

Resistência de materiais: Desgaste precoce das escovas internas do eletro ventilador em veículos automotivos motor MR18

ALFAIA, Kheizer Coelho ¹, **MONTENEGRO**, Samir Barbosa², **CAMPOS**, Paola Souto³

Resumo

Este estudo apresenta como objetivo aumentar a durabilidade das escovas internas do eletro ventilador para veículos de motor MR18, verificando os materiais utilizados nas escovas internas do eletro ventilador, propondo medidas para aumento da vida útil das escovas internas do eletro ventilador. Trata-se de um estudo bibliográfico e exploratório com abordagem qualitativa. Elaborou-se um boletim técnico para o sistema de arrefecimento do motor, com as instruções para substituição do motor do eletro ventilador do sistema de arrefecimento do motor. Com objetivo de informar sobre o novo procedimento de reparo a ser seguido, para casos de reclamação do cliente de superaquecimento do motor ou pouca eficiência do ar condicionado, por falha do motor elétrico do eletro ventilador em veículos Sentra. Com a elaboração deste boletim foi possível orientar os clientes para realização da troca da peça e envio para fábrica, que irá realizar as análises para confirmação do defeito. Portanto, conclui-se que o estudo da resistência dos materiais se torna de extrema importância para que seja possível prever e aumentar a vida útil de uma determinada peça, nesse caso da escova interna do eletro ventilador.

Palavras-Chave: Resistência dos Materiais; Eletroventilador; Escova Interna.

Abstract

This study aims to increase the durability of the internal brushes of the electric fan for MR18 motor vehicles, verifying the materials used in the internal brushes of the electric fan, proposing measures to increase the life of the internal brushes of the electric fan. This is a bibliographic and exploratory study with a qualitative approach. A technical bulletin was drawn up for the engine cooling system, with the instructions for replacing the motor of the cooling fan of the engine cooling system. In order to inform about the new repair procedure to be followed, for cases of customer complaint of motor overheating or poor efficiency of the air conditioning, due to electric motor failure of the electric fan in Sentra vehicles. With the elaboration of this bulletin it was possible to guide the clients to carry out the change of the part and shipment to the factory, which will carry out the analyzes to confirm the defect. Therefore, it is concluded that the study of the resistance of the materials becomes of extreme importance so that it is possible to predict and increase the useful life of a certain part, in this case of the internal brush of the electric fan.

Key word: Strength of Materials; Electroventilator; Internal Brush.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNINORTE. E-mail: kheizer_alfaia@hotmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNINORTE. E-mail: Samirmontenegro6@gmail.com.

³ Dra. em Diversidade Biológica pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Professora do Centro Universitário do Norte - UNINORTE - Manaus. E-mail: Paola.campos@uninorte.com.br.

Introdução

A tecnologia tem avançado cada vez mais e com isso se desenvolvido a engenharia de modo geral, a mesma tem um impacto global e é notável as suas realizações. A engenharia é a aplicação de métodos científicos ou empíricos, com intuito de inventar, desenhar, construir. É o conhecimento prático que distingue os engenheiros dos cientistas, que também são mestres da ciência e da matemática.

Wickert (2016), afirma que a engenharia é o esforço pratico no qual são aplicadas ferramentas da matemática e da ciência para desenvolver soluções eficientes para os problemas tecnológicos enfrentados pela nossa sociedade.

A engenharia é essencialmente uma ponte entre descobertas científica e suas aplicações em produtos, é um condutor do crescimento social e econômico e uma parte integral do ciclo comercial, no qual pode-se dividir em várias especialidades, contudo, iremos explicar a engenharia mecânica onde se aplica princípios junto a física e ciência dos materiais para que possa ter melhor concepção, análise, fabricação e manutenção de sistema mecânico.

Segundo Beer (2006) a mecânica pode ser definida como a ciência que descreve e prevê as condições de repouso e movimentos dos corpos sob a ação.

Engenheiros mecânicos são responsáveis por projetar e construir motores, veículos (automóveis, trê e aviões), ferramentas mecânicas (tornos e laminadores), trocadores de calor, equipamentos para processos industriais usinas de energia elétrica, sistema para aquecimentos, refrigeração, condicionamento de ar e ventilação. Os engenheiros mecânicos devem ter conhecimentos sobre estruturas, transferência de calor, mecânica dos fluidos, matérias e termodinâmica, entre outros. Contudo, é essencial os conhecimentos quanto a mecânica dos materiais, no qual, se trata do comportamento interno dos corpos sólidos, sujeitas a diversas condições de carregamento.

A temática desta pesquisa é “Desgaste precoce das escovas do eletro ventilador” e diante do que foi exposto indaga-se a pergunta-problema: como aumentar a vida útil das escovas internas do eletro ventilador em veículos automotivos de motor MR18?

As escovas são pequenas peças feitas com ligas à base de carvão, e são um dos poucos componentes de desgaste do alternador. Pois estão em constante contato com os anéis coletores, que giram e geram um pequeno desgaste das escovas. Uma vez ligado o chicote da bateria ao alternador, são as escovas que alimentam os anéis coletores com a corrente proveniente da bateria (MINHA OFICINA, 2016).

A pesquisa tem como objetivo geral aumentar a durabilidade das escovas internas do eletro ventilador para veículos de motor MR18. Já os objetivos específicos será propor se

oportuno: 1) verificar os materiais utilizados nas escovas de eletro ventilador dos veículos de motor MR18 e 2) propor medidas para aumento da vida útil das escovas internas do eletro ventilador.

Resistência de materiais

Estudar a resistência dos materiais é saber até quando podemos trabalhar com uma determinada peça, analisar as causas das falhas e com isso evitar que continuem ocorrendo. Muitas vezes uma peça falha não porque esta gasta, mas sim, porque trabalhou em condições fora do normal, ou seja, fora das condições de projeto. Se uma peça é projetada para determinado tipo de trabalho é nessas condições que a mesma deve permanecer e não é só obrigação do projetista garantir que a peça funcione depois de fabricada, também é de dever do operador e do manutendor conhecer e analisar as condições de funcionamento para garantir a segurança e a qualidade do processo. Para conhecer as condições de trabalho de uma peça é crucial saber e compreender a resistência da mesma (DUTRA, 2015).

O desenvolvimento da resistência dos materiais seguiu-se ao desenvolvimento das leis da estática. Galileu (1564-1642) foi o primeiro a tentar uma explicação para o comportamento de alguns membros submetidos a carregamentos e suas propriedades e aplicou este estudo, na época, para os materiais utilizados nas vigas dos cascos de navios para marinha italiana (DUTRA, 2015).

A resistência dos materiais é o ramo da mecânica que estuda as relações entre cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das forças internas que atuam dentro do corpo, abrangendo também o cálculo das deformações do corpo e o estudo da sua estabilidade, quando submetido a solicitações externas (HIBBELER, 2004).

Os objetivos da Resistência dos Materiais são:

- Determinação dos esforços;
- Determinação das tensões e das deformações a que estão sujeitos os corpos sólidos devido à ação dos esforços atuantes;
- Equilíbrio de um corpo deformável;
- Verificação da segurança;
- Dimensionamento.

Motor e Sistema de Arrefecimento

O motor é um elemento de trabalho que converte energia elétrica em energia mecânica de rotação. Num motor elétrico, distinguem-se essencialmente duas peças: o estator, conjunto

de elementos fixados à carcaça da máquina, e o rotor, conjunto de elementos fixados em torno do eixo, internamente ao estator (BORGES, 2007).

O rotor é composto de:

- Eixo da Armadura: responsável pela transmissão de energia mecânica para fora do motor, pelo suporte dos elementos internos do rotor e pela fixação ao estator, por meio de rolamentos e mancais.
- Núcleo da Armadura: composto de lâminas de Fe-Si, isoladas umas das outras, com ranhuras axiais na sua periferia para a colocação dos enrolamentos da armadura.
- Enrolamento da Armadura: São bobinas isoladas entre si e eletricamente ligadas ao comutador.
- Comutador: consiste de um anel com segmentos de cobre isolados entre si, e eletricamente conectados as bobinas do enrolamento da armadura.

O estator é composto de:

- Carcaça: serve de suporte ao rotor, aos polos e de fechamento de caminho magnético.
- Enrolamento de campo: são bobinas que geram um campo magnético intenso nos polos.
- Pólos ou sapatas polares: distribui o fluxo magnético produzido pelas bobinas de campo.
- Escovas: são barras de carvão e grafite que estão em contato permanente com o comutador.

A queima de combustível gerada pelo motor produz energia mecânica útil que movimentam o veículo. Porém, também produz calor que precisa ser rapidamente extraído do motor para não causar danos ao mesmo. O sistema de arrefecimento desempenha esta importante função, mantendo a temperatura de trabalho do motor dentro da faixa ideal de temperatura (GM, 2011).

Os principais componentes do sistema de arrefecimento são:

- Radiador: É basicamente um trocador de calor, com a função de resfriar o líquido de arrefecimento que circula no sistema;
- Eletroventilador: O eletroventilador é acionado eletricamente, gerando um fluxo de ar forçado diretamente contra o radiador, toda vez que o fluxo de ar frontal produzido pelo movimento do veículo não for suficiente para retirar o calor da colméia do radiador. Isto ocorre normalmente no tráfego em baixa velocidade nas cidades, usando

o motor sob condições limites (carga excessiva com acíves longos) ou quando o sistema de condicionador de ar é ligado;

- Mangueiras: Sua função é basicamente a condução do líquido de arrefecimento entre o motor e o radiador, entre o radiador e a bomba d'água e entre o motor e o habitáculo (nos veículos equipados com condicionador de ar / ar quente);
- Reservatório de Expansão: O reservatório de expansão é dimensionado para conter o acréscimo de volume do líquido de arrefecimento no sistema, que ocorre durante o aquecimento do motor. Um importante processo de desaeração do líquido superaquecido, que vem do motor, ocorre no interior do reservatório, razão pela qual o mesmo possui várias divisões ou câmaras internas;
- Tampa reguladora de pressão: É um componente de aparência simples, com a importante função de manter o sistema de arrefecimento pressurizado conforme as especificações;
- Válvula Termostática: Componente fundamental para garantir que o líquido esteja na faixa ideal de temperatura tem a função de controlar a vazão do líquido de arrefecimento que sai do motor para o radiador. A temperatura do líquido de arrefecimento é a que promove a abertura ou fechamento da válvula;
- Bomba d'água: Sua função é bombear o líquido de arrefecimento por todo o sistema de arrefecimento;
- Sensor de temperatura de arrefecimento: Tem a função de indicar a temperatura do líquido de arrefecimento;
- Líquido de arrefecimento: É o líquido que circula no sistema de arrefecimento com a função de reduzir o calor gerado pelo motor.

Eletro ventilador

Ventoinha é um dos nomes do eletroventilador que resfria o radiador do seu carro. Dificilmente existem carros sem esse acessório, a não ser os refrigerado a ar, como o Fusca. Mesmo assim ele também tem uma hélice oculta. A diferença é que um motor com radiador é refrigerado pela água que passa por dentro dele. É aí que a ventoinha entra em ação.

Acionada por dispositivos elétricos eletrônicos que envolvem sensores de temperatura, a ventoinha refrigera a água que circula dentro do radiador, mantendo uma temperatura ideal de trabalho. Esse é um processo antigo, mudando apenas a tecnologia com o passar do tempo. Podemos ter uma ou duas ventoinhas no radiador. Isso quase sempre acontece quando o carro tem ar-condicionado instalado. Também podemos ter mais de uma

velocidade, dependendo do modelo do carro. Todo seu circuito é protegido por um fusível e também usa de um relé auxiliar. Mas a ventoinha também merece manutenção ou a troca dela em um determinado tempo. Isso vai ajudar a preservar todo o sistema de resfriamento do motor, inclusive a central, que pode queimar essa parte e o carro vai ferver (IVANENKO, 2018).

Figura 1: Eletro ventilador e suas peças.



Fonte: Ivanenko, 2018.

Nos automóveis atuais a busca pelo maior aproveitamento do espaço teve como consequência a redução do cofre do motor. O espaço para comportar o motor e seus sistemas ficou menor, embora bem aproveitado. Somando-se ao fato das marcas terem aderido de vez ao downsizing, componentes como turbo-compressor e intercooler, além de radiadores de óleo, mangueiras e tubulações do turbo dividem espaço com o motor e seus sistemas gerando maiores temperaturas no alternador. Assim torna-se necessário que o alternador possua uma ventoinha de refrigeração para garantir que haja a troca de calor entre os componentes internos do alternador e o ar aspirado pela ventoinha. Em aplicações extremas utilizam-se alternadores com refrigerado por fluido de arrefecimento (DIAS, 2015).

Escovas

Escovas são pequenas peças feitas com ligas à base de carvão que executam funções elétricas e mecânicas. Conduz corrente elétrica enquanto as peças móveis dentro do assunto de máquina às forças mecânicas. Um pincel de fibra de carbono tem uma extremidade que é uma combinação de carbono e grafite e um que é um terminal. Estas extremidades geralmente

têm um fio de cobre que liga-los um ao outro. O fim do carbono/grafita é a parte da escova que é responsável por fazer contato com o giro eixo e a condução de corrente elétrica. O final com o terminal é a parte responsável pela condução de eletricidade através das partes fixas (POLICENTER, 2013).

Borges (2007) menciona um número extremamente grande de classes de escova é necessário para cobrir todo o campo de aplicação adequadamente. A cada ano, novas escovas são desenvolvidas para acompanhar o próprio desenvolvimento tecnológico das máquinas elétricas. As classes de escova de carbono podem ser divididas basicamente em:

- Escovas de carbono duro;
- Escovas de grafite natural;
- Escovas eletrográficas;
- Escovas de metal-grafite;
- Escovas de metal-carbono;
- Escovas com tratamento especial para operações particulares.

Composição e Aplicação

Borges (2007) pontua que a primeira escolha do grafite natural para este propósito veio 90 anos atrás devido o material ser conhecido pelas suas propriedades de um lubrificante sólido. Carbono e grafite, diferentes formas de um mesmo, elemento químico, continuaram as ser usados em componentes elétricos, pois, além desta propriedade, notou-se uma série de outras propriedades como:

- Resistência aos efeitos da alta temperatura: O carbono mantém suas propriedades físico-químicas e mantém-se na forma sólida até temperaturas próximas a 3.000°C. O carbono não possui estado líquido em pressão abaixo da atmosférica. Nessa condição, o material passa do estado sólido para o estado gasoso em temperaturas entre 3.600°C e 4.000°C.
- Baixa densidade: O carbono é menos denso que a maioria dos metais. A baixa inércia das escovas de carbono faz com que ela deslize com facilidade mesmo considerando irregularidades na superfície onde ela realiza o movimento.
- Sem efeito de solda: O carbono quando sofre um aquecimento instantâneo, como um arco elétrico, por exemplo, não tem o mesmo comportamento dos metais que podem se comportar como uma “solda”.

- Através da mistura controlada, realizada em proporções pré-determinadas e com processamento, os fabricantes têm inúmeras possibilidades de combinar diferentes propriedades físicas para produzir seus materiais. Isto é essencial quando parte-se do princípio que as máquinas elétricas apresenta características elétricas diferentes e necessitam de escovas otimizadas para cada aplicação com o objetivo de obter a melhor performance possível

Fatores de desgaste

O contato da escova de carbono sobre o eixo de giro é uma das funções mais importantes de um pincel de fibra de carbono. Quando o eixo de giro começa a operar, a escova de carvão pressiona contra ele para conduzir eletricidade com os fios fixos. Se o contato for irregular ou inconsistente, a escova desgasta mais rapidamente. Pressão incompleta também pode causar um aumento de temperatura ou corrosão das partes, causando uma avaria do motor (POLICENTER, 2013).

E finalmente as perdas mecânicas, ou perdas por atrito, que estão ligadas a resistência ao dos rolamentos, mancais, escovas e até mesmo o ar de ventilação da ventoinha, que gera atrito entre o rotor e o estator. Por estar montado no motor e sofrer com a atmosfera do cofre do motor durante seu funcionamento, o alternador encontra-se exposto a vibrações, poeiras, água, vapores de combustível e óleo. A contaminação dos componentes internos do alternador com detritos acima citados ocorre pelas ranhuras de refrigeração, e além de causarem a oxidações desses componentes, podem comprometer a vida útil do alternador com a passagem de corrente através de soluções, chamada de eletrólise. Mesmo sabendo que os motores são suportados por eficientes bases feitas de borracha e material metálico, e que absorvem grande parte das vibrações do motor, este vibra, com oscilações aceitáveis. Como o alternador está fixado ao motor, as oscilações são transmitidas ao alternador gerando esforços também em seus componentes de fixação (DIAS, 2015).

Atrito é a resistência que se opõe ao deslizamento de um objeto sobre outro. Nas escovas, refere-se ao contínuo atrito da escova com o coletor em movimento. É muito importante, pois afeta a máquina no que diz respeito ao trabalho silencioso, à elevação de temperatura do coletor e à energia total perdida da máquina. É considerado ideal quando se obtém o mínimo de atrito entre a escova e o coletor. (BORGES, 2007).

Materiais e Métodos

Este estudo visa analisar os materiais utilizados na fabricação das escovas internas do eletro ventilador de um veículo, com base em informações existentes na literatura e nos

diagnósticos dos problemas apresentados à fabricante dos veículos e após esta análise propor medidas para aumentar a vida útil destas escovas.

Os dicionários definem pesquisa como a ação de busca, indagação e investigação minuciosa para averiguação da realidade, com o fim de estabelecer fatos ou princípios relativos a um campo qualquer do conhecimento. Além disso, a definição do verbete pesquisa ainda é dada como levantamento, registro, análise ou coleta dos fatores relacionados com os problemas de prestação de serviços (SPAMER, 2009).

Quanto à natureza, as pesquisas podem ser classificadas em básicas e aplicadas; quanto à forma de abordagem, em quantitativa e qualitativa; quanto aos seus objetivos, em exploratória, descritiva e explicativa e quanto aos procedimentos técnicos, em bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa ação e participante (SPAMER, 2009).

Esta pesquisa é caracterizada do ponto de vista dos seus objetivos como exploratória, visando proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Envolve levantamento bibliográfico e assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso (GIL, 1999).

Com relação ao ponto de vista da forma de abordagem dos problemas, a pesquisa foi caracterizada como qualitativa, onde há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito não traduzido em números, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa, é descritiva e não requer métodos e técnicas estatísticas (SILVA e MENEZES, 2005).

Do ponto de vista dos procedimentos teóricos, foi caracterizada como bibliográfica e documental. Sendo elaborada a partir de material já publicado, constituído de artigos periódicos e materiais disponibilizados na internet (GIL, 1991).

Resumindo, pode-se afirmar que este estudo foi desenvolvido através de pesquisa exploratória, com metodologia de caráter bibliográfico, com estudo de procedimentos técnicos da literatura pertinente. Para a busca dos artigos foram utilizadas as seguintes bases de dados: repositório Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico e os periódicos da CAPES, considerando apenas artigos dos últimos 15 anos. A realização do levantamento bibliográfico ocorreu nos meses de setembro e outubro de 2018. Considerando-se os aspectos éticos, neste estudo as informações utilizadas foram devidamente referenciadas, respeitando e identificando seus autores e demais fontes de pesquisa.

Resultados e discussão

Segundo GM (2011) para garantir o perfeito funcionamento do sistema de arrefecimento é imprescindível que seja realizada a manutenção preventiva. O fabricante recomenda que seja realizada uma verificação anual ou a cada 15.000 km do líquido de arrefecimento e dos componentes do sistema de arrefecimento.

Outros fatores que indicam a necessidade de manutenção do sistema de arrefecimento:

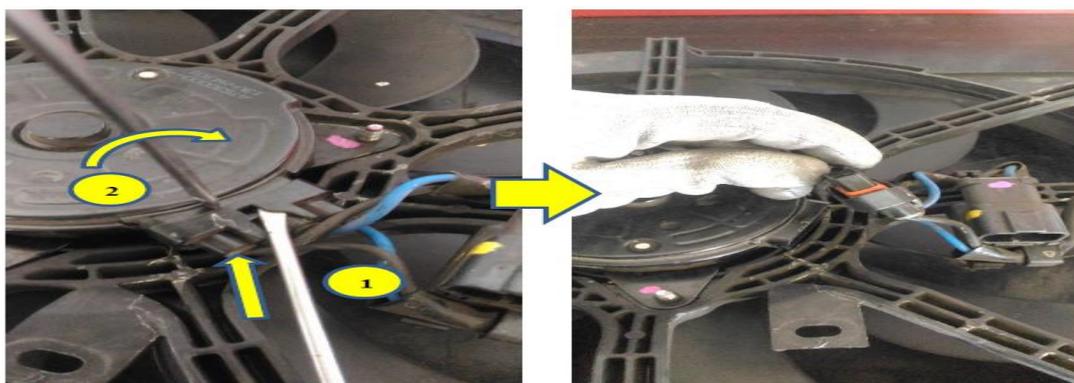
- Líquido de arrefecimento com sujeira excessiva;
- Sinais de vazamento do líquido de arrefecimento;
- Pressurização do sistema de arrefecimento abaixo ou acima do especificado;
- Falha na circulação do líquido de arrefecimento pelo sistema;
- Superaquecimento do motor;
- O motor demora ou não atinge a temperatura normal de funcionamento, trabalhando frio;
- Baixo desempenho do motor;
- Aumento na emissão de poluentes;
- Maior consumo de combustível.

GM (2011) também afirma que o uso de peças não recomendadas representa um sério risco à qualidade do serviço realizado, pois as peças não foram submetidas aos processos de testes realizados pelas montadoras; muitas vezes a matéria-prima utilizada é de qualidade inferior e as peças não foram fabricadas sob processos produtivos para garantir a sua qualidade. Para evitar montagens incorretas, é necessário que se verifique a aplicação da peça conforme o modelo do veículo, ano e motor .

Elaborou-se um boletim técnico para o sistema de arrefecimento do motor, com as instruções para substituição do motor do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento do motor. Com objetivo de informar sobre o novo procedimento de reparo a ser seguido, para casos de reclamação do cliente de superaquecimento do motor ou pouca eficiência do ar condicionado, por falha do motor elétrico do eletro-ventilador em veículos Sentra. O procedimento para desmontagem consiste em:

- Remoção do conjunto ventilador de arrefecimento conforme instruções do manual de serviço;
- Remova o conector do motor elétrico do ventilador;

Figura 2: Remoção do Conector do Motor.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- Remoção da porca do eixo da hélice (rosca direita);

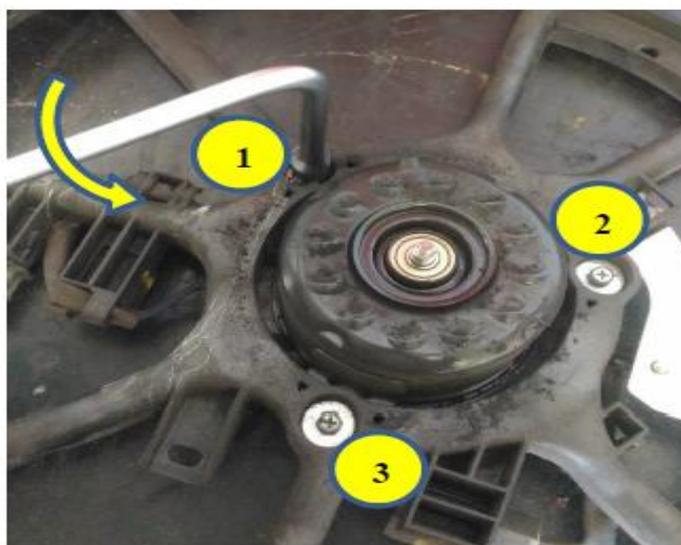
Figura 3: Remoção da Porca de Fixação da Hélice.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- Remova os três parafusos de fixação do motor elétrico (Figura 4) e retire o mesmo da carcaça;

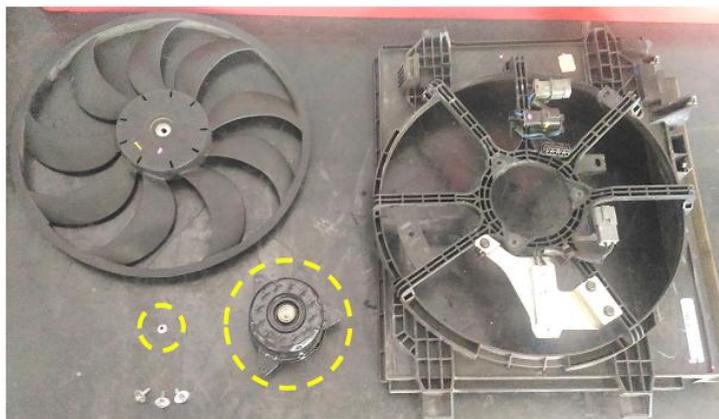
Figura 4: Remoção dos Parafusos de Fixação do Motor.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Devem ser substituídos o motor elétrico e porca de fixação da hélice (Figura 5). **Hélice, carcaça e demais componentes devem ser reutilizados.**

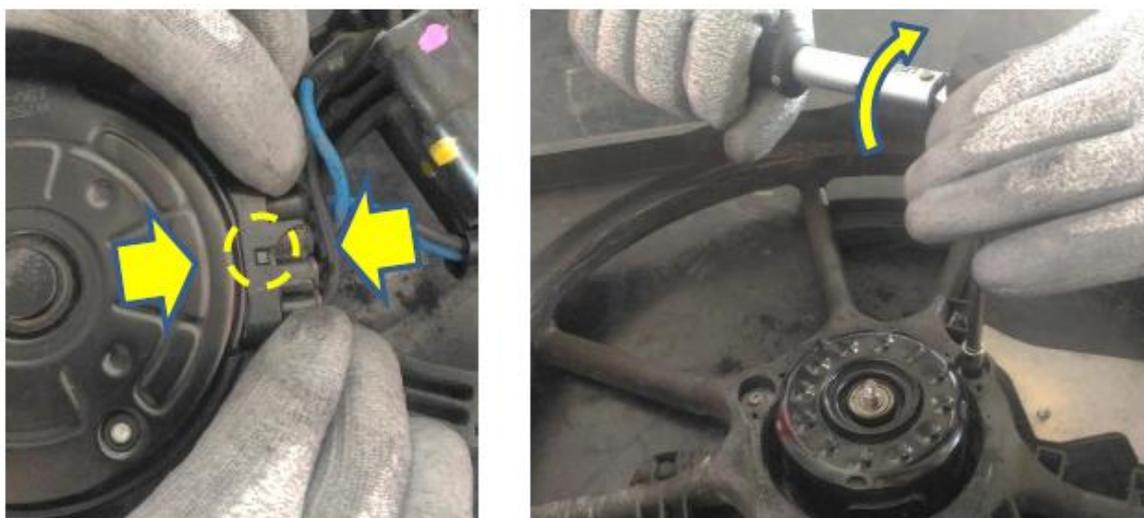
Figura 5: Vista dos Componentes do Eletro ventilador.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- Posicione o novo motor, atentando-se ao alinhamento do seu conector ao chicote, pressione o conector até ouvir um “click”. Confira se a trava do conector está devidamente posicionada conforme Figuras 6.
- Aponte os parafusos de fixação do motor e realize o aperto utilizando um torquímetro, aplicando **4.4 N.m**.

Figura 6: Posicionamento e Fixação do Motor.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- Monte a hélice, conferindo o alinhamento do chanfro do eixo com o furo. Aponte a porca, segure a hélice e realize o aperto utilizando um torquímetro de estalo, aplicando **3.4 N.m** (Figura 7).

Figura 7: Posicionamento e Fixação da Hélice.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- Monte o conjunto no veículo e realize os testes de funcionamento conforme instruções do manual de serviço.

Segundo a APS Distribuidora (2017), as falhas relacionadas ao ventilador do radiador, muitas vezes não estão diretamente ligadas a ele. Por funcionar conforme demanda de informações de sensores, ou ativamento de interruptores, qualquer mau funcionamento do sensor de temperatura ou interruptor pode levar ao não ativamento do ventilador.

Ivanenko (2018) reforça a ideia da ASP Distribuidora (2017), quando cita que atualmente muitos veículos têm o tipo de ventilador descrito. Mas ele é acionado pela central eletrônica do carro e usando o mesmo sinal de temperatura do motor. Aliás, existem dois sinais desses: um para o ponteiro de temperatura do painel, que serve de informação visual para o motorista, e outro que envia um sinal para a central. É esse que vai fazer o ventilador armar e refrigerar o motor do carro.

Borges (2007) apresenta um fator importante para o funcionamento dos ventiladores, quando afirma que o desempenho de escovas de carvão, em motores elétricos, pode ser avaliado, em sua aplicação, por três fatores: desgastes das escovas, formação de pátina e desgaste do comutador. Já as condições que influenciam para um bom ou mau desempenho das escovas estão diretamente ligadas ao: material da escova empregada, condições de operação e condições de manutenção.

Conclusão

É normal que com o passar do tempo as escovas fabricadas com carvão se desgastem, devido ao fato do produto ser a base de mineral. E conforme é utilizado, diminui o tamanho original. Isso ocasiona o comprometimento do trabalho da escova de carvão. Porém não são descartáveis, são resistentes e com a troca das escovas conforme as orientações do fabricante pode aumentar a vida útil do eletro ventilador e do motor do veículo.

Neste sentido o estudo da resistência dos materiais se torna de extrema importância para que seja possível prever a vida de uma determinada peça, nesse caso da escova interna do eletro ventilador. Com isso também é possível que se analisem as causas das falhas, evitando que elas se tornem recorrentes. As peças podem apresentar falhas além do desgaste natural, pelas condições de uso fora do normal ou fora das condições em que foi projetada.

Após algumas reclamações de clientes quanto ao aquecimento dos veículos, foi diagnosticado que os eletro ventiladores apresentavam desgaste prematuro nas escovas internas, ocasionando a interrupção no funcionamento do motor do eletro ventilador e em consequência super aquecendo o sistema de arrefecimento do motor do veículo. Um boletim técnico foi desenvolvido para orientar quanto a montagem e desmontagem para substituição do motor do eletro ventilador de forma adequada e para evitar desgastes inadequados.

Referências Bibliográficas

APS Distribuidora. **Saiba tudo sobre o eletroventilador do radiador**. 2017. Disponível em: <<http://www.apsdistribuidora.com.br/noticias/Saiba-tudo-sobre-o-eletroventilador-do-radiador>>. Acesso em: 19 de novembro de 2018.

BEER, Ferdinand, JOHNSTON, E. Russell. **Resistência dos Materiais**. Mc Graw Hill. 2006.

BORGES, Aldo Nonato. **Caracterização de Escovas Grafite e Avaliação do seu Desempenho em Função da Microestrutura**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15552/1/AldoNB.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

DIAS, Anderson. **Componentes e Funcionamento dos Alternadores para Motores de Automóveis**. Carros in foco: 2015. Disponível em: <<http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2015/07/componentes-e-funcionamento-dos-alternadores-para-motores-de-automoveis/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2018.

DUTRA, Kaio. **Resistência dos Materiais**. Escola Técnica: CEPEP, 2015. Disponível em: <<https://engucm.files.wordpress.com/2015/08/apostila-completa-resistencia-dos-materiais-1.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Ed. Atlas. São Paulo, 1991.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GM. **Sistema de Arrefecimento**. Oficina Brasil, Ano III: 2011. Disponível em: <https://www.oficinabrasil.com.br/hotsites/gm/set_2011.pdf>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.
- HIBBELER, R. C. **Resistência dos Materiais**, 8ª Ed.: Pearson, 2004.
- IVANENKO, Fernando. **Como funciona a ventoinha do radiador**. Mãos ao auto : 2018. Disponível em: <<https://www.maosaoauto.com.br/2018/02/como-funciona-a-ventoinha-do-radiador/>> . Acesso em: 25 de outubro de 2018.
- MINHA OFICINA. **Alternador: Quais são os principais problemas**. 2016. Disponível em: <<https://minhaoficina.net/alternador-principais-problemas/>>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.
- NISSAN. **Boletim Técnico: Sistema de Arrefecimento do Motor**. 2017.
- POLICENTER. **Entenda mais sobre as escovas de carvão**. Blog Policenter: 2013. Disponível em: <<https://policenter.wordpress.com/2013/10/16/entenda-mais-sobre-as-escovas-de-carvao/>> . Acesso em: 25 de outubro de 2018.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Ed. Atual. Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.pppgep.ufsc.br>>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.
- SPARTANO, Mateus Azevedo. **Motores Dc Brushless: Princípios E Aplicações**. Universidade São Francisco. Campinas (SP), Dezembro de 2006. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/625.pdf>>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.