

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
RUDIMAR LUÍS BECKER

CARBONIZAÇÃO EM MOTORES DE CICLO OTTO

Varginha
2013

RUDIMAR LUÍS BECKER

CARBONIZAÇÃO EM MOTORES DE CICLO OTTO

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira .

**Varginha
2013**

RUDIMAR LUÍS BECKER

CARBONIZAÇÃO EM MOTORES DE CICLO OTTO

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes

Prof. Me. João Mario Freitas

Profa. Esp. Luciene de Oliveira Prósperi

OBS.:

Dedico este trabalho à memória do meu pai que me ensinou muito durante sua vida, e a minha família por sempre ter me apoiado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa Cristiane e aos professores que ajudaram na construção deste trabalho.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

A manutenção está presente no cotidiano da humanidade desde que necessitamos utilizar instrumentos que nos auxiliem na realização de tarefas simples do nosso dia-a-dia. A partir deste momento a manutenção acompanha a evolução da humanidade até os dias atuais. Inicialmente considerada como uma atividade unicamente geradora de custos, a manutenção possui hoje um papel estratégico dentro das organizações, onde o planejamento, a organização e o controle proporcionam a garantia de um processo eficiente, evitando a ocorrência de falhas que prejudiquem e comprometam a qualidade dos produtos e serviços oferecidos. Desta forma, a manutenção influencia na segurança e confiabilidades dos veículos automotores. Devido a esse fato, recomenda-se a realização da inspeção e manutenção (preditiva, preventiva e corretiva) para evitar falhas no desempenho. Sob este enfoque, o presente relatório tem como objetivo apresentar soluções para o problema de carbonização interna em motores de ciclo Otto , a partir de análises teóricas e conceituais da área automotiva .

Palavras-Chave: Manutenção. Inspeção. Carbonização. Motores.

ABSTRACT

The maintenance is present in everyday humanity since we need to use tools that help us in performing simple tasks of our day- to-day . From this point the maintenance follows the evolution of mankind until the present day . Initially considered as an activity only generates costs , maintenance today has a strategic role within organizations , where the planning, organization and control provide the guarantee an efficient , avoiding the occurrence of failures that undermine and compromise the quality of products and services offered . Thus, the influence on the safety and maintenance reliability of automobiles. Due to this fact , it is recommended to conducting the inspection and maintenance (predictive, preventive and corrective) to avoid performance failure . Under this approach , this report aims to present solutions to the problem of internal carbonisation in Otto cycle engines , from theoretical and conceptual analysis of the automotive area.

Keywords: *Maintenance , Inspection , Carbonization , Engines*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de Lubrificação.....	25
Figura 2 – Fixação do tubo injetor óleo motor	26
Figura 3 - Tubo injetor óleo motor	26
Figura 4 - Borra de carbonização do motor AT-16V	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MANUTENÇÃO.....	13
2.1 Definição de Manutenção.....	13
2.2 Evolução da Manutenção.....	13
2.2.1 Tipos de Manutenção	15
2.2.1.1 Manutenção Corretiva	15
2.2.1.2 Manutenção Preventiva	16
2.2.1.3 Manutenção Preditiva	18
2.2.1.4 Manutenção Detectiva	18
2.2.1.5 Engenharia de Manutenção	19
2.3 Falhas e Panes	19
2.4 Atrito.....	20
2.5 Lubrificação	21
2.5.1 Análise de Óleos Lubrificantes.....	21
2.5.2 Características dos Óleos Lubrificantes	22
2.5.3 Aditivos	23
3 MOTORES.....	24
3.1 Motores de ciclo Otto	24
3.1.1 Princípios de Funcionamento de um Motor	24
3.2 Sistema de Resfriamento e Lubrificação dos Pistões	25
3.2.1 Classificação API dos Óleos Lubrificantes	26
3.2.2 Classificação SAE – Sociedade dos Engenheiros Autônomos.....	27
3.2.3 Funções dos Óleos Lubrificantes.....	27
3.3 Combustíveis	28
3.4 Borra de Óleo	29
4 PREOCUPAÇÃO COM MEIO AMBIENTE	32
5 METODOLOGIA.....	33
5.1 Motor analisado	33
5.2 Estudos dos métodos de manutenção e análise do problema	33
5.3 Apresentação das soluções	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1 Métodos de manutenção adequados	34
6.2 Soluções propostas.....	35
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Com a revolução industrial, as máquinas se tornaram componentes vitais para a produção de energia e bens de consumo para a humanidade. No entanto, um grande problema das máquinas é que elas apresentam defeitos e podem quebrar, gerando muitos inconvenientes como paradas dos veículos, custos não programados e, em casos graves, o travamento do motor.

Atualmente, a função de manutenção é responsável por uma significativa alocação de recursos dentro das organizações, sejam eles financeiros ou humanos.

Sendo assim, a gestão da manutenção tem assumido uma dimensão estratégica ao considerarmos sua extrema importância para a obtenção de vantagens competitivas aliadas à qualidade operacional.

Os mercados atuais exigem cada vez mais a excelência nas operações do dia-a-dia e para alcançar esse padrão, a manutenção tem papel fundamental e decisivo. As atividades relacionadas a área de manutenção necessitam de conceitos e técnicas de qualidade, eficiência, eficácia e produtividade muito bem definidos com o objetivo de aperfeiçoar continuamente esses processos dentro da empresa, buscando a satisfação plena dos clientes e conseqüentemente o crescimento organizacional e dos seus colaboradores. As empresas precisam ver com outros olhos o papel da manutenção e investir para alcançar qualidade nessa função, pois a competitividade de uma empresa está diretamente ligada à qualidade dos serviços prestados pelas equipes de manutenção.

Assim, este trabalho visa melhorar a realidade da manutenção automotiva, a partir da aplicação dos conceitos relacionados às técnicas de manutenção e de uma metodologia abrangente de análise, para que sejam reduzidos os problemas mecânicos que ocasionam paradas nos motores e conseqüentemente reduzindo os custos envolvidos no processo, bem como, proporcionar um maior esclarecimento aos usuários.

2 MANUTENÇÃO

2.1 Definição de Manutenção

O significado de manutenção pode ser definido como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.6).

A manutenção visa garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, custos adequados e ao mesmo tempo preservando o meio ambiente (PINTO; XAVIER, 2009, p.23).

A mesma pode ser considerada como “Função Estratégica”. O seu correto gerenciamento é um fator de sucesso e lucratividade. A disponibilidade e a confiabilidade do sistema ou instalação industrial dependem inteiramente da manutenção (CALDONAZO JÚNIOR, 1999, p. 1).

2.2 Evolução da Manutenção

Segundo Branco Filho (2008, p. 47-48), a evolução da manutenção acompanha o desenvolvimento das unidades de produção. Quanto mais sofisticado o processo, mais sofisticada será a manutenção e mais elevado o nível técnico dos profissionais.

Nas últimas décadas, a manutenção passou por mais transformações do que qualquer outra atividade. Essa evolução pode ser dividida em Cinco Gerações. A Primeira Geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial. A indústria era pouco mecanizada. A manutenção consistia apenas em serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra. Na Segunda Geração, entre os anos 50 e 70, houve aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Devido a maior necessidade de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, surge a ideia de que as falhas poderiam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva (PINTO; XAVIER, 2009, p. 2).

A Segunda Guerra trouxe a necessidade do aumento de produção e cumprimento de metas. A Administração Industrial passou a cobrar das equipes de Manutenção a correção

rápida de falhas e serviços para evitar e prevenir a ocorrência de falhas em equipamentos importantes (BRANCO FILHO, 2008, p.51).

A partir da década de 70, surge a Terceira Geração. O processo de mudança nas indústrias foi acelerado e a paralisação da produção (paradas emergenciais) era uma preocupação generalizada. Confiabilidade e disponibilidade se tornaram pontos chave devido ao alto nível de automação e mecanização. As exigências ligadas às condições de segurança e de meio ambiente estavam se consolidando. Foi reforçada a utilização da manutenção preditiva e o avanço da informática permitiu o uso de *softwares* potentes, porém com computadores de custo elevado. Mas, devido à falta de interação entre as áreas das empresas, as taxas de falhas prematuras eram elevadas (PINTO; XAVIER, 2009, p. 3-4, grifo nosso).

Ainda durante a Terceira Geração, começaram a surgir novos conceitos que visavam à melhoria da manutenção. Entre 1970 e 1980, foi introduzida a ideia de que o ciclo de vida de um equipamento deveria ser controlado e maximizado. Assim surgiu a Terotecnologia, que se trata de uma combinação entre “gerenciamento, finanças, engenharia e outras práticas aplicadas a bens físicos disponíveis, na busca de ciclos de vidas econômicos”. A criação da filosofia TPM (Manutenção Produtiva Total) também surgiu exigindo mais treinamentos, limpeza no local de trabalho e participação de todos na manutenção. Outro conceito importante foi a RCM (Manutenção Centrada na Confiabilidade), que introduziu técnicas para melhoria dos programas de manutenção (BRANCO FILHO, 2008, p. 52-53).

Após os anos 90, a evolução da manutenção resulta numa Quarta Geração. A alta disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos passam a ser o foco da Manutenção. A Engenharia de Manutenção consolida suas atividades. O desafio passa a ser a minimização das falhas prematuras, a análise de falhas torna-se uma metodologia consagrada e as práticas de manutenção preditiva passam a ser cada vez mais utilizadas fazendo com que haja redução da preventiva. A sistemática adotada pelas empresas passa a privilegiar a interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação e ser função estratégica da empresa (PINTO; XAVIER, 2009, p. 4, grifo nosso).

Nos últimos anos, ainda é possível o destaque para uma Quinta Geração, onde as práticas adotadas na Quarta Geração são mantidas, mas o enfoque nos resultados empresariais é obtido através da sistemática de Gestão de Ativos. Com relação à manutenção, ocorre o aumento da manutenção preditiva, participação efetiva no projeto, aquisição, instalação, operação e manutenção, monitoramento de performance, aprimoramento na relação entre departamentos e excelência em Engenharia de Manutenção (PINTO; XAVIER, 2012, p. 5)

“Do ponto de vista gerencial, a manutenção passou de um ponto em que toda a sua técnica de gerenciamento era obtida na prática para o ponto atual onde temos uma série de estudos e técnicas próprias de gerenciamento.” (BRANCO FILHO, 2008, p.56).

2.2.1 Tipos de Manutenção

Existe uma grande variedade de denominações para classificar a atuação da manutenção. Muitas vezes, isto provoca certa confusão na caracterização dos tipos de manutenção. Por isso, é importante uma caracterização mais objetiva, desde que, independente das denominações, todos os tipos de manutenção se encaixem em um dos seis tipos principais citados abaixo:

- a) Manutenção Corretiva Não Planejada;
- b) Manutenção Corretiva Planejada;
- c) Manutenção Preventiva;
- d) Manutenção Preditiva;
- e) Manutenção Detectiva;
- f) Engenharia de Manutenção (PINTO; XAVIER, 2009, p.37).

2.2.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela “efetuada após a ocorrência de uma pane e destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.7). É a “atuação para correção da falha ou desempenho menor do que o esperado” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 38). É a “intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente.” (VIANA, 2002, p. 09).

De acordo com Pereira, (2011, p. 102), a manutenção corretiva teve sua denominação conhecida por volta de 1914 e atualmente ainda é a forma mais comum para reparo de um equipamento com problema. Essa técnica se caracteriza pela falta de planejamento, custos relativamente altos e desprezo pelas perdas de produção. Viana (2002, p.10) caracteriza a manutenção corretiva como “uma intervenção aleatória e sem definições anteriores, sendo conhecida nas fábricas como ‘apagar incêndios’”.

A manutenção corretiva pode ser dividida em Não Planejada (também conhecida como Não Programada ou Emergencial) e Planejada (Programada) (PINTO; XAVIER, 2009, p. 39).

A manutenção corretiva emergencial ocorre sem nenhuma previsão e a programada representa ocorrências com frequência determinada por estudos estatísticos ou serviços corretivos programados com antecedência (PEREIRA, 2011, p. 102).

No caso da manutenção corretiva não planejada, a atuação é realizada após a falha (ou desempenho menor do que o esperado). Não há tempo para preparação do serviço. Além disso, este tipo de intervenção implica altos custos, pois uma quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e gerar consequências desastrosas para o equipamento (PINTO; XAVIER, 2009, p. 39).

Diferentemente, a manutenção corretiva planejada é mais barata, mais rápida e mais segura do que a emergencial. Logo, a qualidade do serviço é superior. A intervenção ocorre por decisão gerencial que, por sua vez, é normalmente baseada na modificação dos parâmetros observados pela manutenção preditiva (PINTO; XAVIER, 2009, p. 41).

Segundo Pereira (2011, p. 102), a manutenção corretiva apesar de ser vista como transtorno não é uma técnica totalmente descartada. Em alguns casos ela pode ser aplicada e se mostra mais vantajosa se comparada a outras técnicas de manutenção. Alguns desses casos são descritos a seguir:

- a) Ativos com baixo custo operacional;
- b) Ativos que possuem backup;
- c) Ativos que possuem operação mais rápida que os posteriores;
- d) Ativos não considerados gargalos (críticos);
- e) Ativos de fácil manutenção;
- f) Ativos cujos técnicos de manutenção são bem treinados para pronto reparo.

2.2.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é aquela “efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.7). É “todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, mas que estão em condições operacionais.” (VIANA, 2002, p.11). É a “atuação realizada de

forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 42).

Segundo Pereira (2011, p. 110), a manutenção preventiva se originou na indústria aeronáutica ou de aviação por volta de 1930. Surgiu pela necessidade do aumento da disponibilidade e de confiabilidade dos ativos.

Ao contrário da manutenção corretiva, a intervenção preventiva procura evitar a ocorrência de falhas, ou seja, prevenir (PINTO; XAVIER, 2009, p. 42).

As pautas preventivas são definidas através de uma análise prévia dos técnicos em manutenção (VIANA, 2002, p. 11). Para elaborar os planos, que devem conter as tarefas e frequências das intervenções, a equipe de manutenção deve buscar todas as informações possíveis dos equipamentos como, por exemplo, manuais, históricos e relatos de operadores e mantenedores (PEREIRA, 2011, p. 115).

Através de um plano de manutenções preventivas bem elaborado, é possível ter uma ideia consistente dos materiais necessários para manter os instrumentos de produção em perfeito estado e saber quando deverão ser utilizados. Isto proporciona uma redução drástica no fator improvisação e a qualidade do serviço alcança um nível bem mais alto que em um ambiente onde predomina a manutenção corretiva. Além disso, a manutenção preventiva possibilita melhor controle dos equipamentos, redução de paradas de emergência (panes inesperadas) e melhora a autoestima da equipe (VIANA, 2002, p. 11-12).

Apesar de proporcionar conhecimento prévio das ações, gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, além de outras vantagens, a manutenção preventiva possui alguns pontos negativos. O primeiro fato se refere à retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados. Além disso, durante a intervenção podem ser introduzidos defeitos nos equipamentos devido a falhas humanas e/ou falhas dos procedimentos de manutenção e também danos durante partidas e paradas (PINTO; XAVIER, 2009, p. 44).

Portanto, é preciso identificar e classificar adequadamente os ativos (equipamentos) de uma organização para decidir se será vantajosa a implantação de programas preventivos. Em caso positivo, os planos elaborados deverão ser enxutos, contendo apenas tarefas importantes, isto é, ações de revisão em pontos fundamentais dos equipamentos que devem ser realizadas com maior eficiência possível para aumentar a disponibilidade e a confiabilidade, reduzindo paradas e falhas (PEREIRA, 2011, p. 114-115).

2.2.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é a que “permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.7). São “tarefas de manutenção que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, medições ou controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha.” (VIANA, 2002, p.12). É a “atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 44).

O objetivo da manutenção preditiva é a determinação do tempo correto da intervenção mantenedora, evitando desmontagens para inspeção, e a utilização do componente até o máximo de sua vida útil (VIANA, 2002, p. 12). As técnicas preditivas são utilizadas para monitorar as condições do equipamento. Quando necessária, a correção é realizada por meio de uma manutenção corretiva planejada. (PINTO; XAVIER, 2009, p. 45).

O acompanhamento realizado pode ser feito de três formas:

- a) Acompanhamento ou monitoração subjetiva: variáveis como temperatura, ruído e folgas são monitoradas através dos sentidos (tato, audição, visão e olfato);
- b) Acompanhamento ou monitoração objetiva: realizada com base em medições utilizando equipamentos ou instrumentos especiais;
- c) Monitoração contínua: sistemas que monitoram, em tempo real, variáveis como vibração e temperatura e que, alarmam e até mesmo param ou desligam os equipamentos, uma vez atingido o valor limite estipulado (PINTO; XAVIER, 2009, p. 236-241).

2.2.1.4 Manutenção Detectiva

Manutenção Detectiva é “a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.” (PINTO; XAVIER, 2009, p. 47, grifo do autor).

As falhas ocultas são aquelas que não são possíveis de perceber, a menos que outra falha ocorra. A falha não se torna evidente para o operador ou o profissional de manutenção, mas expõe a instalação à possibilidade de ocorrência de falhas múltiplas, normalmente com

consequências sérias para o processo produtivo, pois a maioria destas falhas está associada aos dispositivos de proteção como sensores, sistemas contra incêndios e outros (POSSAMAI; NUNES, 2001, p. 3).

Desse modo, as tarefas executadas para verificar o funcionamento de um sistema representam a Manutenção Detectiva. Os especialistas verificam o sistema, sem tirá-lo de operação e detectam as falhas ocultas e corrigem a situação mantendo o sistema operando. Um exemplo simples deste tipo de intervenção é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarmes em painéis (PINTO; XAVIER, p. 47-49).

2.2.1.5 Engenharia de Manutenção

De acordo com Branco Filho (2008, p. 51), a Engenharia de Manutenção surgiu por volta de 1950 a 1960 em resposta à necessidade de garantir o bom funcionamento das máquinas. Foi criado um órgão, uma equipe especializada, que efetuava estudos para tornar os equipamentos mais confiáveis. Os estudos eram em torno de diminuir o tempo de reparos, tornar as equipes mais eficientes, melhorar os métodos de manutenção, otimizar o local de trabalho, análise de falhas, entre outros.

“A Engenharia de Manutenção é o suporte técnico da manutenção” e está dedicada a consolidar as rotinas e implantar melhorias aplicando as melhores técnicas e perseguindo a excelência. Entre suas principais atribuições estão:

- a) Aumentar a confiabilidade, a disponibilidade e a segurança;
- b) Melhorar a manutenibilidade e a capacitação do pessoal;
- c) Eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos;
- d) Gerir materiais e sobressalentes;
- e) Participar de novos projetos;
- f) Dar suporte à execução;
- g) Fazer **Análise de Falhas** e estudos;
- h) Elaborar planos de manutenção e inspeção;
- i) Acompanhar os indicadores;
- j) Zelar pela Documentação Técnica (PINTO; XAVIER, 2009, p. 50, grifo nosso).

2.3 Falhas e Panes

A falha pode ser definida como o “término da capacidade de um item de desempenhar a sua função”. Esta falha pode ser classificada de várias maneiras: falha crítica, de projeto, de fabricação, aleatória, gradual, etc. Uma pane é o “estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos”. A pane ocorre após a falha. A “falha” é um evento; diferente de “pane” que é um estado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p.3-4).

2.4 Atrito

Atrito define-se como a força natural que atua quando um objeto está se movimentando e em contato com outro, sendo essa força causada pelo contato de dois corpos. Encontramos o atrito em qualquer tipo de movimento entre sólidos, líquidos ou gases que pode ser útil ou prejudicial.

O menor atrito que existe é o dos gases, seguido pelo dos fluidos e finalmente dos sólidos. Em função de o atrito fluido ser menor que o atrito sólido, existe a necessidade da interposição de uma substância líquida, definida como lubrificação, entre as duas superfícies evitando assim o contato entre as mesmas, produzindo o atrito fluido. É fundamental evitar-se o contato entre os materiais sólidos, pois este contato provoca o superaquecimento entre as peças, perda de energia, ruídos e desgastes ocasionados pelo agarramento entre elas.

O atrito sólido ocorre de duas maneiras: por atrito de deslizamento e de rolamento. O atrito por deslizamento acontece quando a superfície de um corpo escorrega ou desliza quando entra em contato com a superfície de outro corpo.

Já o atrito de rolamento acontece quando a superfície de um corpo rola sobre a superfície de outro corpo sem escorregar. Considerando estes dois tipos de atrito, o de rolamento é bem menor que o de deslizamento.

O atrito causa vários problemas, dentre os quais podemos citar:

- a) Aumento da temperatura;
- b) Desgaste das superfícies;
- c) Corrosão;
- d) Liberação das partículas;
- e) Formação de sujeiras;

Como forma de reduzir ou evitar esses problemas inconvenientes, recomenda-se o uso de lubrificantes visando a redução do atrito através da formação de uma superfície que conduz calor e protege a vida útil das máquinas ou equipamentos, aumentando assim a vida útil das peças. (SENAI, 2012)

2.5 Lubrificação

Lubrificação define-se como a aplicação de uma substância lubrificante entre duas superfícies que estão em movimento, formando assim, uma película que evita o contato direto entre essas superfícies, promovendo assim a diminuição do atrito, do desgaste e da geração de calor.

Além de impedir o contato entre as superfícies em movimento e assim reduzir as perdas mecânicas, a lubrificação permite também ajudar a estanqueidade do pistão e a refrigeração das partes móveis como seja a do pistão. (MARTINS, 2011, p. 125)

Os lubrificantes líquidos se subdividem em: óleos minerais, graxos, compostos, aditivados e sintéticos.

Os óleos minerais são oriundos da destilação e refinação do petróleo. Já os graxos podem ser tanto de origem animal quanto vegetal, primeiros a serem utilizados e posteriormente substituídos por óleos minerais. Os óleos compostos são formados a partir da mistura de óleos minerais e graxos.

Os óleos aditivados são óleos minerais mais puros aos quais foram acrescentados os aditivos, com a intenção de acrescentar determinadas propriedades.

Por fim temos os óleos sintéticos que são aqueles que derivam da indústria petroquímica, são os melhores lubrificantes embora sejam os de custo mais elevado. (SENAI, 2012).

2.5.1 Análise de Óleos Lubrificantes

A análise do lubrificante tem por objetivos principais a determinação do momento certo da troca do lubrificante e a identificação de sintomas de desgaste de componentes (VIANA, 2002, p. 15).

As técnicas mais difundidas de análise de lubrificante são a análise em laboratório para constatação das distinções do óleo e a análise das partículas contidas em seu interior, oriundas de desgaste (PINTO; XAVIER, 2009, p. 292).

Segundo Viana (2002, p. 16), para realizar estes tipos de técnicas de análise de lubrificantes, é necessário um equipamento laboratorial eficiente com vários tipos de instrumentos para analisar várias distinções dos óleos que se estiverem inadequadas podem comprometer os equipamentos. Algumas características que devem ser analisadas são:

- a) Nível de contaminação de água;
- b) Quantidade de resíduos de carbono;
- c) Viscosidade do óleo;
- d) Acidez do óleo;
- e) Ponto de congelamento;
- f) Ponto de fulgor (inflamação).

2.5.2 Características dos Óleos Lubrificantes

Os óleos lubrificantes tem por propriedade serem menos ou mais viscosos.

A viscosidade do lubrificante é essencial para evitar que se rompam as camadas fixadas às superfícies deslizantes, caso contrário, não seria possível à formação de uma película resistente de lubrificante. Dessa forma, a viscosidade incide numa configuração de resistência ao atrito em um deslizamento fluido.

A viscosidade não é constante pelo fato de variar conforme a temperatura. Os óleos lubrificantes, à medida que são aquecidos ficam mais finos, ou seja, tem sua viscosidade reduzida. De uma forma geral, a viscosidade deve ser suficiente para manter um filme de óleo entre um mancal e o seu eixo quando estiver em movimento, não podendo ser em excesso, o que provoca um consumo desnecessário de potencia.

Em contrapartida, existem substâncias mais grossas ou espessas que tem a viscosidade elevada e por esse motivo não escorrem, como exemplo podemos citar a graxa.

Sendo assim, podemos afirmar com toda a certeza, que a viscosidade é a principal propriedade de um óleo lubrificante. Consiste num dos fatores básicos na seleção de um óleo lubrificante e a sua indicação sofre influencia pelas mais diversas situações, dentre as quais podemos citar: velocidade, pressão, temperatura, folgas, acabamento.

Através da análise criteriosa e detalhada dos óleos, é provável definir a redução da viscosidade que ocorre quando o combustível ou qualquer outro produto menos viscoso é contaminado ou o aumento dessa viscosidade que pode indicar a oxidação do óleo, bem como, a presença de sólidos em suspensão, água ou a possível infecção com outro óleo mais viscoso originando a formação de borra.

Uma ferramenta de que dispomos para verificar e analisar a viscosidade é o que chamamos de Índice de Viscosidade que na verdade é um valor numérico que indica a variação da viscosidade em relação à variação da temperatura. Algumas substâncias podem ter a sua viscosidade reduzida à medida que forem aquecidos e aumentada quando são resfriados. Quanto maior for o índice de viscosidade, menor será a variação dessa viscosidade com a temperatura. (SENAI, 2012, P.10)

2.5.3 Aditivos

Aditivos são substâncias que compõem óleos e graxas dando-lhes novas propriedades melhorando seu desempenho e eliminando as impróprias.

Podem ser encontrados sob a forma de:

- a) Aditivo de extrema pressão (EP) tem a função de impedir o rompimento da película lubrificante.
- b) Antioxidante é aquele que controla a velocidade de oxidação do lubrificante e aumenta sua vida útil.
- c) Agente anticorrosivo é o aditivo protetor dos metais contra substâncias corrosivas e ataques do meio-ambiente.
- d) Agentes de adesividade são aqueles que conferem alto poder de aderência do lubrificante aos metais.
- e) Detergente e dispersante tem a finalidade de diminuir a formação da borra, mantendo as impurezas em suspensão.
- f) Agente antidesgaste é responsável por aperfeiçoar a capacidade de lubrificação.
- g) Antiespumante é o agente responsável por desmanchar as bolhas de ar a medida que atingem a superfície livre do óleo.
- h) Melhorador do índice de viscosidade é aquele que impede o aumento ou a diminuição excessiva da viscosidade.(SENAI,2012)

3 MOTORES

3.1 Motores de ciclo Otto

Maquinas térmicas são aquelas que transformam energia térmica em energia mecânica útil. (MARTINS; Jorge, 2011). Essa energia calorífica decorre da combustão de uma mistura ar-combustível ou comburente-combustível. Quando essa queima de combustível ocorre dentro do motor, essa maquina chama-se por combustão interna.

Este, inventado por volta do século XIX foi à invenção que teve mais impacto na sociedade e no nível de vida das populações. Atualmente, mesmo após várias modernizações, o mesmo continua sem concorrência no campo do transporte rodoviário, podendo ser encontrado com vários índices de potencia.

Outro aspecto de suma importância é o rendimento e a emissão de gases poluentes destas máquinas. O desempenho dos motores subiu consideravelmente ao longo das décadas e a emissão dos poluentes é hoje cerca de cem vezes inferior aos índices de quarenta anos atrás. (MARTINS; Jorge, 2011)

3.1.1 Princípios de Funcionamento de um Motor

Para seu funcionamento, o motor de combustão interna utiliza o aumento de pressão que resulta da combustão da mistura ar-combustível para gerar um movimento rotacional. Constitui-se de cárter, cabeçote, bloco, virabrequim, bielas e válvulas.

Para que o motor não pare quando o pistão estiver a comprimir ar num cilindro, ou para que não tenha um andamento muito irregular, uma extremidade da cambota é munida de um volante de inércia, que acumula energia cinética (MARTINS, 2011, p. 5).

O motor de combustão interna predominante é o motor a gasolina, atualmente abrangendo características Flex (etanol, gasolina ou gás natural veicular GNV), aos quais chamamos motores de ignição por faísca pelo fato de sua combustão iniciar-se através de uma descarga elétrica de elevada tensão dentro da câmara de combustão.

O ciclo Otto ideal é formado pelos seguintes processos: Admissão, Compressão, Combustão e Exaustão, ou também conhecido como quatro tempos.

Na admissão, primeiro tempo, estando o pistão em ponto morto superior (PMS) descendo até o ponto morto inferior (PMI), é aberta a válvula de admissão, ficando a válvula

de escape fechada, aspirando a mistura ar-combustível adequada pelo sistema de alimentação (injeção eletrônica ou carburador) .

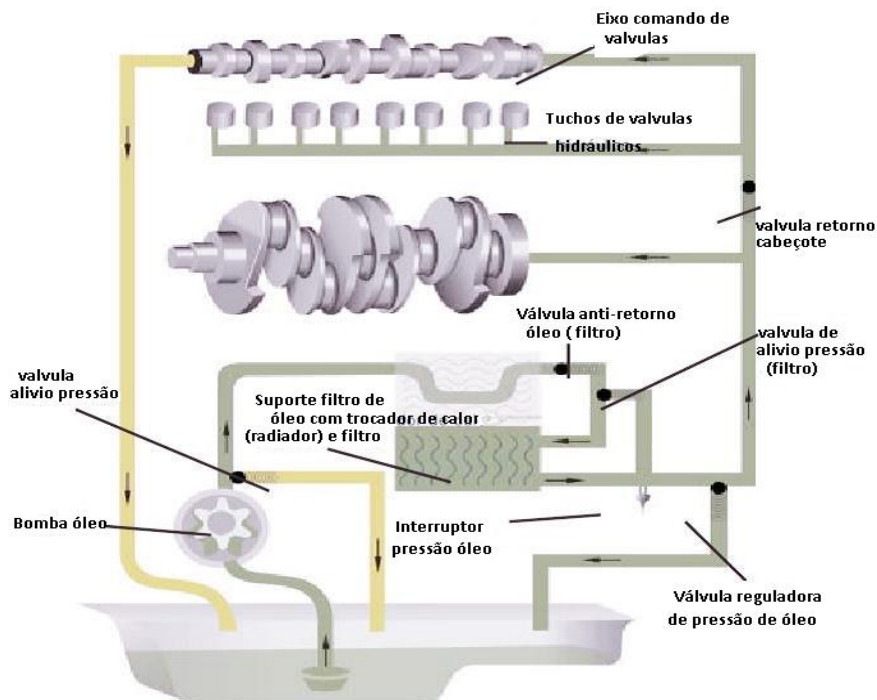
No processo de compressão, segundo tempo, e com as válvulas de admissão e escape fechadas o pistão se eleva até o PMS comprimindo a mistura dentro do cilindro.

Quando o pistão atinge o PMS, terceiro tempo, comprimindo a mistura, a mesma é inflamada por meio de uma faísca fazendo com que os gases aumentem a pressão empurrando o virabrequim para o PMI produzindo um movimento rotacional.

O cilindro com seu volume cheio de gases e o embolo em PMI faz com que o mesmo tome seu movimento ascendente, onde a válvula de escape abre descarregando os gases queimados para a atmosfera. Este é o quarto tempo.

A figura 1 demonstra o sistema de lubrificação de um motor de quatro tempos e de quatro cilindros da frota nacional ilustrando suas partes internas e identificando-as.

Figura 1 - Esquema de Lubrificação

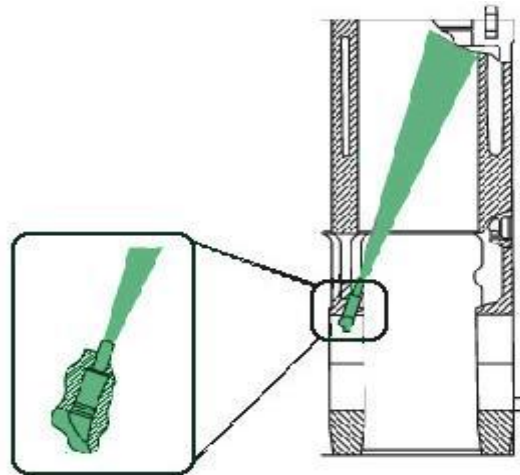


Fonte: VOLKSWAGEN, 2003.

3.2 Sistema de Resfriamento e Lubrificação dos Pistões

O sistema de resfriamento dos pistões, visível na figura 2, consiste em que um tubo injetor de óleo lubrificante fixado a parede do bloco do motor direcionado para a parte inferior do pistão. Além disso, possibilita maior lubrificação e no aumento da vedação dos anéis aumentando assim o rendimento do motor.

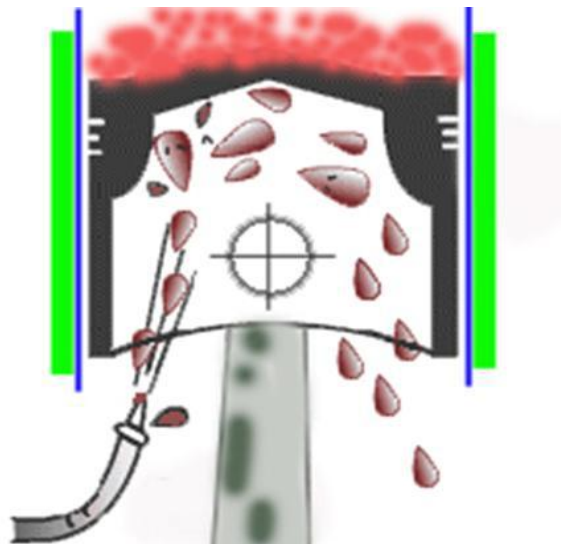
Figura 2 – Fixação do tubo injetor óleo motor



Fonte: VOLKSWAGEN, 2003.

A figura 3 representa o momento exato em que está ocorrendo a combustão sobre o pistão onde sua temperatura atinge seu ápice e na parte inferior do mesmo onde o óleo o atinge com uma temperatura inferior, resfriando-o.

Figura 3 - Tubo injetor óleo motor



Fonte: VOLKSWAGEN, 2003.

3.2.1 Classificação API dos Óleos Lubrificantes

A classificação API (Instituto Americano do Petróleo) indica o nível de performance do lubrificante e avalia a condição de proteção fornecida pelo mesmo ao mecanismo que está sendo lubrificado.

A classificação deste serviço para óleos de motor engloba dois grupos: motores de ciclo otto e de ciclo diesel. (SENAI,2012)

3.2.2 Classificação SAE – Sociedade dos Engenheiros Autônomos

Segundo esta classificação, considera-se um número associando-o à viscosidade determinada em laboratório, e quanto maior for este número maior será a viscosidade.

Esta classificação divide os óleos lubrificantes em dois grupos:

- a) Óleos de grau de inverno tem sua viscosidade medida em baixas temperaturas e levam a letra W junto com o número de classificação. Suas características possibilitam uma rápida e fácil movimentação do próprio óleo como do mecanismo, em frios rigorosos ou na partida a frio do motor.
- b) Óleos de grau de verão são aqueles que têm sua viscosidade medida em altas temperaturas e não possuem a letra W. Tem por característica o trabalho em altas temperaturas sem o rompimento de sua película lubrificante.

Temos também os óleos multiviscosos que acolhem as duas exigências e cuja classificação reúne graus de óleos de inverno e de verão, como por exemplo, um SAE 15W/40. (SENAI, 2012)

3.2.3 Funções dos Óleos Lubrificantes

- a) Sua função principal é formar um filme entre duas superfícies moveis, com o propósito de reduzir o atrito e suas consequências que podem levar a danificação dos componentes.
- b) Os lubrificantes apresentam uma forma de transferir calor, retirando calor causado pelo contato entre as faces em movimento rotacional, refrigerando as partes.
- c) Além disso, tem a função de limpar e mantê-lo limpo, retirando as partículas que resultam do processo de combustão e mantendo estas partículas suspensas no óleo evitando seu acumulo no fundo do cárter ou em superfícies internas, provocando a borra.
- d) Proteção contra corrosão e o desgaste que podem resultar na remoção de metais do motor, sendo imprescindível a utilização de aditivos anticorrosivos e antidesgaste.

- e) Assim como resfria e lubrifica, o lubrificante assume papel de agente de vedação e impede a saída de lubrificante e a entrada de contaminantes externos ao compartimento. (SENAI, 1997).

3.3 Combustíveis

Dentre os diversos tipos de combustíveis utilizados nos veículos leves destacamos a gasolina que é um derivado da destilação fracionada do petróleo bruto, e que contém vários tipos de hidrocarbonetos cuja temperatura de ebulição que varia entre 25°C e 250°C.

A característica básica dos combustíveis utilizados em motores de ignição por faísca é o seu índice de octano, sendo que é esta a propriedade que determina a taxa de compressão aceitável neste tipo de motores, bem como, de forma indireta, a sua velocidade de combustão. Desta forma, um combustível com elevado índice de octano tem como característica a queima mais eficiente, podendo ser utilizado em um motor com elevada taxa de compressão. Entretanto, se esse combustível for queimado em um motor de baixa compressão, obteremos o mesmo desempenho que de um combustível de menor índice de octano (IO). A emissão de poluentes também será a mesma exceto dos elementos adicionados ao combustível para aumentar o seu IO.

A gasolina deve ser capaz de ser submetida às altas pressões e temperaturas existentes durante a combustão sem que a mistura ainda não queimada exploda por si só. (MARTINS, 2011, p. 213).

Atualmente as grandes companhias petrolíferas adicionam produtos (aditivos) à gasolina para reduzir os efeitos danosos no que diz respeito ao nível de produção de depósitos e conseqüentemente para melhorar a combustão. Estes depósitos preocupam pelo fato das válvulas de admissão e injetores de combustível ficarem obstruídos se não for utilizado gasolinas detergentes.

No início dos anos 80 surge no mercado a gasolina sem chumbo, abolido não apenas pela toxicidade, mas principalmente pelo fato de inibir as substâncias ativas dos catalizadores que neutralizam as emissões dos gases poluentes dos escapamentos veiculares. Atualmente, são utilizados álcoois, éteres e MMT (composto a base de Manganês) como aditivos para aumentar o IO.

Dispõe-se ainda do Etanol, combustível derivado da cana de açúcar e o GNV (Gás Natural Veicular) extraído dos gases do petróleo. Ambos produzem um menor índice de poluição nos veículos automotores. (MARTINS, 2011)

3.4 Borra de Óleo

A Borra de óleo é uma espécie de pasta escura e úmida (graxa) que se forma dentro dos motores atualmente. Com o tempo de uso o óleo engrossa e perde sua capacidade lubrificante, sendo assim, sua viscosidade. Essa pasta se acumula no interior do motor, chegando em alguns casos a tornar-se em partículas ou incrustações solidas.

A formação da borra provém de alguns fatores como combustível adulterado, lubrificantes de baixa qualidade, mistura de tipos diferentes de lubrificantes, situações críticas de funcionamento, adição de aditivos extras, temperaturas de trabalho, combustíveis adulterados, intervalos de troca fora das especificações do fabricante, entre outras.

Muitos proprietários de veículos automotores , quando necessitam trocar o óleo do motor de seu carro, não prestam atenção no tipo adequado de lubrificante indicado pelo fabricante, assim acabam colocando um óleo de baixa qualidade, oferecido a um menor preço, uma vez que o ideal para aquele determinado motor pode chegar ao triplo do valor. Esta imprudência pode custar caro no futuro.

Outro fator causador da borra é a mistura de mais de um tipo de óleo no motor. Na maioria destes casos essa situação acontece quando o proprietário chega a um posto de combustíveis e o frentista lhe fala que a condição de óleo do motor está baixo e pede para completar. Como, na quase totalidade desses casos, o frentista não sabe que tipo de óleo está sendo empregado e nem o proprietário do veículo, e assim, acabam por colocar um lubrificante de qualquer tipo, geralmente barato e de péssima qualidade.

Quando falamos em situações críticas de funcionamento não quer dizer altas rotações, mas sim, situações em que o automóvel fica muito tempo parado no trânsito e em marcha lenta ou quando percorre curtos trajetos. Situações de sobrecarga como excesso de peso ou trocas de marcha em tempos errados, como por exemplo, quando o condutor está subindo um morro a uma baixa velocidade e com uma marcha engrenada para alta velocidade, assim o condutor acaba pisando fundo no acelerador exigindo uma maior potência. Nesse caso, o excesso de combustível injetado na câmara de combustão não queima totalmente e desce para o óleo lubrificante, contaminando-o. Assim como o fato de superaquecer os pistões que

estando em uma temperatura muito alta, ao entrar em contato com óleo injetado em sua parte inferior a uma temperatura bem mais baixa, também forma micro cristais que propiciam o surgimento da borra.

Por outro lado, o mercado de produtos lubrificantes oferece aditivos adicionais para adição ao óleo lubrificante. Esses aditivos acabam reagindo com os aditivos dos lubrificantes, como detergentes e dispersantes, antiespumantes, antidesgaste, etc., que, ao invés de melhorar a sua performance, acabam ocasionando a formação de resíduos no interior do motor.

A temperatura do motor trabalhando fora dos padrões estabelecidos pelo fabricante, ocasionados por situações diversas como a falta de manutenção ou inadequada, onde o profissional retira alguma peça ou substitui por uma outra de funções de trabalho diferentes, ausência de aditivos no sistema de arrefecimento, carros parados no trânsito por muito tempo, são fatores que fazem o tempo de vida útil dos lubrificantes caírem significativamente, como a redução da viscosidade e a formação de partículas sólidas no óleo.

A contaminação do óleo por combustível adulterado também é ocasionador de borra. Os elementos adulterantes como solventes ou outras substâncias estranhas à formulação dos combustíveis entram em contato com os aditivos do lubrificante, fazendo com que ocorra quebra ou junção de moléculas fazendo com que as moléculas do óleo que estão em suspensão se cristalizem e se depositem no fundo do cárter ou nas superfícies internas do motor. Essas partículas vão se agrupando e assim passíveis de entupirem os canais de lubrificação.

Dentre os mais diversos fatores ocasionadores da borra, aquele que se deve levar mais em consideração é o intervalo entre as trocas de óleo. Esse fator se agrava com a utilização de óleo não recomendado pelo fabricante. (SENAI, 2012).

A figura 4 demonstra o acúmulo de borra de óleo sobre as superfícies internas do cabeçote.

Figura 4 - Borra de carbonização do motor AT-16V



Fonte: O autor

4 PREOCUPAÇÃO COM MEIO AMBIENTE

Mundialmente considerado como produto perigoso, o óleo queimado popularmente denominado, conhecido pela toxicidade e riscos ao meio ambiente, apresenta grande risco a saúde pública. Quando levado pelas águas das chuvas, despejados no solo ou jogado nos rios e afluentes, causa danos irreparáveis. Um litro de lubrificante pode se espalhar sobre a superfície da água até mil metros quadrados, impedindo a oxigenação, entrada de luz solar e comprometendo a vida aquática. Estudos modernos mostram que esse um litro de óleo jogado na água chega a contaminar um milhão de litros de água deixando-a assim em condições impróprias para consumo.

Uma forma de descarte correto do óleo queimado é o rerefino, que em um processo industrial de remoção de contaminantes, aditivos dos óleos contaminados, confere as mesmas características de óleo básico, cuja qualidade se torna tão boa ou melhor que o óleo do primeiro refino. Sendo assim os óleos refinados voltam ao mercado, gerando empregos e evitando a poluição ambiental (SENAI, 2012).

5 METODOLOGIA

Mediante um acompanhamento feito em veículos da frota nacional, das mais diversas marcas de montadoras ao longo dos últimos anos, verificou-se o aumento de formação da borra e que, apesar de trocas de óleo mesmo que periódicas, ainda existe o acúmulo de impurezas em galerias ou rugosidades do motor. No entanto fatores são determinantes para sua redução.

Sob este aspecto, a metodologia utilizada e apresentada a seguir está estruturada para a realização de análise de falhas que ocorrem nos motores e que levam a formação da borra.

- a) Estudo dos métodos de manutenção e análise do problema;
- b) Análise dos motores e métodos de manutenção utilizados;
- c) Apresentação das soluções para as falhas.

5.1 Motor analisado

O trabalho foi desenvolvido através da análise dos motores a combustão interna com ignição por faísca (ciclo Otto) da frota de veículos nacionais.

5.2 Estudos dos métodos de manutenção e análise do problema

Nesta fase foram estudados e analisados os principais conceitos relacionados aos procedimentos que devem ser utilizados na manutenção automotiva. O objetivo desta etapa foi obter o maior número de informações técnicas relacionadas às atividades a serem desempenhadas pelo manutentor no que diz respeito a reparação dos motores automotivos.

Entre os principais tópicos abordados neste estudo estão relacionados aos procedimentos de manutenção (corretiva, preventiva, preditiva).

5.3 Apresentação das soluções

Após o término da análise das situações que levam a formação da borra e levantamento das causas dos principais problemas apresentados pelos motores de combustão interna, foram propostas e apresentadas algumas medidas para reduzir ou eliminar os fatores que geram comprometimento no desempenho dos motores.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo seguem os resultados e discussões sobre procedimentos a serem realizados.

6.1 Métodos de manutenção adequados

Ao longo dos vários anos prestando assistência de inspeção e manutenção em veículos da frota nacional, constatou-se que nas ultimas décadas as incidências de formação e acúmulo de resíduos no interior dos motores cresceu significativamente. Percebe-se que, entre intervalos de trocas de óleo, o mesmo quando drenado, em alguns casos escorria com lentidão, por estar mais espesso. Então se iniciou a observação mais atenta dos proprietários e a forma de condução dos veículos. Assim constatou-se que alguns veículos rodavam muito pouco, cerca de 50km semanais, outros com consumo de óleo lubrificante e outros que fazem cerca de 5000Km mensais e alguns rodaram 10.000 km em pouco mais de um ano além de outros casos.

Os carros que andavam 50 km semanais, eram apenas utilizados para ir as compras e depois retornavam para casa. Nos de 5000 km, eram conduzidos por vendedores e taxistas, já os com 10000 km rodados no decorrer de um ano ou mais, eram conduzidos em cidades e rodovias.

Nos veículos com baixa quilometragem rodada e em um espaço de tempo maior entre trocas, percebi que ao retirar a tampa do óleo do motor, tinha a ela aderida uma espécie de graxa escura. Já nos que rodavam uma quilometragem maior em um curto espaço de tempo, a incidência de acúmulo era bem menor ou quase inexistente.

Entretanto verificou-se também que motores com mais de 100.000 km rodados, ao retirar a tampa de válvulas devido a vazamentos ou reparos, já existia incidência de impurezas acumuladas em galerias ou rugosidades do cabeçote, significando que sempre permanecem resíduos nestas partes independente das trocas de óleo.

Para tanto, existem formas para a limpeza da borra. Uma opção é através do uso de aditivo químico detergente adicionado no próprio óleo do motor, que funcionando por um curto espaço de tempo e em marcha lenta, remove essas impurezas levando-as para o cárter do motor que sequencialmente é retirado e limpo, assim como a tampa de válvulas. Entretanto

esse procedimento, apesar de ter um custo relativamente baixo, não garante a limpeza total do motor.

O procedimento mais indicado e eficaz é a remoção das partes que compõem o motor e a execução de um banho químico, substituindo as peças que estiverem danificadas. Esse procedimento pode ser comparado ao processo de retífica do motor bem como seus altos custos.

Assim como em outros equipamentos e sistemas, mais de um tipo de manutenção pode ser utilizado. A escolha depende dos custos envolvidos, da criticidade do equipamento e outros fatores.

Com relação à borra de óleo, verificou-se que dos tipos de manutenção que podem ser empregados, a mais indicada é a manutenção preventiva. A análise realizada nos motores, em alguns casos, de formação de depósitos e com base no tipo de lubrificante mostrou os seguintes resultados:

- a) Nos motores da linha leve, com ignição por faísca, devem ser seguidos parâmetros indicados nos manuais do proprietário desenvolvidos por cada fabricante a fim de gerenciar manutenções e garantir uma correta substituição de peças e lubrificantes a fim de evitar despesas desnecessárias.
- b) Devem ser incluídos em um plano completo de manutenção preventiva ou preditiva, onde a lubrificação dos motores deve sempre levar em conta as características adequadas do tipo ideal de lubrificantes de acordo com as especificações do fabricante do veículo.
- c) Caso contrário, a manutenção corretiva será uma intervenção temporária. Porém, mesmo adotando a manutenção corretiva, é necessário utilizar a engenharia da manutenção para analisar as causas dos problemas encontrados para minimizá-los ou extingui-los;

6.2 Soluções propostas

Para evitarmos a formação da borra é necessário que se tenha alguns cuidados como:

- a) É fundamental que o abastecimento do veículo seja feito em postos confiáveis e com combustível de boa qualidade;
- b) Sempre utilizar óleos lubrificantes indicados pela montadora para determinado tipo de motor, assim evitando assim o uso de óleos de baixa qualidade;

- c) Quando se faz necessária a complementação de óleo no cárter do motor, sempre adicionar lubrificante de mesma marca e tipo evitando misturas;
- d) Evitar as situações críticas de funcionamento;
- e) Não fazer uso de aditivação extra;
- f) Prestar atenção na temperatura de trabalho evitando superaquecimentos;
- g) Prestar atenção aos intervalos entre as trocas de óleo, não ultrapassando a quilometragem indicada pela montadora, o tempo em meses e assim gerando menores índices de poluição ambiental;
- h) Uma alternativa para evitar ou reduzir a formação da borra seria a limpeza preventiva do motor com uso do químico detergente em períodos de tempo de até dois anos ou a cada 50000 km ou 100000 km, dependendo da forma e da intensidade que o veículo é conduzido.
- i) Antecipação das trocas de óleo, para tempo máximo entre períodos de seis meses ou a cada 5000 km.

Através da adoção destas práticas é possível obter um melhor desempenho e maior vida útil dos motores, além evitar gastos desnecessários, gerando assim, economia em manutenções, panes indesejáveis e melhorando o fator custo benefício.

7 CONCLUSÃO

As ferramentas de manutenção são, sem dúvida, a forma mais eficaz para a redução de defeitos em qualquer tipo de máquina. Por meio de sua utilização, foi possível chegar às causas da formação de borra e com isto, algumas ações de melhoria foram propostas, tais como a adequação de lubrificantes, criação de procedimentos para redução e possível extinção do problema encontrado.

No entanto, verificou-se que para aplicação dos métodos deve se conhecer os detalhes de cada motor e indicações do fabricante. Além disso, para que se obtenham resultados satisfatórios, é necessário que o profissional de engenharia conheça as características técnicas e operacionais do equipamento e do processo de funcionamento para aplicação dos tipos de manutenção, levando em conta fatores como custo, segurança e confiabilidade do veículo.

Por outro lado, também se faz necessário possuir um controle confiável das manutenções feitas, pois isto manterá uma confiabilidade de informações que servirá de orientação para avaliação quando as ações de manutenções deverão ser realizadas.

Entretanto, como fator determinante pode-se citar a falta de conhecimento de muitos proprietários em relação às trocas de óleo e a correta manutenção dos veículos automotores.

Dessa forma, para um correto diagnóstico com relação aos períodos indicados para as trocas de óleo, se faz necessária a análise desse óleo, bem como, através de um parâmetro de acompanhamento para cada situação, de cada veículo e de acordo com suas atividades ou tipos de condução. Esse procedimento envolve custos elevados e a disponibilidade do proprietário em fazê-lo, o que lhe traria benefícios no longo prazo.

Assim, podemos citar como exemplo algumas revendas de veículos seminovos, que ao fechar a venda levam estes ao mecânico e solicitam uma limpeza do motor, como forma de garantir a satisfação dos clientes e evitar problemas futuros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **A situação da manutenção no Brasil.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Manutenção. Curitiba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462:** Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 276 p.

CALDONAZO JÚNIOR, Altamiro. **Como reduzir custos de manutenção.** 38 f. Monografia de pós-graduação em Gerência de Empresas. Faculdade de Ciências Econômicas, Contábeis e de Administração de Varginha. Varginha, 1999.

LEAL, Fabiano et al. Análise de falhas através da aplicação do FMEA e da Teoria Grey. **Revista Gestão Industrial,** Ponta Grossa, v. 2, n. 1, 2006.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção:** Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011. 256 p.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. **Manutenção:** Função Estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

MARTINS, Jorge. Motores de Combustão Interna. 3. ed. Porto: Publindústria, 2011.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Confiabilidade e disponibilidade de máquinas: um exemplo prático.** 2012. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/confiabilidade-disponibilidade-maquinas/>>. Acesso em: 1 setembro 2013

SENAI. Lubrificantes. Espírito Santo, 2012.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM:** Programação e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

VOLKSWAGEN. Motores da frota nacional, 2003.

XAVIER, Júlio de Aquino Nascif. **Manutenção Classe Mundial.** Congresso Brasileiro de Manutenção. Salvador, 1998.