceadas de modo a obter um desempenho satisfatório e uma enorme variedade de condições operacionais nos motores. No Brasil as gasolinas são classificadas em dois tipos, Gasolina A e Gasolina C (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

Gasolina A isenta de álcool etílico anidro, sua comercialização é apenas para refinador e distribuidor. Gasolina C, por sua vez, comercializada nos postos de abastecimento, com adição de 22% volume de álcool etílico anidro, com variação de 18% a 25% devido a variação na safra da cana de açúcar (BRUNETTI, vol. 1, 2014).

1.3CONTAMINANTE

Sistemas Hidráulicos e Lubrificantes possuem filtros para diminuir a contaminação, uma vez que o equipamento em operação gera vários contaminantes, como oxidação e outros subprodutos, o lubrificante se encarrega de levar esses contaminantes para que o funcionamento não seja afetado (BENEDUZZI, 2012).

O óleo lubrificante por si só é um contaminante depois de retirado de um motor ou máquina que o utilize, contidos no óleo usado estão presentes produtos de degradação,

aditivos que foram acrescentados no mesmo, metais de desgaste, água, poeira e outras mais impurezas (SILVEIRA; CALAND; MOURA; MOURA, 2006).

A análise de óleo é utilizada principalmente para identificar as condições do mesmo e possíveis falhas do equipamento. O lubrificante tem dois tipos básicos de falhas, sendo a contaminação por desgaste do equipamento ou por agentes externos, um muito comum é a água, também pela perda de suas propriedades, com o tempo o mesmo perde propriedades e deixa de desempenhar sua função com destreza (SUPREME LUBRIFICANTES, P.: 01-09, n.d.).

1.4 MONITOR DE PARTÍCULAS FERROSAS PQA

A partir da crise do petróleo na década de 50 a análise de óleo tornou-se uma técnica e passou a ter um novo papel na manutenção de equipamentos, tornando possível monitorar o estado e situação do óleo lubrificante, identificando assim a necessidade de troca ou reposição do mesmo (SUPREME LUBRIFICANTES, P.: 01-09, n.d.).

Para quantificar a limpeza de um lubrificante a ISO estabeleceu a norma ISO 4406 que estabelece limites e alarmes para avisar quando a contaminação é excessiva, relacionando a contagem de partículas com a limpeza do lubrificante (BENEDUZZI, 2012).

Várias indústrias publicam níveis recomendados de contagem de partículas, muito utilizadas em sistemas hidráulicos, onde elas tem tamanho maiores que 10 μm , se tornam mais apropriadas quando as partículas causam abrasão ou os mecanismos de fadiga são preliminares (BENEDUZZI, 2012).

O PQA é um magnetômetro que possui duas bobinas, uma na parte de amostra (o sensor), enquanto que a outra é a bobina de referência que trabalham em sincronia uma com a outra, uma vez que estão em equilíbrio quando não tem amostra no sensor e nenhuma interferência eletromagnética (CUERVA, 2013).

Quando é colocada uma amostra no sensor que contém partículas ferromagnéticas o equilíbrio é alterado, o desequilíbrio causa um sinal resultante que é ampliado e filtrado e indica um índice PQ, relacionadas diretamente à massa das mesmas na amostra (CUERVA, 2013).

O índice PQ corresponde á partículas de ferro e níquel presente nas amostras, podendo identificar partículas maiores do que 5-10 μm , o que não é possível utilizando outras técnicas

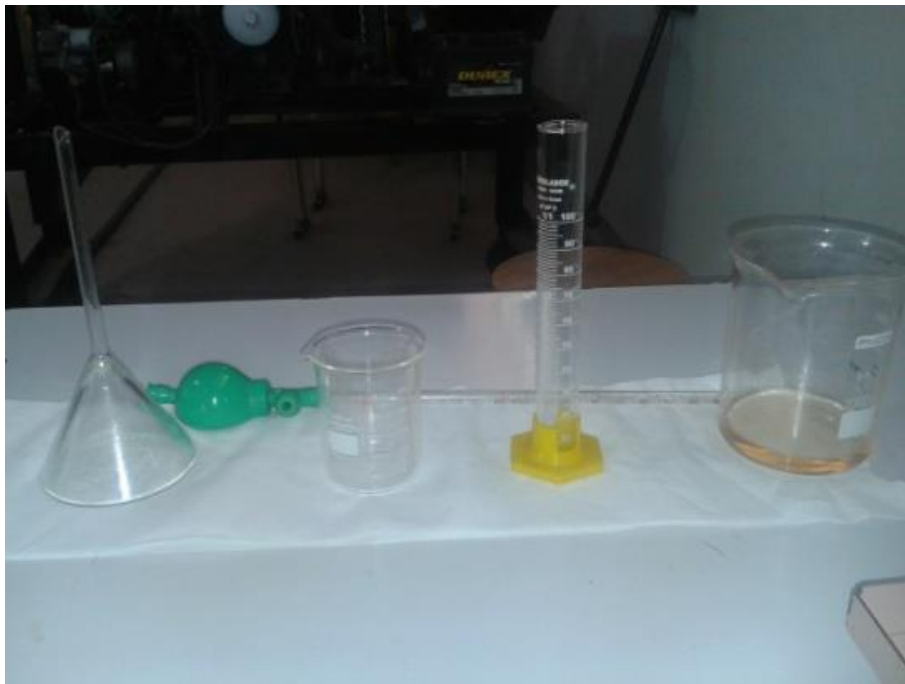
de análise, tornando esta medida uma ferramenta fundamental para a análise de óleo (CUERVA, 2013).

2. MATERIAL E MÉTODO

2.4 MATERIAL UTILIZADO NA ADULTERAÇÃO DO COMBUSTÍVEL

Para medir a quantidade de combustível e contaminante a ser utilizado foram utilizados béquer, proveta, pipeta e funil, para ter a exatidão necessária entre um e outro. A figura 1 mostra o material utilizado.

FIGURA 1: Material Utilizado para Adulterar Combustível



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

2.2 HORÍMETRO / TACÔMETRO

Foi utilizado um horímetro Matsuyama, ligado ao cabo de vela e à carcaça do motor. A coleta de dados é feita com o motor desligado, apresentando na tela inicial o acúmulo de

horas trabalhadas até o momento e pressionando o seletor nos mostra as horas parciais trabalhadas, após o funcionamento ele marca em sua tela inicial a rotação de trabalho do motor e pressionando o botão de seleção ele volta às horas parciais trabalhadas.

FIGURA 2: Horímetro / Tacômetro



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

2.3 MOTOR ESTACIONÁRIO HONDA GX 160

Foi utilizado um motor estacionário Honda GX 160 montado sobre uma bancada, com carga de um alternador acoplado por uma correia em “V” lisa. Para cada ciclo o motor foi abastecido com seu combustível adulterado e então deixado em estado de funcionamento em marcha lenta até que o tanque esvaziasse, tendo a duração de 40 horas por ciclo, sendo um total de 13 ciclos. No intervalo de cada ciclo foi coletado o óleo para amostra, feita manutenção criteriosa, limpeza das peças e das cavidades da tampa do cárter, completado com lubrificante novo e combustível adulterado com nova porcentagem e iniciado novo ciclo.

Especificações do Motor:

Comprimento x Largura x Altura: 312 x 362 x 335 mm

Peso Seco: 15,2 Kg

Tipo de Motor: 4 tempos, OHV, monocilíndrico

Cilindrada: 163 cm³

Diâmetro x Curso: 68 x 45 mm

Potência Líquida: 4,8 cv / 3600 rpm

Potência máxima: 5,5 cv / 3600 rpm

Torque Líquido: 1,05 Kgf.m / 2500 rpm

Torque Máximo: 1,10 Kgf.m / 3600 rpm

Capacidade de Óleo do Motor: 0,6 L

Capacidade do Tanque de Combustível: 3,6 L

Sistema de Arrefecimento: Ar forçado

Sistema de Ignição: Magneto – Transistorizado

Rotação do Eixo PTO: Sentido Anti – horário (Visto pelo lado do PTO)

Fonte: Manual do Proprietário – Honda

FIGURA 3: Motor Estacionário



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

2.4 AMOSTRAS RECOLHIDAS APÓS REALIZAR OS TESTES

Após cada ciclo de trabalho do motor foram coletadas amostras do lubrificante usado, nomeados de acordo com a porcentagem e contaminante utilizado na manipulação do combustível utilizado em cada teste, todas as coletas foram feitas antes do motor ser desmontado para manutenção e limpeza. Foram separadas 14 amostras para análise, dentre elas estão 13 vindas de cada ciclo de trabalho do motor (4 de cada concentração dos 3 contaminantes usados mais 1 com gasolina pura sem adulteração) mais 1 amostra do lubrificante novo, sem uso, como mostra a figura abaixo.

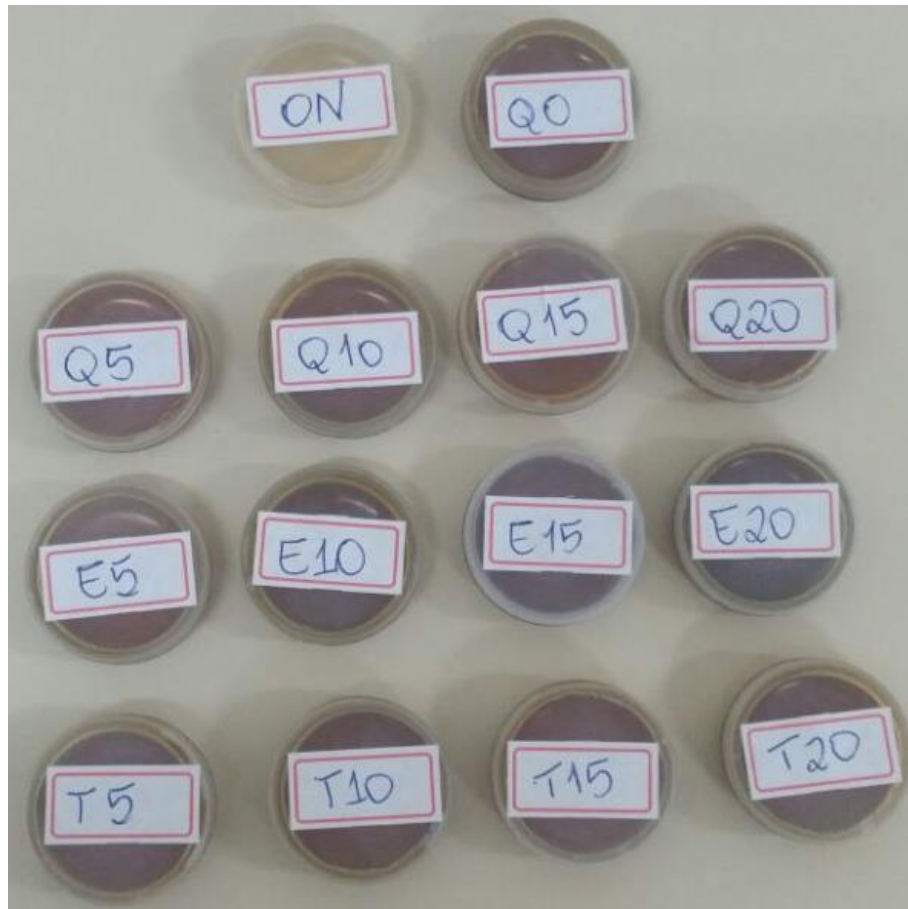
FIGURA 4: Amostras de lubrificante novo e usado e combustível adulterado



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

2.5 AMOSTRAS PARA ANÁLISE NO MONITOR DE PARTÍCULAS

Para que a leitura do lubrificante fosse feita, foi necessário colocar 2 ml de cada amostra do lubrificante coletado do motor em frascos específicos para o Monitor de Partículas, frascos esses representados na figura abaixo, onde cada um foi nomeado de acordo com a adulteração de cada combustível com um determinado contaminante. Destaca-se que a nomenclatura “Q0” foi dada à amostra de lubrificante ao qual o combustível não foi adulterado, ou seja, o combustível puro.

FIGURA 5: Amostras para análise no Monitor de Partículas

Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

2.6 MONITOR DE PARTÍCULAS FERROSAS PQA

Para análise do lubrificante com e sem adulteração do combustível e análise do próprio combustível utilizou-se um Monitor de Partículas Ferrosas PQA, o mesmo faz a leitura das partículas que estão em suspensão no lubrificante, o que permite saber a gravidade do desgaste do objeto a ser analisado. Para isso deve-se ligar o equipamento e fazer a sua calibração, com um objeto de análise próprio e a sincronia das bobinas, a de amostra e de referência.

Feito isso, agita-se bem os frascos com as amostras para que fique uma mistura homogênea, colocam-se as amostras na bobina de amostras e dá-se início ao ciclo, a bobina de referência gira até o sensor de presença, o qual detecta se há ou não amostra a ser analisada, logo após ele gira até a posição do magnetômetro, onde é feita a leitura da amostra, depois

disso a amostra é dispensada através de uma calha e a bobina retorna ao sensor onde ela continuará ou não o ciclo caso existam mais amostras a serem analisadas.

FIGURA 6: Monitor de Partículas Ferrosas PQA



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise através do Monitor de Partículas Ferrosas PQA apresenta como resultado um índice PQ através da leitura de cada amostra, esse índice é representado por números e para se obter um valor mais aproximado repete-se a leitura de cada amostra e faz-se a média dos valores encontrados para chegar em um único valor.

Esse método tem como vantagem o acompanhamento de um possível desgaste do lubrificante, caso venha a ocorrer é possível um monitoramento mais preciso, determinando períodos de análises contínuos. Outro ponto positivo é a facilidade e agilidade no processo de análise, após todas as amostras serem preparadas e colocadas no equipamento o processo é simples, rápido e de fácil entendimento, o índice gerado é dado através de uma tela da qual apenas se lê e anota-o em papel ou algum equipamento eletrônico.

A desvantagem é a falta de informação, o equipamento em questão apenas faz a leitura de partículas ferromagnéticas encontradas no lubrificante analisado, conta quantas têm sem identificar cada uma, ou seja, não aponta o material que foi encontrado, o que torna mais difícil identificar o motivo real da contaminação no lubrificante sem saber o porque de estar ocorrendo caso a variância do índice seja baixa.

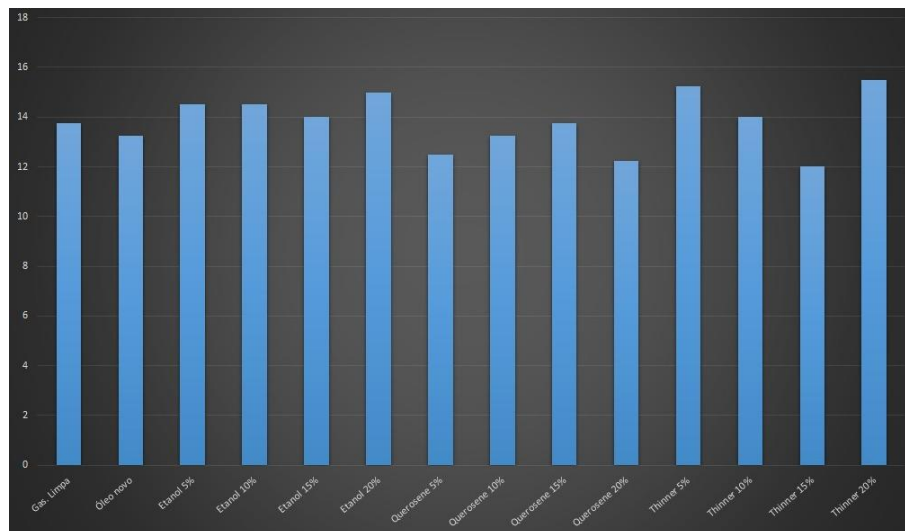
Sem saber o tipo de material não é possível saber se determinado contaminante afetou ou não no desgaste se, o objeto em questão tem uma margem de trabalho relativamente baixa ou se o percentual de contaminação é baixo.

Este trabalho foi realizado para analisar o lubrificante do motor utilizado no projeto com seu combustível adulterado com a intenção de descobrir se o lubrificante teria uma taxa de variação diferente de acordo com que fosse aumentando o percentual de contaminação no combustível.

Considerando que os percentuais de contaminação ao combustível foram baixos e também que nos dias atuais os motores são preparados para rodar com dois combustíveis (sendo chamados de flex), com o método utilizado não foi possível identificar se o lubrificante sofreu um desgaste anormal e se afetou suas propriedades se comparado o índice gerado encontrado no lubrificante sem uso e no lubrificante onde o combustível estava puro com os lubrificantes onde tiveram o seu combustível adulterado.

A figura 7 mostra como ficou o índice PQ das amostras puras e adulteradas, com picos de discrepância muito baixos comparados um com o outro.

FIGURA7: Índice PQ das amostras analisadas



Fonte: Tácio Teixeira dos Santos, 2016

Analisando a figura 7 o lubrificante sem uso apresenta um índice PQ, índice esse decorrente da fabricação, o que se acredita ser um padrão aceitável, pois é liberado e comercializado para uso do consumidor contendo selos dos respectivos órgãos fiscais. As demais amostras apresentam índices em decorrência do uso no motor.

4. CONCLUSÃO

Através do método de análise PQA é gerado um índice de partículas ferromagnéticas que estão em suspensão no lubrificante, esse índice indica contaminação no lubrificante, contaminação decorrida do desgaste do equipamento ao qual pertence o óleo em análise.

A repetição da leitura de cada amostra indica que o método PQA é muito eficiente e que seu resultado é preciso, sendo que o resultado da leitura na mesma amostra repetida quatro vezes mostra uma diferença de apenas 2 pontos, para mais ou para menos em cada leitura.

A partir do projeto realizado conclui-se que utilizando o referido método para a análise do lubrificante nas condições estipuladas não é possível dizer que o mesmo sofreu desgaste excessivo ou que a contaminação decorrente encontrada no lubrificante seja específica da adulteração do combustível, o que não o torna um método falho, porém, é um método eficaz se o percentual de contaminação no lubrificante for consideravelmente alto.

*ANALYSIS BY OIL METHOD PQA - PARTICLE COUNTER METALLIC***ABSTRACT**

Lubrication - either by oil, water, grease, among others - is the main means of preservation of any equipment, machine or engine, leading - the the excellent performance of its functions and to take full advantage of life when administered correctly. Today with the increased demand for production industries, whether automotive, food, fuel, among many other types, whatever their raw materials, most of which consists of machines, mechanical equipment, which depends entirely on lubrication. What is aimed at is the very quality and especially the time it takes to manufacture the product to delivery to the customer and the industry can not afford to delays and losses coming from machine problems due to lack of lubrication. Hence arose the need for a faster and safer means of preventing failures and maintain the quality of service for high and today the most effective way is through oil analysis or fuel thereof that depend on it. This paper deals with the Oil Analysis by PQA method, which analyzes the oil or fuel the number of metal particles found in the respective, caused by joint wear due to a contaminant any.

Keywords: Motor stationary. Lubricant. Fuel. Poisoning. Wear.

REFERÊNCIAS

- BENEDUZZI, Anderson Henrique. **Procedimentos de Coletas de Óleo para Análise Preditiva de Turbinas à Gás**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira-SP, 2012.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna - Volume 1**. Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo, 2012 - 3ª reimpressão - 2014.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna - Volume 2**. Editora Edgard Blucher LTDA. São Paulo, 2012 - 3ª reimpressão - 2015.
- COMPANHIA BRASILEIRA DE PETRÓLEO IPIRANGA. **Lubrificação Básica**. P.: 02-67. n.d. Disponível em:
<http://www.lacarolamentos.com.br/catalogos/_SAIBA_MAIS/lubrificantes/lubri_basica.pdf>
> Acesso em 23 de março de 2016.
- CUERVA, Murilo Parra. **Análise da Influência da Contaminação do Lubrificante por Biodiesel em um Equipamento PIN-ON-DISK**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira-SP, 2013.
- KIMURA, Rogério Katsuharu. **Uso da Técnica de Análise de Óleo Lubrificante em Motores Diesel Estacionários, Utilizando-se Misturas de Biodiesel e Diferentes Níveis de Contaminação do Lubrificante**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira - SP, 2010.
- POSSAMAI, Lisiane. **Eficácia da Análise de Amostras de Óleo Lubrificante por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado na Detecção de Desgaste em Motores Diesel após Amaciamento**. Dissertação de Mestrado. Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2011.
- SILVA, Mário Américo Borsanelli; GONÇALVES, Aparecido Carlos; SANTOS, Glauber Perussi dos. **Técnica de Partículas de Desgaste no Óleo Lubrificante Aplicada à Análise de um Redutor de Velocidade**. XIV Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia Mecânica/Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2007.
- SILVEIRA, Eva Lúcia Cardoso; CALAND, Lília Basílio de; MOURA, Carla Verônica Rodarte de; MOURA, Edmilson Miranda. **Determinação de Contaminantes em Óleos Lubrificantes Usados e em Esgotos Contaminados por esses Lubrificantes**. Departamento de Química. Universidade Federal do Piauí. Teresina - PI, 2006
- SUPREME LUBRIFICANTES, **Análise de Óleo**. Artigo Técnico. P.: 01-09. n.d. Disponível em:<supremelub.com.br/downloads/tecnicas/analise_de_oleo.pdf>. Acesso em 24 de março de 2016.