



CARLOS MAGNO DA SILVA SOUZA

RA:161589511046

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO PARA
MOTORES AUTOMOTIVOS**

Niterói
2019

CARLOS MAGNO DA SILVA SOUZA

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO PARA
MOTORES AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera Educacional, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Mecânica.

Orientador: Laerte

Niterói
2019

CARLOS MAGNO DA SILVA SOUZA

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO PARA
MOTORES AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera Educacional, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Mecânica.

BANCA EXAMINADORA

*“ Porque um homem que foge do seu medo
pode descobrir que, afinal, apenas enveredou
por um atalho para ir ao seu encontro. ”*

J.R.R. Tolkien

SOUZA, Carlos Magno da Silva. **Estudo de um sistema de arrefecimento para motores automotivos**. X páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário Anhanguera de Niterói, Niterói, 2019.

RESUMO

A presente pesquisa acadêmica de conclusão de curso propõe em apresentar um conteúdo completo, sobre os principais conceitos do tema abordado, para o Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Anhanguera Educacional de Niterói. Esta pesquisa, além de conter dados técnicos, também foi aprofundada no conceito teórico e experimental.

Palavras-chave: Arrefecimento; motores; automotivos; superaquecimento.

SOUZA, Carlos Magno da Silva. **Study of a cooling system for automotive engines.** X pages. Completion work of Mechanical Engineering Course - Centro Universitário Anhanguera de Niterói, Niterói, 2019.

ABSTRACT

The present academic research of conclusion course proposes to present a complete content, on the main concepts of the subject approached, for the Mechanical Engineering Course of the Anhanguera Educacional University of Niterói. This research, in addition to containing technical data, was also deepened in the theoretical and experimental concept.

Key-words: Cooling; motors; automotive; overheating.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de arrefecimento a água.....	13
Figura 2 – Funcionamento do arrefecimento a água por termossifão	14
Figura 3 – Funcionamento do arrefecimento a água forçado	15
Figura 4 – Arrefecimento em motor Volvo	17
Figura 5 – Arrefecimento a água de circulação forçada	18
Figura 6 – Tampa do reservatório de líquido.....	19
Figura 7 – Bomba d'água centrífuga.....	20
Figura 8 – Exemplo de aditivo para radiador.....	22
Figura 9 – Lubrificação dos componentes do motor.....	23
Figura 10 – Verificação de água com aditivo no sistema de arrefecimento.....	25

LISTA DE ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	International Organization for Standardization
KM	Quilômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 O QUE É UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO A ÁGUA.....	12
3 O DESGASTE DAS PEÇAS NO SISTEMA DE ARREFECIMENTO.....	17
4 SOLUÇÕES PARA A EFICÁCIA DO SISTEMA	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE.....	30

1 INTRODUÇÃO

Para o bom funcionamento de um motor, é necessário que o sistema de arrefecimento esteja com suas peças, fluido e demais componente em perfeito estado. Desta forma se faz necessário o estudo das funções de cada componente que faz parte desse importante sistema.

O estudo deste tema ajudará na identificação de problemas, além de utilizar na prática os conteúdos teóricos do curso. Além disso, o estudo trará melhorias que podem ajudar a prolongar a vida útil do motor e todos os seus componentes internos. O atual projeto foi motivado pela possibilidade de desenvolver uma solução para um problema real encontrado em uma empresa montadora de veículos automotivos, nos quais o sistema de arrefecimento de um determinado modelo de motor corre risco de incêndio, por conta de partículas externas ou penetração de umidade na bomba suplementar de arrefecimento do motor.

O superaquecimento do motor dos fluidos de arrefecimento, por conta de um mau funcionamento da bomba d'água ou da válvula termostática, acarreta em problemas como queima excessiva de combustível, causando o acúmulo de hidrocarbonetos nos blocos do motor, ou superaquecimento do motor, resultando até em um incêndio. A perda de potência do motor também é um problema comum que acontece por uma falta de eficiência no sistema.

Entende-se que o tema escolhido deve abranger as áreas de troca de calor, também envolve outras áreas tais como todas as peças do sistema de arrefecimento, sistema de lubrificação e a composição do fluido de arrefecimento. Detalhar a função de cada componente integrante deste sistema tão importante para funcionamento do motor.

A escolha deste tema para elaborar esse trabalho de conclusão de curso foi para se conhecer o processo de funcionamento de um motor de arrefecimento, destacando seus componentes e importância. Este trabalho está organizado em três capítulos principais. No primeiro capítulo apresenta-se a teoria sobre o que é o motor de arrefecimento a água, descrevendo suas características e funcionamento. No segundo capítulo, aborda-se o desgaste das peças e o que causa mau funcionamento do sistema. No terceiro capítulo, apontam-se testes feitos por empresas montadoras de motores automotivos e possíveis soluções. E por fim, apresenta-se a conclusão, onde se estabelece um ponto final no tema.

O tema analisado foi escolhido mediante o amplo conhecimento adquirido na carreira profissional e experiências. Todo processo descritivo teórico e profissional será comprovado através de fontes técnicas e acadêmicas, consultadas por meios de leitura e interpretação das mesmas. As principais fontes técnicas são grandes fabricantes com seus catálogos técnicos descritivos. É importante afirmar que para todo tipo de equipamento em engenharia deve se seguir normas específicas, tanto da ISO, ABNT ou outras. A descrição de um equipamento deve seguir também as normas para entendimento geral e bem explicado.

O período de consulta dos artigos e catálogos serão os publicados e disponíveis nos últimos quinze anos, mantendo uma boa margem em relação as atualizações dos componentes. Dentre as fontes, mesmo com este período de tempo grande de consulta, o foco será nas mais próximas às datas atuais possíveis. Fontes acadêmicas serão de grande auxílio também no enriquecimento teórico do tema, onde são abordadas as principais características do equipamento. Os autores são de grande auxílio na percepção e escolha das melhores maneiras de descrever o assunto. Entre essas fontes, as principais são de caráter acadêmico universitário, como teses e monografias publicadas.

As palavras chaves para busca dos temas e organização das pesquisas neste trabalho serão: Arrefecimento; motores; automotivos; superaquecimento.

Ao final das análises e escolhas, a formulação teórica apresenta todo um estudo rápido e qualitativo de todo o processo de funcionamento. As principais funções são apresentadas claramente, demonstradas e explicadas. As informações técnicas de grande valor são destacadas pelos autores e são apresentadas ao longo dos textos.

2 O QUE É UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO A ÁGUA

Os motores automotivos recebem demasiadas cargas em altas temperaturas durante seu processo de funcionamento. Os esforços mecânicos são sucessivos e de alta rotação, gerando assim sua capacidade de produção de energia mecânica. Os processos que acompanham o alto grau de esforços e rotações nos motores automotivos são as combustões de alto pico de temperatura interna (CARROS INFOCO, 2014).

Uma quantidade considerável de calor, rendendo alta temperatura no motor, é considerado um grande risco para a vida útil e operação de um motor. Alguns casos isolados de descontrole do excesso de calor no motor pode acarretar em danos gravíssimos em sua estrutura. As partes expostas de carcaça metálicas são as primeiras a sofrerem esse impacto do calor da combustão (CAMPOS, 2009). É necessário, para se evitar tais danos, o controle exato dessa temperatura. Pode-se dizer que a temperatura deve ser domada, a ponto que não ofereça nenhum tipo de risco crucial. As temperaturas nas câmaras internas podem também justificar e criar alterações na estrutura do motor, como por exemplo nos pistões internos, sendo danos graves e impossibilitados de se reverter (BELORINI; ROQUE, 2013).

Segundo Campos (pag. 33. 2009), “ A quantidade de calor que provem do processo da combustão, e que não foi aproveitado para a geração de potência, é rejeitada, primordialmente e em regime permanente, para os gases de exaustão, para o sistema de arrefecimento e para o óleo lubrificante”. Esse calor é totalmente descartável, ou seja, não tem função no processo de operação do motor.

Quando consideramos o sistema de arrefecimento, este é uma vantagem e solução primordial para toda a fundamentação de um veículo (TOTAL, 2018). É devido a este mecanismo distinto de combate as altas temperaturas sofridas no motor que permite a sua resistência e cria a camada de proteção que impede a possível combustão com chamas do motor, podendo se espalhar para todo o veículo (SOCIEDADE AUTOMOTIVA, 2017).

A responsabilidade de um melhor desempenho do motor não garante apenas a integridade e durabilidade do mesmo, mas também a toda a estrutura do automóvel e em conforto geral de pessoas e seres que possam estar no mesmo ambiente (TECNOGERA, 2014).

O sistema de arrefecimento, combatente destas avarias, possui a forma de

diversos dispositivos conectados entre si que operam em conjunto de forma eletromecânica (VARELLA, 2012).

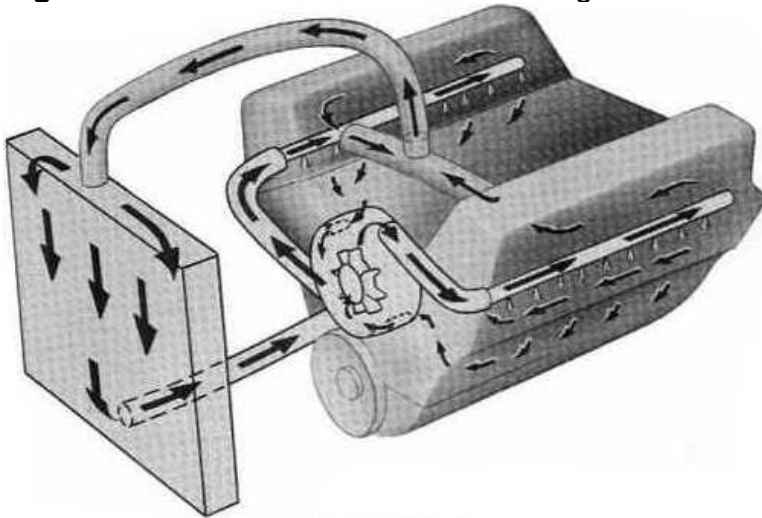
Quando se cria um meio mecânico, principalmente de combate a avarias de equipamentos, isso se torna um produto no mercado. Como produto, empresas diversas criam os seus próprios produtos para comercializar e oferecer a demanda de clientes. As tecnologias avançam e novos meios de oferecer o produto acabam entrando no mercado. Além do avanço tecnológico, o avanço científico acompanha lado a lado esses meios. Descobriu-se que, existem diversos meios de combate a essas combustões de altas temperaturas nos motores. Sendo assim, o mercado apresenta dois meios de arrefecimentos. Destaca-se os seguintes:

- Sistema de arrefecimento a água.
- Sistema de arrefecimento a ar.

Para cada um desses métodos de arrefecimento existe uma forma específica de trabalho, como os próprios nomes já identificam. Enquanto um sistema de arrefecimento utilizar a água com meio de combate, o outro sistema utilizar o ar como combate da combustão de motores.

Este trabalho acadêmico, como mencionado em seus objetivos, irá focar no método de arrefecimento de bomba d'água, ou seja, o sistema de arrefecimento a água.

Figura 1 - Sistema de arrefecimento a água



Fonte: Sociedade Automotiva (2017)

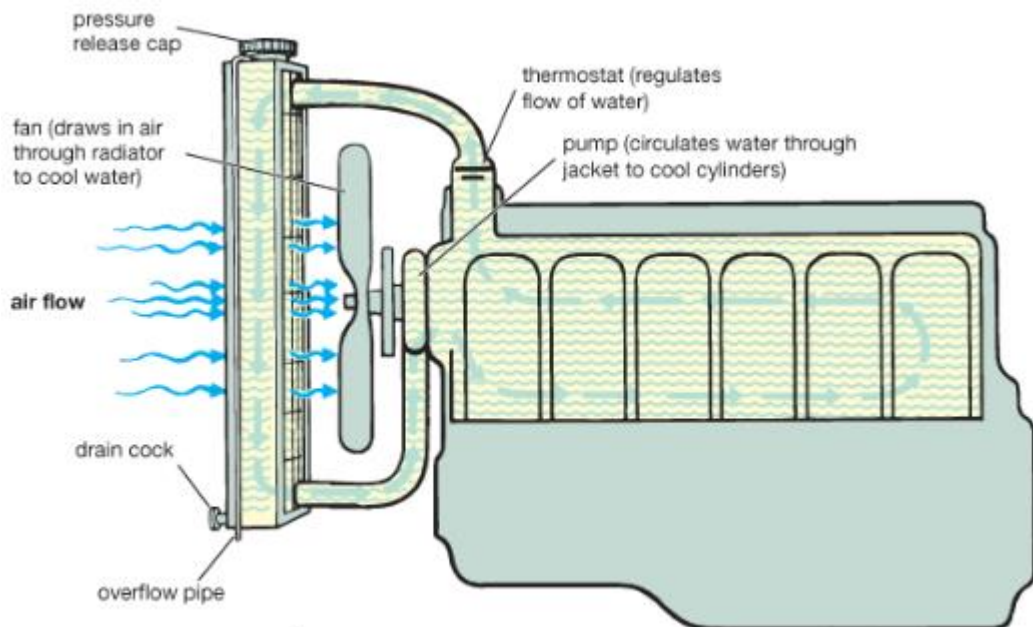
O método de arrefecimento a água é considerado um dos mais simples e o mais adotado atualmente nos automóveis de pequeno e grande porte. Podendo variar entre sistema de arrefecimento aberto ou até mesmo fechado (CAMPOS, 2009), independente deles, a capacidade de controlar a temperatura deve atender os devidos requisitos. O sistema deve conseguir manter a temperatura natural de funcionamento do motor, como Total (2018) cita, “a temperatura média do motor é em torno de 90°C, para que ele esteja em pleno funcionamento”.

No sistema de arrefecimento a água, existem algumas variações do modo de produção e de funcionamento. São as seguintes:

- Sistema de arrefecimento a água forçado
- Sistema de arrefecimento a água por termossifão.

Cada um dos dois meios de arrefecimento a água possui características distintas, porém o procedimento padrão é o mesmo de circulação da água no combate a combustão.

Figura 2 - Funcionamento do arrefecimento a água por termossifão



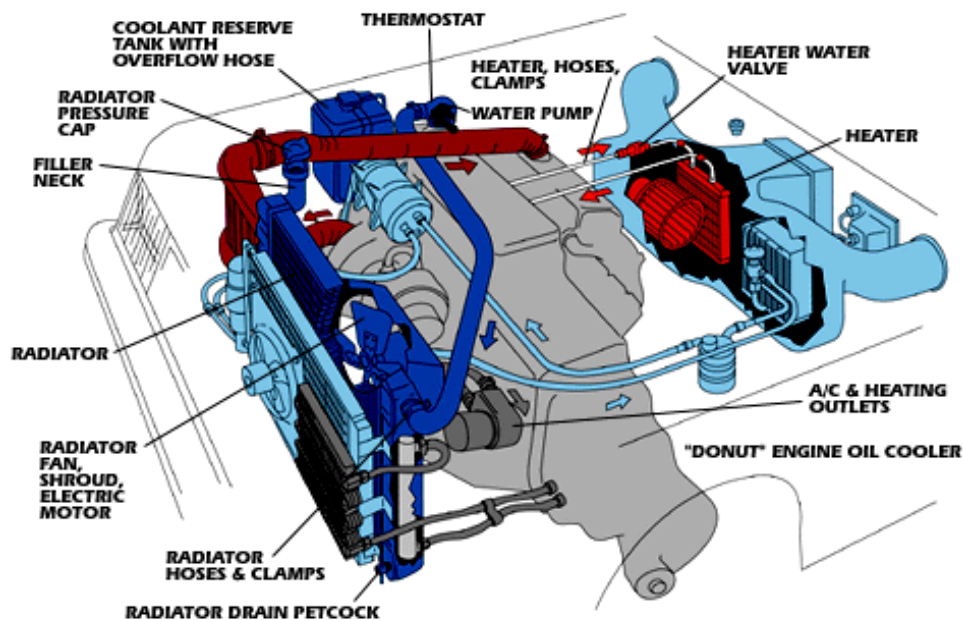
Fonte: Carros Infoco (2014)

Este método de arrefecimento foi o pioneiro do sistema. Combinado com o fluido, o arrefecimento era feito a partir do radiador com o diferencial obtido do fluido.

A diferença de temperaturas entre o fluido do radiador com o fluido incluso no bloco do motor em funcionamento era considerável, garantido o ciclo de renovação quente-frio entres eles (CARROS INFOCO, 2014). A água só operava no controle de temperatura após o início de trabalho do motor.

No sistema de arrefecimento a água forçado, seu método é um pouco diferente. Este entrou no mercado no lugar do termossifão, pois possibilita um controle melhor se todo esse combate a combustão e temperatura. Os limites obtidos no processo de funcionamento do motor podem ser melhor acompanhados, com acessibilidade a aquecedores nos compartimentos internos do veículo (CARROS INFOCO, 2014).

Figura 3 - Funcionamento do arrefecimento a água forçado



Fonte: Carros Infoco (2014)

O sistema de arrefecimento, como mencionado, engloba um conjunto de componentes mecânicos que operam em um só. Esses possuem funções específicas de funcionamento. Como principal componentes, se tem o Radiador, fonte de, consideravelmente, todo o processo de funcionamento e arrefecimento.

Porém, pode-se destacar os seguintes componentes:

- Radiador;

- Mangueira;
- Bomba d'água
- Válvula termostática;
- Fluido de arrefecimento;
- Dutos

O radiador, segundo Varella (pag. 24, 2012) é o "Trocador de calor entre a água e o ar". Ou seja, o coração do funcionamento. A bomba d'água é o mecanismo mecânico que irá fornecer o a energia de circulação do fluido de arrefecimento através das mangueiras. Através da válvula termostática, a temperatura será obtida e com função de controlar todo o fluxo que irá circular entre o radiador e o motor em funcionamento (VARELLA, 2014).

Cada componente, com sua importância e função, mantêm o sistema em pleno funcionamento e com sua finalidade de proteção a combustão dos motores. A temperatura é mantida, garantido a segurança e integridade física da peça.

3 O DESGASTE DAS PEÇAS NO SISTEMA DE ARREFECIMENTO

Muito se comenta sobre os métodos utilizados no sistema de arrefecimento para combater todo o desgaste sofrido ao longo do processo de produção de energia do sistema. Quando aborda-se tal questão, deve-se levar em consideração diversos fatores tecnológicos utilizados pelas montadoras e principais fabricantes de motores de automóveis.

A manutenção geral que deve ser empregada nos motores com o sistema de arrefecimento a água deve ser frequente, independente do seu modo de operação. A avaliação regular permite detectar qualquer problema futuro de forma preditiva, evitando problemas no motor (VOLVO, 2016).

Figura 4 - Arrefecimento em motor Volvo

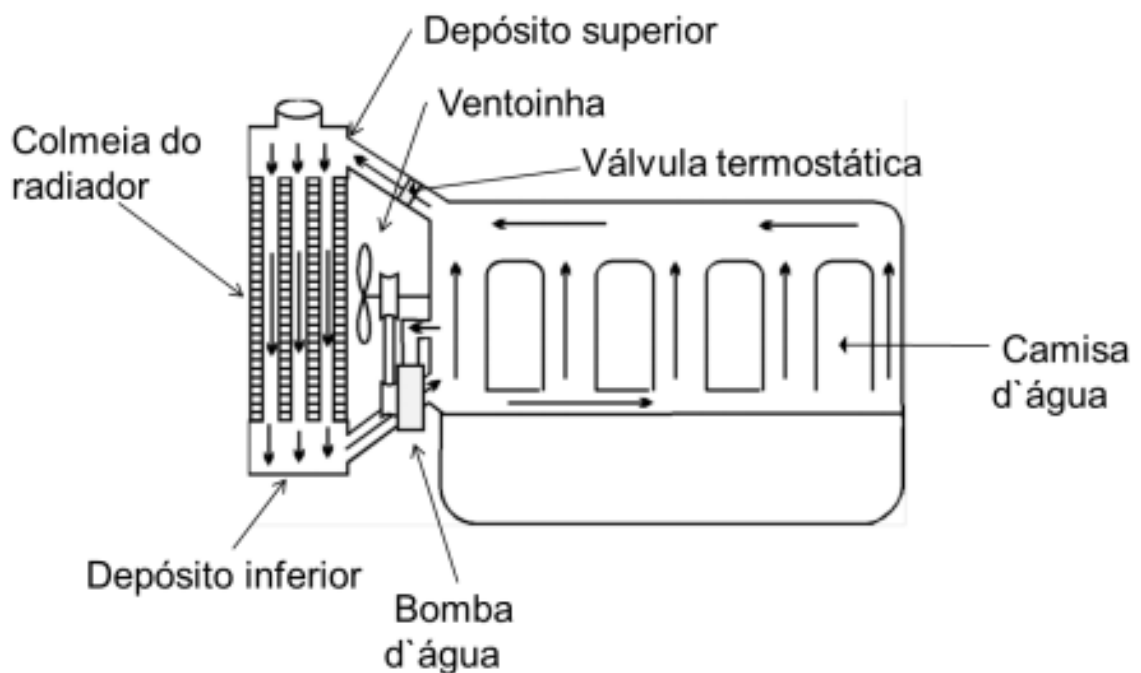


Fonte: Volvo (2016)

Os componentes no sistema de arrefecimento a água vão sofrendo desgaste conforme seu uso frequente. É algo normal presente em qualquer tipo de componente mecânico que utilize esforços do mais simples ou mais composto de

funcionamento. Alguns sistemas, como o de circulação forçada, determinam diversos tipos de componentes a operarem em conjunto através da necessidade do fluido refrigerador presente. A água se movimento com altas pressões, absorvendo o calor ali produzido no motor, captado pelos cilindros (VARELLA, 2014).

Figura 5 - Arrefecimento a água de circulação forçada



Fonte: Varella (2014)

Este exemplo de sistema de arrefecimento a água é geralmente utilizado em motores de maior potência e de maior esforço, como por exemplo em tratores de uso agrícola ou operacional. A forma de se mover o fluido (água) é através da pressão exercida em uma bomba centrífuga sob pressão. Essa circulação é controlada por uma válvula termostática presente no sistema, onde toda a temperatura é medida, mantendo o funcionamento pleno do sistema (VARELLA, 2014).

É comum o desgaste nesse tipo de sistema de arrefecimento sob pressão, pois a forma como a água circula pode acarretar em danos nos cilindros e na ventoinha. Geralmente, o radiador consegue manter uma durabilidade maior, pois é

pouca as chances dele ser atingido diretamente em casos de vazamento ou excesso de pressão exercida no sistema.

Porém, a movimentação do fluido não é um único componente a ser observado e que pode causar possíveis danos ou desgaste nas peças do sistema de arrefecimento. A bomba d'água é um dos principais componentes do sistema, não por possuir a capacidade de armazenamento da água, mas por possuir um dos maiores índices de pressão em todo o sistema. O líquido ali dentro se mantém pressurizado em níveis elevados devido a sua tampa de proteção ou reservatório (O MECÂNICO, 2015)

Figura 6 - Tampa do reservatório de líquido



Fonte: O Mecânico (2015)

É comum o desgaste no aperto e pressurização dessa tampa nas bombas d'água, principalmente devido ao tempo de vida do material e o contato frequente com trocas de temperaturas. Além do vazamento pela tampa, o dreno também pode sofrer vazamentos frequentes devido ao seu tempo de uso e exposição. O selo mecânico presente nesse dreno sofre um desgaste com o contato contínuo das impurezas presentes no sistema de arrefecimento. A frequência na troca de temperaturas gera o acúmulo fora do comum de calcário, incrustando no sistema de

tamponamento e de vedação do dreno. O aditivo usado de modo incorreto também auxilia nesse desgaste e fragilidade do material (O MECÂNICO, 2015).

A bomba d'água por ter esse contato direto com o fluido acaba sendo, como antes mencionado, a que mais fica exposta a possíveis danos. Além dos danos mencionados nas vedações e tamponamentos devido à exposição de sujeiras da água de circulação e de aditivo, também pode sofrer danos devido seus rolamentos e tensões de correias.

A bomba d'água faz o esforço de circulação da água de um modo forçado, usando a sucção de seu funcionamento para distribuir a água ao componente interior e mecânico do motor (VARELLA, 2014).

Figura 7 - Bomba d'água centrífuga



Fonte: Carros Infoco (2014)

Seu funcionamento é diretamente com conexão de correias em paralelas ao que chamamos de árvore ou sistema de manivelas. A correia é fundamental para a ligação de bomba e circuito (CARROS INFOCO, 2014).

Porém, esta correia deve-se ter uma atenção diferenciada, pois trabalha com esforço mecânico não ligado direto a elétrica, e sim por movimentação e energia. As correias com uma tensão desreguladas pode ocasionar a ruptura dos rolamentos da bomba d'água. Em caso de ruptura de um rolamento em pleno funcionamento, todo o sistema de arrefecimento irá sofrer um dano que pode afetar diretamente o motor do automóvel. Esta tensão não pode ser nem muito frouxa como também não muito apertada. Ela deve manter uma pressão de pressão devidamente eficiente para atender corretamente o funcionamento dos rolamentos da bomba e de todo o sistema (O MECÂNICO, 2015).

Os diversos componentes no sistema de arrefecimento a água tem em sua própria característica individual seus pequenos detalhes que devem ser bem verificados ao longo do seu funcionamento. Uma quebra ou desgaste de qualquer componente afeta todo o sistema e seu funcionamento.

4 SOLUÇÕES PARA A EFICÁCIA DO SISTEMA

O bom funcionamento do sistema de arrefecimento, primeiramente, depende de uma boa escolha de qual componente deverá integrar para proteger o motor do veículo. Como este trabalho acadêmico irá focar no sistema de arrefecimento a água, o primeiro detalhe a ser tomado para ter um sistema que corresponda o funcionamento é a escolha do fluido e aditivo que irá correr, além da água, através dos componentes de arrefecimento do sistema. A escolha de um aditivo de qualidade e que não agrida diretamente o sistema, motor e o ambiente externo, é fundamental e de extrema importância.

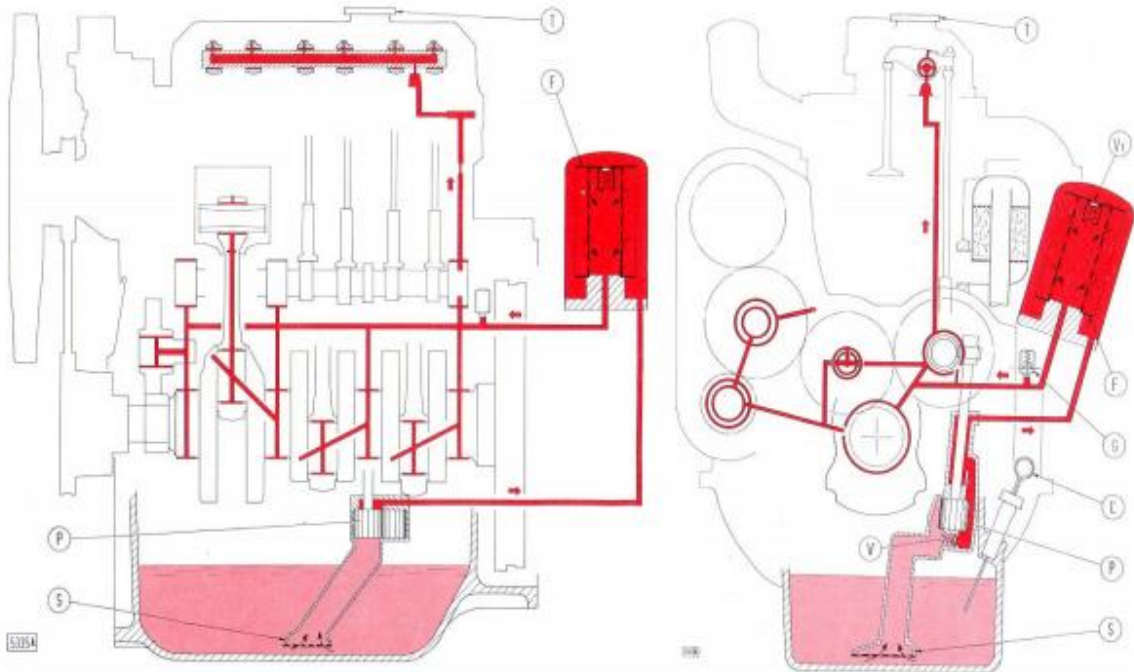
Figura 8 - Exemplo de aditivo para radiador



Fonte: Sociedade Automotiva (2017)

O motor, em conjunto com o aditivo utilizado no arrefecimento, deve estar presente também com um bom óleo lubrificante que atenda a sua finalidade de funcionamento. A boa lubrificação do motor permite um melhor desempenho e melhor qualidade de produção de trabalho mecânico em todo seu funcionamento. Todos os seus componentes são lubrificados pelo óleo de forma despressurizada. (BELORINI; ROQUE, 2013).

Figura 9 - Lubrificação dos componentes do motor



Fonte: Belorini; Roque (2013)

Ou seja, um motor devidamente lubrificado em todos seus componentes possui uma maior durabilidade e menor proporção de sofrer avarias ou prováveis sobrecargas de temperaturas em seu funcionamento. Assim, o sistema de arrefecimento do motor não precisa operar com maior impacto e esforço.

Os principais fabricantes tendem a ter essa visão de funcionamento onde o motor não sofra grandes esforços devidos as altas temperaturas. O arrefecimento a água mesmo sendo considerado o mais comum utilizado pelo mercado de automóveis tem as suas importâncias e necessidades de atenção (SOCIEDADE AUTOMOTIVA, 2017).

A água que ali circula é responsável por toda e qualquer fragilidade que pode acarretar no motor em geral. As temperaturas elevadas são os principais vilões no funcionamento do motor, por isso o arrefecimento a água é geralmente o mais utilizado pois possui um melhor desempenho no controle destas temperaturas (TECNOGERA, 2014).

A dependência de um melhor desempenho é algo que as montadoras buscam alcançar cada vez mais. Com a evolução de seus automóveis, cada vez mais os motores vão evoluindo e sendo mais explorados em seu funcionamento. Cada vez mais, temperaturas acima do que os óleos lubrificantes atuais permitem, estão sendo atingidas. Temperaturas que podem alcançar entorno dos 750°C tendem a aquecer completamente o sistema e a cada vez mais estão sendo frequentemente atingidas, gerando um desconforto térmico. A variação de temperatura ideal no funcionamento do motor deve ser entre 90°C e 95°C, podendo assim evitar quaisquer transtornos no funcionamento (CARROS INFOCO, 2014).

Com o sistema atuando em perfeitas condições, é possível obter índices considerados de bom desempenho ao longo de seu funcionamento, trazendo qualidade de vida ao que podemos dizer ao motor e no veículo todo por si só.

Contudo, não só a preocupação pela temperatura se vê presente hoje pelas fabricantes e montadoras. A eficiência na energia produzida também é outro fator que buscam adequar e atingir cada vez mais (VOLVO, 2016). A energia que o motor produz é o coração do funcionamento do veículo, ou seja, para um bom desempenho do mesmo, o motor tem que estar em pleno funcionamento e produzindo a energia necessária e adequado ao veículo. A eficiência de energia também um fator que vem acompanhado do arrefecimento do motor. Cada componente em devida operação nos conformes exigidos pelas fabricantes permite o funcionamento do motor sem problemas futuros.

A indústria automobilística determina diversas exigências para o funcionamento dos motores. Alguns produtos podem sofrer exigências severas onde as fabricantes determinam testes de qualificação que comprovem que o motor é adequado a necessidade de energia que o automóvel irá necessitar. Usando como exemplo, tratores agrícolas necessitam um motor que tenha a capacidade de atender as necessidades de energia e que seu sistema de arrefecimento seja compatível com a produtividade de energia. As exigências são para atender uma maior demanda e as especificações que cada veículo é capacitado a operar seguindo as normas e diretrizes das montadoras (BELORINI; ROQUE, 2013).

As necessidades do motor, após serem analisadas e seguidas para serem atendidas, segue-se para os próximos fatores que determinam um bom funcionamento do arrefecimento no motor de um automóvel. Dentre todos os componentes que estarão atuando em conjunto, como antes citados por como Radiador , Mangueira, Bomba d'água, Válvula termostática, Fluido de arrefecimento e Dutos, mantém um bom funcionamento através principalmente de um bom acompanhamento e manutenção preventiva e preditiva.

Como exemplo de manutenção preventiva, a bomba d'água, que somente deve operar em conjunto do aditivo, antes mencionado, e nunca em circulação apenas de água, tem um vida útil em KM que deve ser seguida para um melhor desempenho do sistema. Orienta-se a troca de um bomba d'água de um veículo após o alcance de 50.000 KM percorridos pelo veículo com a utilização daquela mesma bomba no sistema de arrefecimento. Esta informação e indicação de troca se dá a fragilidade que a bomba adquire ao longo do seu uso, podendo sofrer danos maiores, como a presença de ar no sistema, causando, o que pode-se chamar, de sangramento no sistema de arrefecimento em toda sua extensão (O MECÂNICO, 2015).

Figura 10 - Verificação de água com aditivo no sistema de arrefecimento



Fonte: O Mecânico (2015)

Em resumo completo das necessidades para se manter o sistema de

arrefecimento com um atendimento pleno ao motor e que atenda sem demais prejuízos ou danos em suas peças, a manutenção preventiva e acompanhamento do sistema deve ser frequente. Uma manutenção de qualidade permite um maior tempo de vida de todo o conjunto do veículo.

As montadoras e fabricantes de motores indicam, juntamente em um manual de instrução que vem acompanhado na aquisição do veículo ou não compra de uma peça motora, a quantidade de KM necessária para se efetuar a troca de uma peça motora. O desgaste das peças do sistema de arrefecimento também acompanham essa necessidade a cada KM rodado pelo veículo, como por exemplo, a necessidade de troca do conjunto de correias do motor deve ser acompanhado diretamente com a renovação do fluido de arrefecimento e a regulagem do radiador com a bomba d'água. A correia que aciona a bomba d'água tem maior resistência devido ao baixo esforço em consideração a motora, por isso muitas fabricantes alternam a orientação na troca das mesmas.

São esses alguns fatores principais que se devem seguir para manter um bom funcionamento e evitar problemas futuros no arrefecimento do motor, assim gerando menos gastos de corretivas e problemas de desempenho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um fator importante que pode ser considerado no desenvolvimento deste trabalho acadêmico de conclusão de curso foi a capacidade de se aprofundar na grande importância dos sistemas de arrefecimento nos veículos e em sua capacidade de controle da temperatura nos motores. Os dados obtidos para formular todos os capítulos deste trabalho foram consultados de forma precisa e informativa para enriquecer o conhecimento próprio já obtido em experiências passadas.

A forma com que a indústria mecânica centraliza a importância na fabricação e desenvolvimento tecnológico desse sistema proporciona-se uma visão ampla de como pequenos detalhes favorecem uma vida útil melhor em todo equipamento motor. A combustão no trabalho mecânico nos motores é algo frequente e deve ser evitada sempre que for possível a sua presença. Os métodos tecnológicos avançados nos sistemas de arrefecimento, juntamente com a inovação das peças e seus componentes, propõem esse combate diretamente. Proponha-se, no caso detectado através do estudo direto, que os sistemas de arrefecimento mantenham sua evolução constante no combate as altas temperaturas.

Considerando esses fatos, tanto na inovação e avanço, quanto na importância da preservação do motor em funcionamento, é importante abordar-se o estudo mais profundo do tema além desses quesitos principais. Podem-se verificar através deste trabalho acadêmico todos os pontos principais e os detalhes além do funcionamento e do detalhamento de peças do sistema de arrefecimento.

Com isso, concluem-se todos os conceitos básicos do tema proposto neste trabalho acadêmico de conclusão de curso. As principais informações obtidas apresentadas formam toda uma cadeia de conteúdo direto através das fontes acadêmicas apresentadas bibliograficamente. Os autores foram de extrema importância indiretamente, considerando os pontos específicos e apresentados análises próprios com as devidas citações. Os detalhes finais foram obtidos conforme proposta inicial, somando em todo o desenvolvimento futuro acadêmico e profissional.

REFERÊNCIAS

BELORINI, B.E.H; ROQUE, G.E. **Determinação de trocador de calor para resfriar o óleo lubrificante de motor automotivo a diesel de 3 cilindros utilizando o fluido de arrefecimento.** Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2013

CAMPOS, E.R.V. **Modelagem do uso de nanofluidos no sistema de arrefecimento de motores a combustão interna.** Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2009

CARROS INFOCO. **Sistema de arrefecimento dos motores de combustão interna.** Disponível em: <http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2014/07/sistema-de-arrefecimento-dos-motores-de-combustao-interna/>. Acesso em 07 de Outubro de 2018.

SOCIEDADE AUTOMOTIVA. **Arrefecimento do motor.** Disponível em: <http://www.cursodemecanica.com.br/arrefecimento-do-motor/>. Acesso em 08 de Outubro de 2018.

O MECÂNICO. **Coração do arrefecimento.** Disponível em: <https://www.omecanico.com.br/coracao-do-arrefecimento/>. Acesso em 08 de Abril de 2019.

TECNOGERA. **Saiba qual a finalidade do sistema de arrefecimento.** Disponível em: <https://www.tecnogera.com/blog/saiba-o-que-e-e-qual-a-finalidade-do-sistema-de-arrefecimento>. Acesso em 07 de Outubro de 2018.

TOTAL. **Arrefecimento do motor – Cuidados com o seu carro.** Disponível em: <https://www.totalbr.com.br/arrefecimento-do-motor-cuidados-com-o-seu-carro>. Acesso em 10 de Outubro de 2018.

VARELLA, C.A.A. **Sistemas Auxiliares dos motores de combustão interna**. Apostila técnica em Engenharia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2012

VOLVO. **A Função e importância das peças de arrefecimento**. Disponível em: <https://www.volvotrucks.com.br/pt-br/news/blog/recursos/funcao-pecas-de-arrefecimento.html>. Acesso em 10 de Abril de 2019

APÊNDICE A

A norma **ABNT NBR 13705:2011** e **ABNT NBR 15297:2005** cita: veículos automotores – Aditivos para arrefecimento de motor endotérmico.