

WILLYAN FAZZIONI

**PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PARA AS VIATURAS OPERACIONAIS DO
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências pela Universidade do Vale de Itajaí, Centro Tecnológico da Terra e do Mar.

Orientador: Prof. M. Ricardo Monteiro

Co-orientador: Prof. Cap BM Alexandre Corrêa Dutra

São José

2007

WILLYAN FAZZIONI

**PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PARA AS VIATURAS OPERACIONAIS DO
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências e aprovada pelo Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergências da Universidade do Vale do Itajaí, Centro Tecnológico da Terra e do Mar.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão

São José, 20 de agosto de 2007.

Prof. M. Ricardo Monteiro
UNIVALI – CETTMAR
Orientador

Prof. Cap BM Alexandre Corrêa Dutra
UNIVALI – CTTMAR
Co-orientador

Prof. Cap BM Alexandre Coelho da Silva
UNIVALI – CTTMAR
Membro

RESUMO

FAZZIONI, Willyan. **Programa de manutenção para as viaturas operacionais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**. 2007. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão de Emergências) – Centro Tecnológico da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, 2007.

As viaturas operacionais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CMBSC) são equipamentos essenciais na quase totalidade das ações de socorro executadas por essa corporação, dessa forma percebe-se a importância de manter esses recursos em plenas condições de uso. O objetivo geral deste trabalho é propor um programa de manutenção padrão para as viaturas operacionais do CBMSC, tendo em vista que a corporação não dispõe de programas de manutenção para seus veículos. As pesquisas realizaram-se principalmente por meio da análise de bibliografia pertinente ao assunto, de documentação produzida pela própria corporação e instituições de bombeiros de outros Estados, de modelos de manutenção de veículos de outras corporações e análise dos manuais de manutenção e garantia das principais marcas de veículos que o CBMSC possui. Para que o objetivo geral fosse atingido, primeiramente foram estabelecidas algumas considerações sobre manutenção. Após, foi realizado um estudo tendo em vista a caracterização dos veículos operacionais da corporação e identificação dos seus principais sistemas e componentes. A partir daí, definiu-se quais itens deveriam ser verificados no programa. Por fim, como resultado das pesquisas realizadas, foram confeccionadas quatro listas de conferência padronizadas denominadas de “Fichas de Controle de Manutenção”, para serem utilizadas como modelo padrão de manutenção para as viaturas operacionais. Essas Fichas serão muito úteis, tendo em vista que esse é o primeiro passo para a implantação de uma manutenção mais eficiente, como a preventiva, que diminuiria os gastos com manutenção e aumentaria a disponibilidade dos equipamentos. Além do mais, através da implantação do programa proposto, informações seriam geradas em nível estadual, auxiliando no controle da manutenção e gerando um histórico das atividades realizadas, que servirão como parâmetro para futuros estudos e aprimoramentos.

Palavras-chave: Manutenção. Programa de manutenção. Corpo de Bombeiros.

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRPP – Auto Biológico Radiológico e Produtos Perigosos
ABS – Auto Bomba e Salvamento
ABT – Auto Bomba Tanque
ABTQ – Auto Bomba Tanque Químico
ABTR – Auto Bomba Tanque e Resgate
ACA – Auto Comando de Área
ACR – Auto Combate Rápido
ACT – Auto Cavalo de Transporte
AEM – Auto Escada Mecânica
AMO – Auto Moto Operacional
APA – Auto Plataforma Aérea
AQ – Auto Químico
AR – Auto Resgate
ASP – Auto Suporte de Praia
ASU – Auto Socorro de Urgência
AT – Auto Tanque
ATM – Auto Transporte de Material
CBMERJ – Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
CBMPE – Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco
CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina
CBPMESP – Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
DiLF – Divisão de Logística e Finanças
IPEC – Instituto Paulista de Ensino e Cultura
NBR – Norma Brasileira Registrada
PMI – Ponto Morto Inferior
PMS – Ponto Morto Superior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1. PROBLEMA.....	8
1.2. OBJETIVOS.....	8
1.2.1Objetivo geral.....	8
1.2.2Objetivos específicos.....	8
1.3. JUSTIFICATIVA.....	8
2 MANUTENÇÃO.....	11
2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO.....	11
2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	12
2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	13
2.3.1Manutenção Corretiva.....	13
2.3.2Manutenção Preventiva.....	14
2.3.3Manutenção Preditiva.....	15
2.3.4Manutenção Detectiva.....	16
2.3.5Engenharia de Manutenção.....	17
2.4 ESCALÕES DE MANUTENÇÃO.....	17
2.5 MANUTENÇÃO APLICADA NAS VIATURAS DO CBMSC.....	19
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A FROTA DE VIATURAS OPERACIONAIS DO CORPO DE BOMBEIROS.....	22
3.1 TIPOS DE VIATURAS UTILIZADAS PELO CORPO DE BOMBEIROS.....	22
3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	32
4 SISTEMAS E COMPONENTES FUNDAMENTAIS DOS VEÍCULOS.....	36
4.1 MOTOR CICLO DIESEL.....	36
4.1.1Componentes fixos.....	38
4.1.2Componentes móveis.....	39
4.1.3Componentes auxiliares.....	42
4.1.4Funcionamento dos motores ciclo Diesel a quatro tempos.....	42
4.1.5Subsistemas do motor.....	44
4.1.5.1Sistema de válvulas.....	44
4.1.5.2Sistema de alimentação.....	46
4.1.5.3Sistema de arrefecimento.....	47

4.1.5.4	Sistema de lubrificação.....	51
4.1.5.5	Sistema de partida.....	53
4.2	SISTEMA DE SUSPENSÃO.....	54
4.3	SISTEMA DE FREIOS.....	55
4.3.1	Freio a tambor.....	56
4.3.2	Freio a disco.....	57
4.4	SISTEMA DE TRANSMISSÃO.....	58
4.5	SISTEMA ELÉTRICO.....	60
5	ITENS DO VEÍCULO QUE DEVEM SER OBSERVADOS NO	
	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO.....	62
5.1	MANUTENÇÃO DIÁRIA.....	63
5.2	MANUTENÇÃO SEMANAL.....	67
5.3	MANUTENÇÃO MENSAL.....	69
5.4	CUIDADOS GERAIS.....	71
6	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA.....	75
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
	REFERÊNCIAS.....	87
	ANEXO A – Ficha de Controle de Manutenção do CBMERJ.....	91
	ANEXO B – Ficha de Controle de Manutenção do CBPMSP.....	92
	ANEXO C – Ficha de Controle de Manutenção do Exército Brasileiro.....	93

1 INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina teve a sua criação no dia 26 de setembro de 1926, com o estabelecimento da Seção de Bombeiros da Força Pública, pelo então Governador do Estado de Santa Catarina, Doutor Hercílio Luz. A primeira ocorrência atendida pela Seção foi no dia 5 de outubro do mesmo ano, quando extinguiu, com emprego de uma bomba manual, um princípio de incêndio que se originara no excesso de fuligem da chaminé da casa do Sr. Achilles Santos, à Rua Tenente Silveira, nº 6. (CBMSC, 2005). Começou assim uma história, que com o passar dos tempos foi se tornando cada vez mais marcante e significativa para toda a sociedade catarinense.

Hoje, o Corpo de Bombeiros Militar assumiu um papel vital no contexto social, pois tem a missão constitucional de realizar atividades de prevenção de sinistros, combate a incêndios, busca e salvamento, visando à preservação da vida e do patrimônio no Estado de Santa Catarina, sendo considerado indispensável para atendimento das emergências enfrentadas pela população. Para tal, deve estar equipado com uma grande quantidade de recursos humanos e materiais.

Dessa forma, para que o Corpo de Bombeiros possa, com eficiência, desempenhar suas atribuições, esses recursos devem ser muito bem administrados pelos seus gestores, sendo que um dos itens a ser analisado com bastante cuidado e apreço é a frota de veículos operacionais. Isso porque é evidente a sua importância para o êxito das missões, pois as viaturas operacionais são consideradas equipamentos básicos fundamentais, sem os quais não seriam possíveis as manobras realizadas pelos profissionais da corporação.

Pela magnitude e complexidade das situações emergenciais enfrentadas, pode-se de imediato comprovar a real necessidade de se possuir viaturas em plenas condições de uso, propiciando aos seus tripulantes e à população as condições mínimas necessárias para o atendimento. Nesse sentido é que se percebe a fundamental importância da conservação e manutenção da frota de veículos, sendo esses normalmente de alto custo de aquisição e de difícil reposição em casos de avarias ou panes, levando em consideração a atual situação da instituição.

Diante disso, o presente trabalho fará uma abordagem sobre a manutenção nas viaturas operacionais do CBMSC, mais especificamente sobre a elaboração de um programa padronizado de manutenção para as mesmas. Para isso, será considerada a atual conjuntura da instituição, que não possui oficina própria e nem pessoal tecnicamente qualificado na área.

1.1 PROBLEMA

Inexistência de um programa de manutenção padronizado para as viaturas operacionais do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Propor um programa de manutenção padronizado para as viaturas operacionais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a. Definir manutenção e suas generalidades;
- b. Caracterizar as viaturas operacionais do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina;
- c. Apresentar os principais sistemas e componentes das viaturas operacionais, explicando seu funcionamento;
- d. Identificar os itens do veículo que devem ser observados no programa de manutenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

Toda vez que o telefone 193 é acionado devido à ocorrência de um sinistro como incêndio, colisão de veículos, desabamento, entre outros, inicia-se um ciclo de atendimento no

Corpo de Bombeiros Militar. Esse ciclo começa no acionamento propriamente dito, passa pelo deslocamento, atendimento e acabará somente quando o problema for solucionado e os profissionais retornarem ao seu ponto de origem, ou seja, o quartel.

As viaturas operacionais desempenham papel essencial nesse ciclo, pois são elas as responsáveis por deslocar os profissionais e os equipamentos do quartel até a cena onde o bombeiro vai atuar. Sem as viaturas, portanto, seria difícil para o Corpo de Bombeiros prestar seu serviço adequadamente.

Aliado a isso, o sucesso no atendimento de ocorrências pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina advém de diversos fatores, dentre os quais se destaca o pronto atendimento, ou seja, o tempo resposta deve ser o mais baixo possível para que haja uma eficaz prestação de serviço por parte do Corpo de Bombeiros. Nesse contexto, é de suma importância que as viaturas estejam sempre em perfeitas condições de uso, pois uma falha em seu funcionamento causaria no mínimo um aumento no tempo resposta, podendo até causar a interrupção do serviço, já que as mesmas estão presentes e se fazem essenciais e obrigatórias na quase totalidade das ações de socorro executadas pela instituição. Desta forma, cabe a corporação manter suas viaturas em plenas condições de funcionamento e operação.

Atualmente, não existe um programa de manutenção padrão instituído pela corporação para sua frota, o único documento produzido pelo CBMSC acerca do tema é o PROCEDIMENTO 3 – Condução e operação com viaturas – do PROTOCOLO n.º 08/2002 - SERVIÇO OPERACIONAL BM. Esse procedimento estabelece apenas as linhas gerais de como e quando o condutor/operador da viatura deve executar a manutenção de primeiro escalão¹ no veículo e fixa alguns itens que devem ser observados nessa manutenção.

Quanto à utilização dos manuais de manutenção fornecidos pelos fabricantes, esses não podem ser considerados como a única referência para executar a manutenção nas viaturas. Isso é justificado devido a alguns fatores:

- I. A utilização dos veículos pelo Corpo de Bombeiros difere da utilização projetada pelo fabricante. Os manuais de manutenção foram confeccionados levando em consideração a utilização dos veículos em situações normais de mercado, ao contrário do que ocorre na corporação, onde os mesmos são exigidos em situações emergenciais, além do que,

¹ Manutenção de primeiro escalão compreende as ações realizadas pelo usuário e/ou operador do equipamento, com os meios orgânicos disponíveis no próprio quartel, visando a manter o material em condições de apresentação e funcionamento. Engloba atividades de manutenção preventiva e preditiva, com ênfase na conservação do equipamento, podendo ser realizadas reparações de falhas de baixa complexidade. (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2003).

muitas vezes os veículos têm suas características originais alteradas para atender a finalidade do serviço prestado pela corporação;

- II. Muitas viaturas não possuem mais o manual de manutenção;
- III. A ausência de praticidade na sua utilização deve ser considerada, pois os manuais não tratam somente sobre a parte de manutenção, ou seja, os manuais são pequenos livros e possuem inúmeras informações, dificultando o acesso a informação que se deseja;
- IV. Alguns manuais são de difícil entendimento, sendo que algumas informações não se apresentam de forma clara; e
- V. Alguns manuais também não apresentam conteúdo satisfatório, tratando algumas questões de forma superficial.

Surge com isso a importância da realização deste trabalho, propondo um programa padronizado de manutenção para as viaturas operacionais do CBMSC, com vistas a aumentar a disponibilidade e diminuir a probabilidade de uma falha inesperada nas mesmas. Aliado a isto, a relevância do tema está no fato de que é na execução de uma manutenção periódica que se verificam problemas que se não forem constatados e prontamente solucionados podem ocasionar problemas muito maiores como a diminuição da vida útil das viaturas, o aumento dos gastos com manutenção e o comprometimento dos serviços prestados à comunidade.

A padronização da manutenção se faz necessária porque facilita a sua gestão em nível estratégico estadual, proporcionando um acompanhamento mais efetivo da situação geral da frota. Através desse acompanhamento, podem ser criadas políticas mais eficientes, sempre tendo em vista a melhoria da prestação de serviço à comunidade.

2 MANUTENÇÃO

A atividade de manutenção já foi considerada por muitos como um mal necessário dentro das organizações, porém, esta percepção está sendo ultrapassada. De acordo com Xenos (1998 apud VITO, 2006, p.6):

- Mais recentemente, esta atitude em relação à manutenção começou a mudar e hoje ela já é reconhecida como função estratégica. Os principais agentes e oportunidades que propiciaram esta mudança foram: a maior preocupação com a qualidade e produtividade, a ênfase cada vez maior em assuntos relacionados à segurança, as crescentes preocupações ambientais, o envelhecimento dos equipamentos e instalações, a necessidade de reduzir custos e as exigências geradas pela aplicação de normas reguladoras.

Dessa forma, por ser uma função estratégica, entende-se que empresas ou organizações precisam conhecer a manutenção em todos seus aspectos, ou seja, conhecer os conceitos, histórico, tipos existentes, como são aplicados e os mecanismos de subdivisão da função manutenção dentro das organizações. Esse é o primeiro passo para a escolha de uma adequada manutenção para uma empresa ou instituição.

Sendo assim, para alcançar o objetivo proposto para o trabalho, será necessário um estudo sobre esse tema e suas generalidades, para, ao final, com base nesse estudo, ser elaborada uma proposta que seja exequível e de acordo com as possibilidades atuais do CBMSC.

2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

O termo manutenção tem origem militar, cujo sentido é manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante. (NUNES 2001).

Atualmente, existem diversas definições para esse termo, podendo relacionar-se como uma atividade essencial para manter o patrimônio físico de uma empresa ou organização. Pela etimologia da palavra, nos leva a falsa impressão que manutenção significa simplesmente conservar um equipamento em estado de funcionamento.

Porém, manutenção não significa apenas isso, segundo a NBR 5462, “[...] manutenção é a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a **manter ou recolocar** um item em um estado no qual possa desempenhar uma função

requerida.” (ABNT, 1994, p. 6, grifo do autor). Ou seja, manutenção significa tanto conservar como reparar o patrimônio (equipamentos, ferramentas, instalações, etc.) de uma empresa.

Quanto a sua missão, segundo Pinto e Xavier (2001, p.22), a manutenção visa “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados”.

2.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

A evolução da manutenção pode ser dividida em 3 gerações. A primeira geração abrange o período antes da Segunda Guerra mundial, década de 40, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e na sua grande maioria superdimensionados. Aliado a isso, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada, apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após quebra, ou seja, a manutenção corretiva. (PINTO; XAVIER, 2001). De acordo com Wyrebski (2004 apud VITO, 2006, p. 10), “originalmente, a manutenção era uma atividade executada, em sua totalidade, pela própria pessoa que opera, sendo este o seu perfil ideal.”

A segunda geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu. Como conseqüência, neste período houve forte aumento da mecanização e automatização, bem como a complexidade das instalações industriais. Começou dessa forma a necessidade de uma maior disponibilidade e confiabilidade, tudo isto na busca da maior produtividade, levando a idéia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva. O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, hoje, são parte integrante da manutenção moderna. (PINTO; XAVIER, 2001).

Com relação à terceira geração, essa teve início em meados da década de 70, estendendo-se até os dias atuais, diz respeito a requisitos característicos como maior disponibilidade, confiabilidade, segurança e vida útil, com ausência de danos ao Meio

Ambiente e a necessidade de adequação dos custos operacionais. (VITO, 2006). Ao contrário da primeira geração, na qual o próprio operador era o responsável pela manutenção no equipamento, atualmente o perfil do trabalhador mudou, sendo esse responsável apenas por uma tarefa bem específica, dessa forma existem profissionais especializados somente em operar as máquinas e profissionais especializados em executar a manutenção. Segundo Pinto e Xavier (2001, p.5), “Na terceira geração reforçou-se o conceito de manutenção preditiva”, principalmente devido às margens de lucro mais estreitas das empresas.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes, que são: manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção. (PINTO; XAVIER, 2001).

2.3.1 Manutenção Corretiva

A Manutenção Corretiva caracteriza-se como uma intervenção que somente irá ocorrer quando o equipamento perder a sua função, ou seja, é uma intervenção para a correção de uma falha ou de um desempenho menor do que o esperado. Essa manutenção também é conhecida como “*Run To Failure*” (RTF), que significa “operar até quebrar”. (NASSAR, 2005). Convém observar que existem duas condições específicas que levam à Manutenção Corretiva: o desempenho deficiente e a ocorrência da falha. Logo, sua ação principal é corrigir e restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

De acordo com Xavier (2004, p. 6) “[...] a análise dos custos da manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo – reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo.”

Diante disso, a utilização desse tipo de manutenção deve limitar-se a equipamentos que não sejam importantes para uma empresa, pois ao contrário, além do alto custo envolvido na utilização desse tipo de manutenção, poderia gerar vários inconvenientes tais como baixa

disponibilidade de equipamentos e baixa produtividade. No mesmo sentido, Nassar (2005, p. 38) estabelece que

- Nas instalações industriais a utilização racional deste método esta limitada a equipamentos em que a consequência da falha não seja significativa para o processo produtivo, como por exemplo: motores de pequena potência (7,5 HP), ar condicionado para conforto pessoal e exaustores de restaurantes.

A Manutenção Corretiva pode ser dividida em duas classes: Manutenção Corretiva não Planejada e Manutenção Corretiva Planejada. A Manutenção Corretiva não Planejada é a correção da falha de maneira aleatória, caracterizada pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor que o esperado. Não há tempo para preparação do serviço. Implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior. (PINTO; XAVIER, 2001).

Manutenção Corretiva Planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro que um trabalho não planejado. A característica principal da manutenção corretiva planejada é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento. (PINTO; XAVIER, 2001).

2.3.2 Manutenção Preventiva

Segundo Pinto e Xavier (2001, p.41) “Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.” Definição semelhante, porém mais abrangente, faz Nassar (2005, p. 38):

- A Manutenção Preventiva consiste na aplicação de um programa regular de inspeção, ajustes, limpeza, lubrificação, troca de peças, calibração e reparo de componentes e equipamentos. Este método é conhecido como manutenção baseada no tempo, sendo aplicada sem considerar as condições do equipamento.

Em linhas gerais a aplicação dessa manutenção significa obedecer a um padrão previamente especificado, com a finalidade de permitir uma inspeção geral no equipamento, realizando a troca de peças e componentes usados, não necessariamente gastos, por novos,

assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um determinado período. Reiterando a definição de Nassar, é possível determinar que as atividades de Manutenção Preventiva incluem:

- Inspeção, que pode ser visual ou com uso de instrumentos específicos;
- Troca de componentes defeituosos ou peças de desgaste, como filtros, mangueiras, fluidos e etc;
- Calibrações, que consistem na checagem de alguns parâmetros e ajustes caso necessário; e
- Limpeza para remoção de contaminantes.

Segundo Nassar (2005, p.38) “A atuação periódica da inspeção e manutenção com intervalos pré-determinados pode reduzir os níveis de falhas em emergência e melhorar a disponibilidade dos equipamentos.” Diante disso, conclui-se que através de uma Manutenção Preventiva bem aplicada, alguns resultados como o aumento da utilização dos equipamentos, redução dos custos, diminuição de falhas e aumento da produtividade podem ser esperados.

Como pôde ser constatado, as tarefas de Manutenção Preventiva são cíclicas, devendo ser respeitadas em intervalos definidos de tempo. Porém, como devem ser definidos esses intervalos? Vito (2006, p.33) fornece a resposta: “[...] a definição da duração do intervalo entre intervenções deve ser determinada com base em manuais técnicos, recomendações do fabricante, histórico do equipamento, experiências de técnicos e operadores ou outras ferramentas que possam auxiliar neste trabalho.”

Cabe destacar que sempre que a manutenção preventiva for aplicada é importante registrá-la, pois é necessário manter o controle das atividades realizadas e gerar informações para o gerenciamento da área de manutenção. Segundo Vito (2006) os principais dados a serem registrados são: data, técnico responsável pela intervenção, duração da atividade, impossibilidade de executar algumas das atividades programadas e máquina ou equipamento onde foi realizada a intervenção. Estas informações ajudam a gerar alguns indicadores importantes para a manutenção e que servirão de base para futuros aprimoramentos.

2.3.3 Manutenção Preditiva

Segundo Pinto e Xavier (2001, p.41), “Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas

através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

Vito (2006) destaca que esta intervenção é feita com base em uma sistemática de monitoração de parâmetros de condição ou desempenho das máquinas, através da aplicação sistemática de técnicas, tais como: análise de vibrações, análise de corrente elétrica e fluxo magnético, análise de lubrificantes ou isolantes, ultra-som, termografia, raio-X, ferrografia e fenômenos da viscosidade.

Segundo o CBMERJ (2005a, p. 10),

- Essa manutenção é um tipo de manutenção preventiva onde é possível prever o momento mais apropriado para a execução das atividades de manutenção e, dessa forma, chegar o mais próximo possível do limite de vida útil de peças e componentes, otimizando o trinômio custos-operacionalidade-manutenção.

As condições básicas para se adotar a manutenção preditiva são as seguintes:

- O equipamento, sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição;
- O equipamento deve merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada;
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado. (PINTO; XAVIER, 2001).

2.3.4 Manutenção Detectiva

Segundo Pinto e Xavier (2001, p.44) “Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Esse tipo de manutenção é recente, começando a ser mencionado na década de 90 visando uma maior confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, bem como contribuindo para a segurança operacional. A principal diferença entre manutenção preditiva e detectiva é o nível de automação. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros; na manutenção detectiva, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas junto à planta (equipamentos ou sistemas). (VITO, 2006).

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação. (PINTO; XAVIER, 2001).

2.3.5 Engenharia de Manutenção

É o tipo de manutenção mais moderno dentre todos explicados anteriormente, não sendo apenas uma técnica de manutenção e sim uma filosofia adotada com o intuito de atingir melhores resultados, como o aumento da confiabilidade e da disponibilidade dos sistemas.

Segundo Pinto e Xavier (2001, p. 46), aplicar a Engenharia de Manutenção significa

- Deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao Projeto, interferir tecnicamente nas compras.

A Engenharia de Manutenção é também a responsável pela formação e atualização técnica da manutenção. A realização de cursos e palestras de atualização, formação e divulgação de assuntos técnicos têm uma importância fundamental para o desenvolvimento profissional dos integrantes da manutenção. (SIMIONI; NAGAO, 2005).

Para Pinto e Xavier (2001), essa modalidade manutenção está relacionada com aplicação de técnicas modernas, utilizando todos os tipos de manutenção, procurando escolher o tipo que melhor se adapte a determinada situação.

Cabe destacar que, “Alguém que esteja praticando Manutenção Corretiva não planejada terá um longo caminho a percorrer para chegar a praticar Engenharia de Manutenção. E o maior obstáculo a ser vencido estará na ‘cultura’ que está sedimentada nas pessoas.” (PINTO; XAVIER 2001, p. 46).

2.4 ESCALÕES DE MANUTENÇÃO

Segundo a ABNT - NBR 5462 (1994, p.6), escalão de manutenção é “A posição, dentro de uma organização, onde níveis de manutenção especificados são efetuados em um

item.” Pode ser denominado também como o grau ou amplitude de trabalho requerido nas atividades de manutenção, em função da complexidade do serviço a ser executado, ou o grau de amplitude de trabalho atribuído a uma unidade ou organização militar, segundo suas capacidades de pessoal e material, com o fim de assegurar a conservação do equipamento. (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2003).

A NBR 5462 (ABNT, 1994) cita como exemplos de escalões de manutenção, as manutenções realizadas no campo, em oficinas especializadas ou no fabricante. Desta forma, o escalão de manutenção é caracterizado pela competência do pessoal empregado, recursos disponíveis, local e outros.

Sendo assim, a responsabilidade pelas atividades de execução das medidas de manutenção e conservação atende a vários níveis de responsabilidades, denominados de escalões. No Exército Brasileiro (2003), existem quatro escalões de manutenção, a saber:

- MANUTENÇÃO DE 1º ESCALÃO - compreende as ações realizadas pelo usuário e/ou operador do equipamento, com os meios orgânicos disponíveis no próprio quartel, visando a manter o material em condições de apresentação e funcionamento. Engloba atividades de manutenção preventiva e preditiva, com ênfase na conservação do equipamento, podendo ser realizada reparações de falhas de baixa complexidade;
- MANUTENÇÃO DE 2º ESCALÃO - compreende as ações realizadas por subunidades especializadas, ultrapassando a capacidade dos meios orgânicos da organização responsável pelo material. Engloba as tarefas das atividades de manutenção preventiva e corretiva, com ênfase na reparação do equipamento que apresente ou esteja por apresentar falhas de média complexidade;
- MANUTENÇÃO DE 3º ESCALÃO - compreende as ações realizadas por unidades especializadas de manutenção, operando em instalações fixas, próprias ou mobilizadas. Engloba algumas das tarefas da atividade de manutenção corretiva, com ênfase na reparação do equipamento que apresente ou esteja por apresentar falhas de alta complexidade;
- MANUTENÇÃO DE 4º ESCALÃO - Compreende as ações realizadas pelos arsenais de guerra e/ou indústrias civis especializadas. Engloba as tarefas da atividade de manutenção modificadora, com ênfase na recuperação do equipamento. Envolve projetos específicos de engenharia e aplicação de recursos financeiros.

2.5 MANUTENÇÃO APLICADA NAS VIATURAS DO CBMSC

Como o CBMSC não dispõe de unidades ou subunidades especializadas e nem pessoal tecnicamente qualificado em manutenção, todos os serviços de manutenção que exijam qualificação profissional, conhecimento específico e local físico apropriado são realizados por empresas contratadas. No entanto, nem todas as formas de realizar uma manutenção exigem tal qualificação. Existem procedimentos simples de manutenção que podem ser executados mesmo por pessoas que não possuem qualificação técnica na área, basta apenas que sejam instruídas adequadamente.

Um exemplo disso é a manutenção de primeiro escalão adotada no Exército Brasileiro, explicada na seção anterior. O responsável por essa manutenção é o usuário do equipamento, que recebe uma instrução básica sobre como realizar essa manutenção e também é orientado sobre quais itens devem ser observados na sua execução.

Atualmente, a manutenção instituída pelo CBMSC para sua frota também tem a denominação de manutenção de primeiro escalão, estando prevista no PROCEDIMENTO 3 – Condução e operação com viaturas – do PROTOCOLO n.º 08/2002 - SERVIÇO OPERACIONAL BM. A seguir esse procedimento será analisado e algumas considerações serão estabelecidas, principalmente com relação à ficha de manutenção que cada viatura deve possuir, à responsabilidade do executante e quais itens do veículo devem ser observados nessa manutenção.

Quanto à responsabilidade, cabe ao condutor/operador de viatura, dentre outros:

1. Ao assumir o serviço:
 - Verificar no livro da viatura as alterações pendentes, as ordens de serviço relativas à manutenção da viatura e as manutenções preventivas.
 - Fazer a verificação de 1º escalão da viatura e seus equipamentos, conjunto de bomba, iluminação, escada mecânica, etc;
 - Verificar no livro da viatura as alterações pendentes, as ordens de serviço relativas à manutenção da viatura e as manutenções preventivas.
2. Em ocorrência:
 - Ao retornar para a base vistoriar a viatura e seus equipamentos a fim de identificar possíveis alterações, tomando as medidas necessárias para a resolução dos problemas encontrados, envidando todos os esforços para obter o retorno da viatura às condições de pleno emprego operacional no menor tempo possível.
3. Ao passar o serviço:
 - Acompanhar pessoalmente o operador/condutor de viatura que entra de serviço a verificação de 1º escalão, inclusive o rolamento do socorro.
4. Também são deveres do operador/condutor de viatura:
 - Manter a viatura limpa, realizando sua manutenção sempre que retornar à base no período das 07:00 horas às 21:00 horas;
 - Preencher e manter atualizada a ficha de manutenção da viatura sob sua responsabilidade. (CBMSC, 2002, p. 4-5).

Nota-se que a responsabilidade do condutor/operador vai além da simples execução da manutenção de 1º escalão quando o mesmo assume o serviço, deve ele também executá-la sempre que retornar à base após um deslocamento, no período das 07:00 às 21:00 horas, além de conferir pessoalmente a manutenção realizada pelo condutor/operador que entra de serviço.

É importante executar a manutenção sempre que retornar à base após um deslocamento. Isso porque, mesmo que na passagem de serviço a viatura esteja em perfeitas condições, após um deslocamento podem surgir, devido a vários fatores, pequenos problemas como um pneu furado, um cabo desconectado ou vazamentos, que, se não forem prontamente identificados e solucionados, podem acarretar diversas complicações para a viatura.

O Protocolo 08 (CBMSC, 2002, p. 5-7) estabelece ainda que:

1. Cada viatura operacional deverá possuir uma ficha de manutenção individualizada, preenchida pelo condutor/operador de viatura, onde serão constadas diariamente as informações referentes a:
 - a. Cópia autenticada dos documentos da viatura (certificado de registro, IPVA, seguro obrigatório, licenciamento, termo de cessão de uso – se for o caso);
 - b. Registro das manutenções sofridas pela viatura com data, serviço executado, quem executou, quem recebeu o serviço, custos, etc.
2. Cabe ao operador/condutor uma minuciosa verificação de 1º escalão em todas as passagens de serviço, de acordo com os seguintes itens:
 - a. A verificação da viatura só se completa com a rolagem do trem de socorro;
 - b. Cabe ainda ao motorista verificar a documentação e os formulários específicos da viatura:
 - IPVA (Cópia)
 - Seguro obrigatório (Cópia)
 - Licenciamento (Cópia)
 - Livro ou caderneta de registro de manutenção
 - Ficha de acidente com viatura
 - Termo de responsabilidade
 - Caderneta de abastecimento (dependendo da OBM)
 - c. Todas as alterações devem ser registradas por escrito, mesmo aquelas que já tenham sido registradas anteriormente ou que serão resolvidas logo após a passagem de serviço.

Analisando os itens de 1º escalão a serem observados pelo condutor e a ficha de manutenção da viatura exigidos pela corporação através do PROTOCOLO 08, percebe-se que é dado ênfase na análise da documentação das viaturas, não existindo a previsão de observação de itens específicos da mecânica do veículo, como: verificação do óleo, sistema de iluminação, motor, etc.

Um exemplo de definição desses itens específicos, que devem ser observados na manutenção de 1º escalão devido a sua importância, é o que trata o Caderno de Treinamento de Manutenção de Primeiro Escalão do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (1998, p.14-19), onde consta:

A manutenção de 1º escalão geral deve ser feita diariamente em todas as viaturas do Corpo de Bombeiros, sendo que sua execução é de responsabilidade do motorista, auxiliado pela guarnição.

A manutenção de 1º escalão compreende:

1. Limpeza da viatura;
2. Abastecimento;
3. Verificar a parte elétrica e trocar fusíveis e lâmpadas se necessário;
4. Verificar o nível do óleo lubrificante e recompletar se necessário;
5. Verificar o nível do fluido hidráulico do freio, direção e embreagem e recompletar se necessário;
6. Verificar o nível da solução da bateria e recompletar se necessário;
7. Verificar o nível da água do radiador e do limpador do pára-brisa e recompletar se necessário;
8. Verificar o Controle da lubrificação e troca de óleos e filtros;
9. Verificar a Revisão de freios (selo ou RIV);
10. Verificar os pneus e a calibragem correta;
11. Verificar e reapertar os parafusos da carroceria, suspensão, cardam e rodas;
12. Verificar e regular a tensão das correias que devem estar firmes e se tencionadas com os dedos apresentar uma pequena movimentação;
13. Verificar os demais componentes da viatura e executar pequenos reparos;
14. Verificar o aspecto geral de funilaria e pintura, fazendo seu polimento ou encerando-a sempre que necessário;
15. Verificar a manutenção específica da viatura todos os itens detalhadamente;
16. Se após a verificação de algum destes itens acima e a não possibilidade de repará-los o motorista deverá providenciar a baixa da viatura.

No momento, o único contato que os bombeiros em formação em Santa Catarina têm com relação à manutenção de primeiro escalão, é na instrução de Direção Defensiva no Curso de Formação de Soldados, na qual quatro das quarenta horas-aula destinadas para a disciplina são designadas à instrução de manutenção. (CBMSC, 2004b). Porém, não basta apenas existir a previsão se a própria corporação não define quais os itens da mecânica do veículo devem ser observados nessa manutenção.

Diante dessa breve análise, chega-se à conclusão que a manutenção instituída pelo CBMSC para sua frota é no mínimo incompleta, pois, apesar de existir alguma previsão no PROTOCOLO 08/2002, existem algumas lacunas a serem preenchidas que são importantes para que a manutenção seja executada satisfatoriamente.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A FROTA DE VIATURAS OPERACIONAIS DO CORPO DE BOMBEIROS

O Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina dispõe de grande quantidade de equipamentos e materiais para o desempenho de suas atribuições. Dentre os diversos materiais e equipamentos utilizados, destacam-se as viaturas operacionais, pois as mesmas são essenciais na quase totalidade das atividades de urgência desenvolvidas pela corporação. Observação conveniente faz Repulho (1999, p. 22): “Há quem diga que as partes componentes da estrutura do Corpo de Bombeiros são ‘A CABEÇA, O TRONCO E AS RODAS’, sendo que sem as RODAS, ou seja, as viaturas, o tão necessitado auxílio, jamais conseguiria chegar ao o seu objetivo.”

3.1 TIPOS DE VIATURAS UTILIZADAS PELO CORPO DE BOMBEIROS

Para bem desempenhar suas atividades, o Corpo de Bombeiros necessita de pessoas devidamente treinadas, materiais e equipamentos em condições, comunicação e por fim de suas viaturas, sendo que para cada tipo de ocorrência, ou para cada grupo de ocorrências a corporação dispõe de uma ou mais viaturas especializadas para executar o atendimento. (REPULHO, 1999).

A seguir, será realizada uma abordagem geral sobre cada tipo de viatura utilizada pela corporação para o atendimento de ocorrências, discorrendo a respeito de sua nomenclatura e principais utilidades, além de tabela contendo o número de viaturas que o CBMSC possui de acordo com marca e modelo de fabricação.

- **Auto Tanque** – AT – viatura cuja finalidade precípua é o transporte de água em grande quantidade, para operar em apoio a outras viaturas, podendo devido as suas características próprias operar sozinha em determinadas ocorrências de combate a incêndios. (FERREIRA, 1985). As viaturas Auto Tanque são conhecidas popularmente como carro pipa e possuem uma capacidade de armazenamento de água de 12 mil litros em média. (CBMPE, 2007). Segundo o CBMERJ (2007), os ATs são viaturas

[...] de grande porte providas de cabine simples e carroceria de características próprias. Dotada de bomba de incêndio acionada por um motor independente, compartimento para transporte de equipamentos e reservatório d'água com capacidade de 5.000 à 8.000 litros. Empregada no abastecimento nos serviços de combate a incêndio.

Quadro 1 – Viaturas Auto Tanque

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB/L -2013/42
1	MB/L -1513/42
1	GM /CHEVROLET
1	MB/LS-1519/36
17	MB/L -1519/42
1	MB/LK -1313
1	VW/17210
Total: 23	Marca predominante: MB

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Bomba Tanque** – ABT – segundo Ferreira (1985, p.35) é uma “unidade autônoma de combate a incêndio com pequeno transporte de água e grande quantidade de material, que usada corretamente em seus recursos possibilita a extinguir pequenos incêndios, sem a necessidade de outras viaturas de apoio.” Os ABTs são viaturas de grande porte providas de cabine simples e carroceria de características próprias. São dotadas de bomba de incêndio acionada pelo motor de tração, compartimentos para transporte de equipamentos e reservatório d'água com capacidade de 4.000 à 5.000 litros. Seu emprego principal se dá nos serviços de combate a incêndio. (CEBMRJ, 2007). A principal diferença entre o AT e o ABT é que o primeiro possui uma bomba de incêndio acionada por motor independente e no segundo a bomba de incêndio é acionada pelo motor de tração. Além disso, o ABT possui compartimentos para acondicionamento de materiais e o AT não possui.

Quadro 2 – Viaturas Auto Bomba Tanque

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
2	MB/L-1313
3	MB/1113
1	MB/L 1111
5	FORD/F-600
NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
35	MB/L -1113/42
1	FORD/F-600
1	MB/1513
1	MB/L 1113
2	MB/L-1516/48

1	MB/1313
1	SCANIA/VEROLME
1	FORD/CARGO/2324
1	MB/LK-1414/42
2	FORD CARGO/ 2422
1	FORD 1622
1	VW/15-180
2	VW 17-250 E
Total : 61	Marca predominante: MB

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Comando de Área** – ACA – no ano de 1982 o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina adquiriu dez veículos da marca Mercedes Benz, modelo L-608 – D/35, adaptados pela empresa CIMASA de Santa Cruz do Sul – RS, para servirem como Auto Comando de Área. Essas dez viaturas foram as únicas adquiridas pela corporação com essa denominação. A função do ACA é atuar em ocorrências de busca e salvamento, sendo destinada ao transporte dos meios utilizados nessas ocorrências. Para substituir os ACAs surgiram o ABTR, o ABS e o ACR, que têm as mesmas funções e capacidades do ACA além de poderem atuar em ocorrências de combate a incêndio.

Quadro 3 - Viaturas Auto Comando de Área

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
10	MB/L-608-D/35

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Transporte de Material** – ATM – viatura utilizada para o transporte de materiais, sendo utilizada tanto em atividades administrativas como operacionais. Não existe um padrão de estilo de automóvel para esta viatura, sendo em sua grande maioria pick-ups e furgões.

Quadro 4 - Viaturas Auto Transporte de Materiais

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB/L-608-D/35
3	VW/ SAVEIRO
19	FORD/F-1000 S
5	FORD RANGER
1	FIAT STRADA PICK-UP
3	TOYOTA PICK-UP
2	GM/D-10 PICK-UP
1	FORD MAVERICK
1	FIAT PICK-UP STRADA FIRE

1	GM PICAPE MONTANA
1	FIAT/147 -PICK-UP
1	FIAT DOBLO
1	TOYOTA BANDEIRANTE
1	NISSAN FRONTIER
3	GM/S-10 CAB DUPLA
5	GM/D-20 CUSTOM S
1	PEUGEOT 504-PICK-UP
1	FORD/F-600
1	JEEP WILLYS
1	IVECO/DAILY CITY
2	IMP/FORD RANGER XLT
1	GM /CHEVROLET
1	FORD/F-100
1	FORD COURIER
1	FIAT STRADA
Total: 59	Marca predominante: FORD

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Cavallo de Transporte – ACT** – a corporação possui apenas uma viatura ACT, que foi doada pela receita à instituição no ano de 1980. É utilizada no reboque de tanques de água para grandes incêndios.

Quadro 5 - Viaturas Auto Cavallo de Transporte

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	SCANIA TRA/C.TRATOR

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Combate Rápido – ACR** – é um caminhão que possui maior maneabilidade com relação ao ABT e ABTR, para deslocamentos rápidos em vias de trânsito difícil. A função primordial do ACR é o combate a incêndios na fase de ignição e crescimento, pois seu tanque possui a capacidade de apenas 1500 litros de água. É destinado ao transporte e fornecimento de meios utilizados na prevenção e no combate a incêndio e salvamento. (CBMPE, 2007). O Corpo de Bombeiros de Pernambuco denomina este tipo de viatura como Auto Ataque Rápido (AAR), no entanto possui as mesmas características e funções do ACR.

Quadro 6 - Viaturas Auto Combate Rápido

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
3	FORD CARGO 815

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Escada Mecânica** – AEM – “Viatura cuja finalidade é o acesso do bombeiro às alturas; equipamento para executar serviços de salvamento, permitir a penetração dos bombeiros ao trabalho de extinção de incêndios e possibilitar armar a torre d’água.” (FERREIRA, 1985, p.35). A AEM é conhecida como escada “Magirus” e é destinada ao transporte e manobra de escada elevatória aos locais de operações de salvamento e combate a incêndio. (CBMPE, 2007). Para o CBMERJ (2007), as Auto Escada-Mecânica são viaturas de grande porte, providas de cabine dupla e um feixe de escadas, composto de lanços engavetados, o qual é montado sobre chassi de desenho característico. Dotada de sistema hidráulico para movimentação da escada. Em alguns modelos possui um currico de mangueira acoplado a um dispositivo próprio localizado na traseira. Empregada em operações de salvamento e combate a incêndio.

Quadro 7 - Viaturas Auto Escada Mecânica

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MAGIRUS DEUTZ
1	MB/LS-1924
1	MB/L-1519/51
1	MB/L-1519/48
1	MB/L-1519/42
Total: 5	Marca predominante: MB

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Resgate** – AR – veículo leve, geralmente uma pick-up, destinado a operações de salvamento e resgate em geral.

Quadro 8 - Viaturas Auto Resgate

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB/SPRINTER FURGÃO
1	FORD/RANGER
1	FORD/CARGO 814
1	FIAT/IVECO/DAILY/35
1	NISSAN FRONTIER
1	GM/PICK MONTANA
1	GM/S10 2.4
Total: 7	Marca predominante: GM\Ford

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Plataforma Aérea** – APA - viatura de grande porte, provida de cabine simples e dutos cilíndricos articuláveis, montados sobre chassi de desenho característico. Dotado de sistema hidráulico para articulação dos dutos e de uma cesta metálica para transporte do operador, sendo esta localizada na extremidade do duto superior. Empregada em

operações de salvamento e combate a incêndio. (CBMERJ, 2007). Assim como a Auto Escada Mecânica, a função da APA é dar acesso aos bombeiros a lugares altos que não seja possível o acesso por meios naturais. No CBMERJ essa viatura tem outra designação, sendo denominada Auto Plataforma Mecânica – APM.

Quadro 9 - Viaturas Auto Plataforma Aérea

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB/L-1113/48

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Químico** – AQ – viatura similar a um Auto Bomba Tanque, acrescida de dispositivo com grande quantidade de espuma química, pó químico seco, dióxido de carbono ou outro agente químico de ação extintora, bem como mangueiras de incêndio, mangotinhos e esguichos próprios. (FERREIRA, 1985). O CBMSC possuía apenas uma viatura com essa designação, o AQ 01 que está locado na cidade de Blumenau que tinha a capacidade para 1200 kg de pó químico seco. No entanto, apesar de ainda possuir a sigla AQ, a viatura foi descaracterizada e está funcionando como um ABT.

Quadro 10 - Viaturas Auto Químico

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB L 1316

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Moto Operacional** – AMO – De maneira geral as Auto Moto Operacionais tem a finalidade de chegar rapidamente ao local de um acidente para que os bombeiros possam fazer uma verificação da gravidade da ocorrência e a necessidade de reforços. Possuem em seus bagageiros alguns itens de primeiros-socorros. Outra função das AMO é funcionar como batedores para viaturas de incêndios, facilitando a passagem dessas em vias bastante movimentadas, cruzamentos, etc.

Quadro 11 - Viaturas Auto Moto Operacional

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
4	HONDA NX-4 FALCON

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Bomba Tanque e Resgate** – ABTR – viatura multi-tarefa preparada para atuar nos mais variados tipos de ocorrências. A viatura é dotada de todos os equipamentos

previstos para o Auto Bomba Tanque tradicional, possuindo, entretanto, outros adicionais. O veículo possui compartimentos especiais, com plataforma para acesso, permitindo adicionar equipamentos, tais como: geradores de energia, ferramentas hidráulicas, equipamentos para mergulho, equipamentos para imobilização e remoção de vítimas, torre de iluminação, entre outros, proporcionando uma maior autonomia às guarnições de bombeiros, em especial àquelas que não possuem outros veículos especializados e recursos humanos suficientes para o atendimento às mais variadas ocorrências no dia-a-dia. (COMATRA, 2007).

Quadro 12 - Viaturas Auto Bomba Tanque e Resgate

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	FORD CARGO 1621
2	FORD CARGO 1630
5	FORD CARGO 1721
2	FORD/CARGO
4	FORD/CARGO 1731
2	GMC/16.220
1	MB 1113
1	MB/1513
1	MB/1620
1	MB/1723
3	VW/14220
3	VW/17210
1	VW/8-150
2	NÃO INFORMADO
Total: 28	Marca predominante: FORD

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Biológico Radiológico e Produtos Perigosos** – ABRPP – veículo com especificações gerais que atende a necessidade de transporte de equipes e equipamentos próprios para operações de emergência com produtos perigosos. (CBMERJ, 2007). Além de atuar em emergências com produtos perigosos, este veículo possui capacidade para atuar em ocorrências de combate a incêndio e resgates em geral.

Quadro 13 - Viaturas Auto Biológico Radiológico e

Produtos Perigosos

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	FORD/CARGO/1215

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Bomba Tanque Químico** – ABTQ – a corporação possui apenas um ABTQ, que está na locado na cidade de Videira. Essa viatura foi adquirida no ano de 1980, e tem praticamente as mesmas funções do AQ, possuindo um tanque para armazenar agentes químicos extintores e outro para armazenar água.

Quadro 14 - Viaturas Auto Bomba Tanque Químico

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	MB/L1313

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Socorro de Urgência** – ASU – é um veículo destinado e preparado materialmente para o atendimento de vítimas de traumas. Possui equipamentos padronizados para o atendimento pré-hospitalar, bem como dentro das especializações e normas que visem adequar a funcionalidade e segurança ao veículo. (CBMSC, 2004a).

Quadro 15 - Viaturas Auto Socorro de Urgência

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO	NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
1	AGRALE 1600	1	I/M BENZ SPRINTER
1	AGRALE 1800	1	IMP CHEV/TRAFIC
13	ASIA/TOPIC	1	IMP/ASIA TOPIC
1	CHEVROLET/TRAFIC	1	IMP/FIAT DUCATO MAXI
1	F-1000	7	IVECO/T3510 ROTAN
2	F-250 XLL	2	MB SPRINTER 312 D
1	FIAT DOBLÔ	1	MB SPRINTER 413 CDI
1	FIAT DUCATO MAXI	1	MB
14	FIAT/DUCATO	1	MB 312 SF

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO	NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
7	FIAT/IVECO	1	GMC 6150
4	FIAT/IVECO DAILY	7	GMC/6 -150 TURBO
1	FIAT/ELBA S 1.6	1	GM-IPANEMA
2	FIAT/FIORINO	4	MB/180-D
1	FORD COURIER 1.6	1	MB/180-D-IMP

3	FORD F-1000	28	MB/SPRINTER
1	FORD/F1000 FURGLINE	4	MB/SPRINTER FURGÃO
3	GM S.10/2.4	1	RENAULT MASTER FURG11M3
2	GM S-10	5	RENAULT MASTER/F1M3
1	GM/6-150 TURBO	12	RENAULT/MASTER
2	GM/C-20	17	RENAULT/TRAFIC
2	GM/C-20-CUSTON	1	VW/PARATI
2	GM/D-20	1	VW/SANTANA QUANTUN
1	GM/S10 2.4	3	KIA/BESTA/IMP
Total: 169			
Marca predominante: MB			

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Suporte ou Socorro de Praia** – ASP – automóvel tipo “buggy” especialmente projetado para andar na faixa de areia, utilizado no salvamento aquático e ronda nas praias.

Quadro 16 - Viaturas Auto Socorro de Praia

NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
4	BUGGY BRM/M-11

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

- **Auto Bomba e Salvamento** – ABS – viatura similar aos ABTRs quanto à versatilidade, atuando satisfatoriamente em situações de salvamentos e incêndios. O tanque de água possui capacidade de até 5000 litros. A carroceria possui amplos compartimentos para o acondicionamento de equipamentos e material de apoio, oferecendo condições para os profissionais atuarem nas mais diversas situações. (MITREN, 2007).

Quadro 17 - Viaturas Auto Bomba e Salvamento

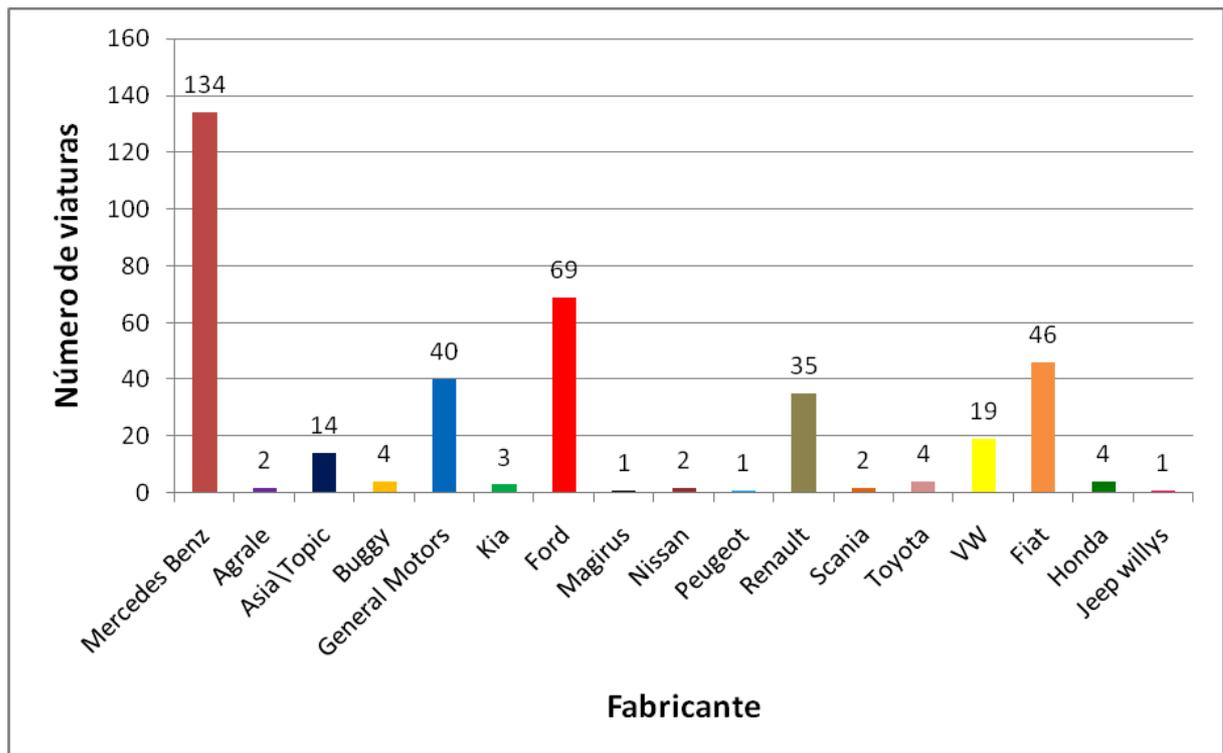
NÚMERO DE VIATURAS	MARCA/MODELO
2	VW/8.150E-CUMINS
1	NÃO INFORMADO
Total: 3	Marca predominante: VW

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

3.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

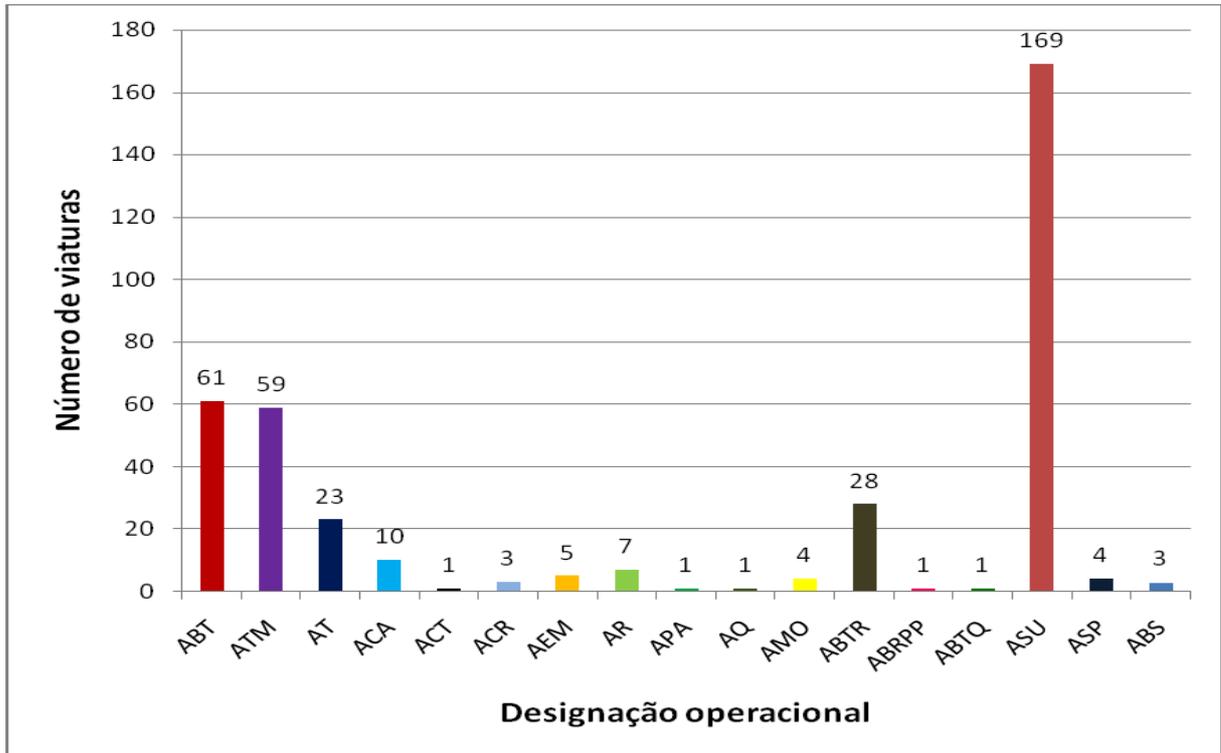
Atualmente a corporação possui uma frota de 656 veículos, divididos em dois grupos principais: viaturas administrativas e viaturas operacionais. O presente trabalho abordará apenas esse último grupo, que contém 381 veículos. Para que se possa melhor visualizar e conhecer as características dessas, nos quadros abaixo serão demonstrados alguns dados relevantes para este estudo.

Gráfico 1 – Quantidade de viaturas por fabricante



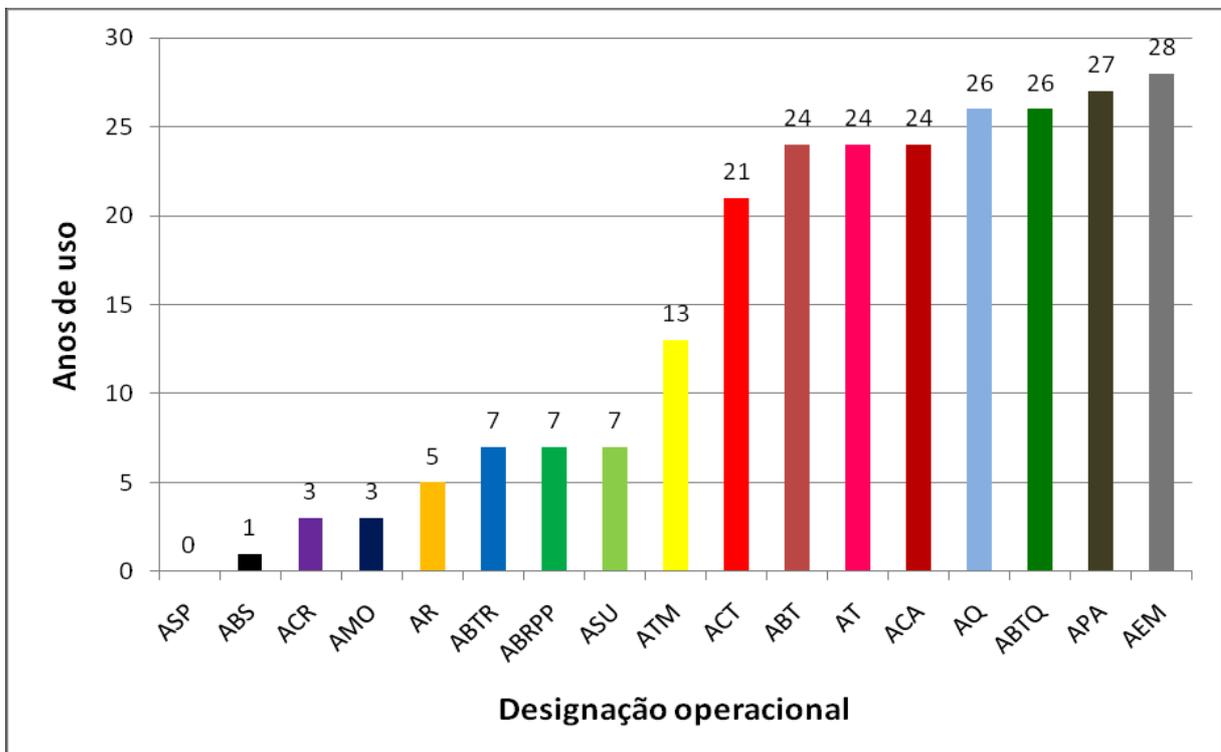
Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

Gráfico 2 – Quantidade de viaturas por designação operacional

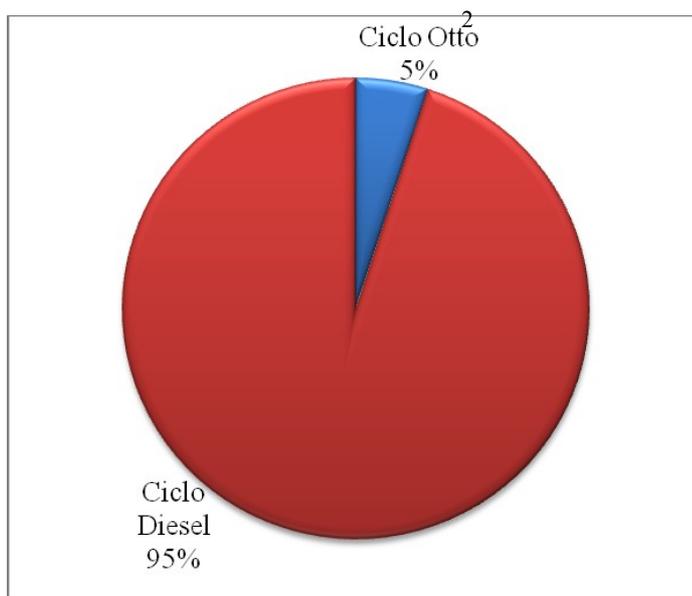


Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

Gráfico 3 – Tempo médio de uso das viaturas



Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

Gráfico 4 – Viaturas operacionais quanto ao princípio de funcionamento

Fonte: adaptado da DILF – CBMSC (2007).

Analisando os gráficos expostos acima e os quadros apresentados no item 3.1, constata-se que o CBMSC dispõe de diversos tipos de veículos com as mais variadas características e funções. Além do mais, são inúmeros os fabricantes e modelos das viaturas, mesmo entre aquelas que desempenham a mesma função operacional. Fatores esses que deverão ser levados em consideração em qualquer estudo a ser realizado sobre a frota, pois amplia o número de variáveis, aumentando as dificuldades para que se obtenha uma correta e adequada proposta de manutenção padronizada.

A frota operacional do Corpo de Bombeiros é caracterizada por ser uma frota robusta, além disso, cabe destacar que a quase totalidade das viaturas operacionais não são veículos fabricados especificamente para servir como tal, são veículos comuns do mercado, adaptados ao serviço de bombeiro. Isso gera várias inconveniências, como exemplo pode-se citar alguns Auto Bomba Tanques que, por serem veículos destinados ao combate a incêndio, possuem acoplado aos seus motores uma bomba. Ocorre que toda vez que a bomba dessa viatura está sendo usada, o motor estará funcionando com a viatura parada. Isso implica que não se pode ter como base para troca de óleo apenas o marcador de quilometragem da viatura.

² Motor desenvolvido no ano de 1978 pelo engenheiro alemão Nikolaus August Otto, conhecido também como motor a gasolina, álcool ou gás natural, por ser alimentado por esses combustíveis. A principal diferença entre os motores ciclo Diesel e Otto é que nos motores ciclo Otto a ignição do combustível é provocada por uma centelha elétrica produzida por um sistema denominado de Sistema de Ignição, já nos motores Diesel a ignição ocorre sem a necessidade de uma centelha elétrica, a combustão se dá por compressão. (RAHDE, 2002).

A marca predominante entre as viaturas é a Mercedes Benz, seguida da Ford, Fiat e General Motors, totalizando 289 veículos. Ou seja, das 17 marcas utilizadas na corporação, 3 abrangem 76% da frota sendo que as outras 14 ficam com apenas 24%.

O tempo médio de uso das viaturas operacionais é de 12 anos. No entanto, esse tempo médio pode ser dividido em três categorias, viaturas de 0 a 10, de 11 a 20 e de 21 a 30 anos de uso. Na categoria de 0 a 10 anos de uso estão as viaturas ASP, ABS, ACR, AMO, AR, ABTR, ABRPP e ASU, abrangendo 219 veículos. Apenas um tipo de viatura está na categoria de 11 a 20 anos, são os ATMs, que somam 59 veículos. Por fim, na categoria de 21 a 30 anos de uso estão as viaturas ACT, ABT, AT, ACA, AQ, ABTQ, APA e AEM, totalizando 103 veículos.

Quanto ao princípio de funcionamento, das 381 viaturas operacionais, 363 possuem motores ciclo Diesel. Apesar das 18 viaturas que possuem motores ciclo Otto serem consideradas operacionais, suas características físicas e de funcionamento são muito parecidas com as viaturas administrativas. Devido a esse fato, o presente trabalho dará ênfase aos motores ciclo Diesel, pois a grande maioria da frota operacional possui este tipo de motor.

4 SISTEMAS E COMPONENTES FUNDAMENTAIS DOS VEÍCULOS

Um veículo é composto de vários sistemas complexos que são:

- Motor – serve para transformar energia química em energia mecânica, para movimentar o veículo e diversos componentes instalados no motor;
- Sistema de suspensão – é responsável pela sustentação do veículo, amortecer choques, melhorar o conforto dos ocupantes e melhorar a dirigibilidade;
- Sistema de freios – reduz a velocidade do veículo e mantém o mesmo parado quando em descanso;
- Sistema de transmissão – serve para levar o movimento do motor para as rodas de forma racional, para que se aproveite toda a potência disponível do motor;
- Sistema elétrico – serve para alimentar e gerenciar os componentes elétricos do automóvel;
- Sistema de alimentação de combustível – gerencia o combustível necessário ao funcionamento do motor. (IPEC, 2001).

O sistema de alimentação que é citado pelo IPEC como sistema do veículo, para Furlani e Silva (2006) é considerado um subsistema do motor, juntamente com os sistemas de válvulas, arrefecimento, lubrificação e partida. Neste trabalho, será adotada a posição de Furlani e Silva, pois entende-se que o sistema de alimentação está ligado diretamente ao motor, dando-lhe condições de funcionamento. Portanto os sistemas do veículo que serão vistos são: motor ciclo Diesel e seus subsistemas, suspensão, freios, transmissão e sistema elétrico.

Dentre esses sistemas, é notório que o sistema mais complexo e importante de um veículo é o motor. Devido a essa complexidade, o motor torna-se também o mais suscetível de falhas e defeitos que podem comprometer o funcionamento do veículo. Portanto, é necessário estudar esse sistema mais detalhadamente em relação aos outros.

4.1 MOTOR CICLO DIESEL

Em 1894, o engenheiro alemão, Rudolf Christian Karl Diesel, simplificou o princípio de funcionamento dos motores a explosão, idealizando um importante sistema mecânico

utilizado largamente na sociedade moderna. Ao contrário dos motores Ciclo Otto que necessitam do auxílio de um sistema de ignição para haver a combustão, Rudolf Diesel desenvolveu um motor a combustão, no qual, o combustível “[...] queima por ação do calor que se liberta quando o ar é altamente comprimido” (DE JESUS , 2004, p. 32), ou seja, a ignição se dá por compressão, eliminando a necessidade de um circuito elétrico para iniciar a combustão. Nasceu assim o motor ciclo Diesel, que recebe esse nome devido ao seu idealizador.

Com exceção da diferença no sistema de ignição da combustão, pode-se dizer que “Diesel utilizou uma configuração mecânica semelhante à utilizada por Otto: ciclo a quatro tempos e mecanismos de válvulas de admissão e escape similares.” (RODRIGUES, 2006, p.4). Portanto os princípios basilares de funcionamento dos motores ciclo Otto são os mesmos dos motores ciclo Diesel.

Face à sua aplicabilidade e simplicidade, o motor Diesel rapidamente encontrou mercado e foi substituindo gradualmente os motores a vapor utilizados em locomotivas e transportes marítimos. Outro fator a ser observado é que o motor Diesel, dotado de uma eficiência térmica muito mais elevada que a dos motores a gasolina, logo encontrou emprego também em automóveis e instalações industriais. (DE JESUS, 2004).

A partir de seu surgimento, o motor ciclo Diesel passou por diversos aperfeiçoamentos, o que o levou a ser atualmente muito utilizado em vários segmentos econômicos da sociedade. Seu emprego está mais difundido no setor de transportes, mais especificamente em veículos pesados, como caminhões e ônibus. Segundo De Jesus (2004, p. 32), “O rendimento, o tempo de vida útil, a segurança de funcionamento e o baixo custo de manutenção são algumas das características que fazem do motor Diesel o preferido nesse tipo de aplicação.”

Apesar da grande variedade de marcas, modelos, tipos e capacidades dos motores ciclo DIESEL atuais, os mesmos possuem semelhanças no seu modo de funcionamento, sendo comum a todos alguns componentes fundamentais. Segundo Mialhe (1980 apud FURLANI; SILVA, 2006, p. 4), “Os motores de combustão interna possuem partes fundamentais, responsáveis pela transformação da energia dos combustíveis em trabalho mecânico e sistemas complementares, responsáveis pelo fornecimento de condições favoráveis para que o processo se realize de forma eficiente e contínua.”

Para Santos (2004, p.5), os componentes, “[...] quanto a sua característica de funcionamento dividem-se em 3 partes: componentes fixos, componentes móveis e componentes auxiliares.”

4.1.1 Componentes fixos

Os componentes fixos do motor são aqueles que exercem sua função durante o funcionamento do motor sem movimentar-se, ou seja, permanecem imóveis. São eles:

- a) Bloco – em linhas gerais, representa propriamente o motor. Furlani e Silva (2006, p.4) estabelecem que o bloco “é a maior parte do motor e suporta as partes constituintes.” Santos (2004, p.6) acrescenta que o bloco
 - Representa o corpo do motor, nele são usinados os cilindros ou os furos para a colocação destes. Na sua parte inferior estão alojados os mancais centrais, onde se apóia o girabrequim, e na parte superior localiza-se o cabeçote. O bloco serve ainda de suporte para alguns componentes auxiliares como a bomba de água, alternador, distribuidor, etc. No interior do bloco existem diversas passagens para circulação de água e óleo;
- b) Cilindro – é uma peça de formato cilíndrico fabricada geralmente em ferro fundido, “[...] onde o êmbolo se desloca descrevendo um movimento retilíneo alternado [...]” (FURLANI; SILVA, 2006, p. 7). É no topo do cilindro o local onde está localizada a câmara de combustão, na qual ocorre a compressão da mistura ar-combustível e a expansão dos gases da combustão. Os cilindros estão localizados no interior do bloco e quanto a sua fixação podem ser: “fixos (fundidos junto com o bloco) e substituíveis (quando não faz parte do bloco, o que possibilita sua substituição)” (SANTOS, 2004, p. 8). Os cilindros fixos devem ser muito mais resistentes que os móveis, pois esses, caso ocorra algum problema, podem ser removidos e substituídos, já aqueles, como fazem parte do bloco, não podem;
- c) Cabeçote – também conhecido com o nome de tampão, para Furlani e Silva (2006, p. 6) “é o órgão do motor que fecha o bloco na sua parte superior [...]”. Ainda segundo Furlani e Silva (2006, p. 6) o cabeçote “[...] apresenta na sua parte inferior parte da câmara de combustão, orifícios para o alojamento das válvulas, bicos injetores, canais para a água de arrefecimento (motores arrefecidos à água) ou aletas (motores arrefecidos a ar), canais de admissão, escape e para óleo lubrificante.” Para Rahde (2002, p. 26) uma das funções do cabeçote é “[...] tampar os cilindros formando a câmara de combustão.” Quanto a sua composição;
- d) Cárter – é o componente que fecha o bloco na sua parte inferior servindo de proteção para os componentes inferiores do motor como o virabrequim e a bomba de óleo. Além de proteção a sua função é servir de depósito de óleo lubrificante para o motor, sendo que seu

formato deve permitir o contato permanente do óleo com a bomba. (FURLANI; SILVA, 2006, p. 6). Esse contato permanente é necessário para que não seja aspirado ar para dentro da bomba, o que danificaria todo o sistema. (SANTOS, 2004);

- e) Juntas de vedação – são peças que se colocam entre duas superfícies metálicas para tornar estanque sua junção. O seu emprego se torna necessário a fim de ajustar rigorosamente duas superfícies ou, em certos casos, para manter a vedação, apesar das dilatações desiguais. Em sua confecção são utilizados diversos materiais como: papel, papelão hidráulico, fibra, cortiça emborrachada, borracha moldada e amianto revestido de lâminas metálicas (juntas metaloplásticas, as mais usadas). Sendo as mais utilizadas para os motores as de amianto ou metaloplásticas, pois essas suportam temperaturas mais altas. Em alguns casos, deve-se empregar cimento de junta, que é uma cola insensível ao calor, para melhorar as condições de vedação. (CBMRJ, 2005);
- f) Mancais – segundo Rahde (2002, p. 30), os mancais “São utilizados para reduzir o atrito e servir de apoio às partes giratórias do motor (moentes, munhões, etc.)”, ou seja, os mancais funcionam como capas de atrito para evitar o desgaste entre dois componentes móveis (biela e virabrequim ou biela e pino do pistão) ou entre um componente móvel e outro fixo (virabrequim e bloco do motor). Os mancais utilizados geralmente são de bronze – liga de estanho e cobre – pois, conforme Rahde (2002, p. 30), “A boa resistência mecânica deste material convém extremamente a este gênero de motores cujo conjunto de biela é submetido a fortes cargas”;

4.1.2 Componentes móveis

Os componentes móveis do motor são aqueles que adquirem movimento (retilíneos ou de rotação) durante o funcionamento do motor. São eles:

- a) Pistão – conhecido também como êmbolo, segundo Furlani e Silva (2006, p.7), o pistão “[...] é o órgão do motor que recebe o movimento de expansão dos gases (primeira parte do motor a movimentar-se).” Portanto, cabe-lhe receber o esforço de expansão da mistura inflamada, mas não é só isso, cabe-lhe também comprimir a mistura ar-combustível admitida no interior do cilindro e expulsar os gases da combustão. O pistão, continua Furlani e Silva (2006, p.7), “Está preso à biela através do pino do êmbolo, possui um movimento retilíneo alternativo que através da biela é transformado em movimento

rotativo contínuo na árvore de manivelas.” Na parte superior do pistão podem existir cavidades, que fazem parte da câmara de combustão do cilindro. Nos motores nos quais os pistões não possuem essas cavidades a câmara de combustão tem seu formato definido pelo cabeçote. Conforme Santos (2004, p.10):

- O pistão deve possuir: elevada resistência mecânica, pois pode suportar forças da ordem de toneladas; boa resistência ao calor, pois fica sujeito a temperaturas de até 2000°C; elevada resistência ao desgaste (em 6000 rpm o pistão sobe e desce 100 vezes por segundo); boa condutibilidade térmica; leveza e baixo nível de ruído;

b) Anéis de Segmento – segundo Santos (2004, 10), “Entre o pistão e a parede do cilindro existe uma folga, de fração de milímetro, preenchido pelos anéis de segmento, que têm a função de evitar que os gases escapem para o cárter e controlar a lubrificação entre as superfícies.” Para Mialhe (1980 apud FURLANI; SILVA, 2006, p.8), as principais funções dos anéis de segmento são: “efetuar a vedação da câmara do cilindro, retendo a compressão; reduzir a área de contato direta entre as paredes do êmbolo e do cilindro; controlar o fluxo de óleo nas paredes do cilindro; e dissipar o calor do êmbolo pelas paredes do cilindro.” Furlani e Silva (2006, p.8) destacam que existem dois tipos de anéis, um de compressão e outro de lubrificação. Sendo que

- Os anéis de compressão são os responsáveis pela vedação da câmara do cilindro, evitam a penetração de óleo do cárter na câmara e perda de compressão, são maciços e colocados nas posições superiores. Já os anéis de lubrificação são os responsáveis pelo controle do fluxo de óleo entre o êmbolo e o cilindro, possuem canaletas que durante a ascensão do êmbolo lubrificam as paredes do cilindro. Os anéis de lubrificação estão localizados abaixo dos de compressão;

c) Pino do pistão – é uma peça cilíndrica oca, que tem como função “proporcionar uma ligação articulada entre a biela e o êmbolo” (FURLANI; SILVA, 2006, p.9). As extremidades do pino se alojam nos olhais do pistão, enquanto que seu corpo atravessa o olhal do pé da biela. (CBMERJ, 2005b);

d) Biela – é a peça que liga o pistão à árvore de manivelas, segundo Santos (2004, p.10) “É o componente móvel de ligação entre o pistão e o girabrequim.” A biela divide-se em pé, corpo e cabeça. O pé liga-se ao pistão através do pino do pistão, ao passo que a cabeça liga-se à árvore de manivelas por meio de seu moente. O corpo pode apresentar orifícios ou canaletas para melhorar a lubrificação (CBMERJ, 2005b). Vale ressaltar que “Entre o pé da biela e o pino do êmbolo e a cabeça da biela e a árvore de manivelas, são colocadas as bronzinas (também chamadas de casquilhos), confeccionadas em bronze e revestidas de uma liga metálica antifricção, estas prolongam a vida útil do motor por evitar o contato direto entre as mesmas.” (FURLANI; SILVA, 2006, p.9-10);

- e) **Árvore de manivelas** – é o conjunto de manivelas de um motor policilíndrico e pode também ser chamada de virabrequim ou girabrequim. Para Santos (2004, p.10), o girabrequim “é o maior e mais pesado componente móvel do interior do motor.” Ainda, segundo Santos (2004, p.10) o girabrequim “Tem fixado em sua parte frontal uma polia que distribui movimento para os acessórios externos do motor, como o eixo do comando de válvulas e a bomba d’água. Na sua região posterior é fixado o volante do motor e nesse a embreagem.” Segundo Furlani e Silva (2006, p. 10), os virabrequins geralmente
- [...] são fabricados em aço forjado ou fundido. No seu interior existem vários canais que são responsáveis pela condução do óleo lubrificante até seus mancais e cabeças das bielas. Em cada manivela existe um moente, o qual se acopla o mancal da cabeça da biela, entre as manivelas existem os munhões que apóiam nos mancais do bloco. Em uma de suas extremidades a árvore de manivelas possui uma flange que se acopla ao volante do motor e na outra às engrenagens de acionamento do comando de válvulas;
- f) **Volante do motor** – estudando o funcionamento do motor ciclo Diesel a quatro tempos, verifica-se que somente o terceiro tempo é motor, sendo os demais tempos resistentes. Para que o pistão possa vencer a resistência que lhe é oposta nos três tempos restantes, é preciso que lhe seja fornecida energia. Para que a perda de energia nos três tempos resistentes seja a mais baixa possível, coloca-se um volante fixado à árvore de manivelas. Esse volante é uma roda de ferro gusa ou de aço que atua armazenando energia nos tempos motores de modo a restituí-la nos tempos resistentes. O volante é montado rigorosamente equilibrado, pois desalinhado ele produzirá vibrações, sobretudo em velocidades elevadas. (CBMERJ, 2005b). Nesse sentido, Furlani e Silva (2006, p. 10) destacam que o volante do motor “nada mais é do que um disco de ferro fundido de grande massa. Sua função é acumular energia cinética e manter uniforme a velocidade angular da árvore de manivelas, reduzindo as variações dos tempos do motor, dando equilíbrio no movimento rotativo”;
- g) **Válvulas** – são tampas móveis responsáveis pela entrada do combustível e comburente no cilindro e saída e dos gases da combustão do mesmo. Existem duas espécies de válvulas: válvulas de admissão, que se abrem para permitir a entrada da mistura ar-combustível (ciclo Otto) ou somente ar (ciclo Diesel) no cilindro; e as válvulas de escapamento, que após a queima da mistura gasosa, abrem-se para que os gases resultantes da queima possam ser expelidos do cilindro. (CBMERJ, 2005b; FURLANI; SILVA, 2006). Eixo do comando de válvulas: segundo Furlani e Silva (2006), o eixo do comando de válvulas é responsável pela abertura das válvulas e executa isso através de ressaltos em seu eixo. O eixo gira através de correias ou engrenagens ligadas à árvore de manivelas. Santos (2004,

p.12, 13), enfatiza que o comando de válvulas tem a função não só de controlar a abertura, mas também de controlar o fechamento das válvulas. Ainda complementa que

- O comando de válvulas possui excêntricos (ou câmes) que organizam precisamente qual válvula deve se abrir ou fechar num certo instante determinado. A cada ciclo do motor, o girabrequim dá duas voltas, enquanto o comando dá apenas uma. [...] O comando de válvula se interliga ao girabrequim de forma sincronizada para proporcionar a abertura e fechamento das válvulas no momento adequado.

4.1.3 Componentes auxiliares

Os componentes auxiliares são indispensáveis para o funcionamento do motor, alguns dos principais são: coletores de admissão e de escape, motor de arranque, alternador, bicos injetores, filtros de ar, de óleo e de combustível, bombas de água e de combustível, distribuidor, etc. Os componentes estão divididos em cinco sistemas, chamados de sistemas complementares ou subsistemas do motor, que serão abordados na seção 4.1.5.

4.1.4 Funcionamento dos motores ciclo Diesel a quatro tempos

O funcionamento dos motores ciclo Diesel, também chamados de motores de ignição por compressão (ICO), se realiza em ciclos nos quais se distinguem quatro fases (tempos), que são: admissão, compressão, explosão (expansão) e escape. Existem também motores ciclo Diesel de 2 tempos, no entanto esses são raros e não serão estudados.

Para a compreensão do funcionamento do motor é necessário a caracterização de alguns termos:

- Ponto morto superior (PMS) – posição do êmbolo mais próxima a parte superior do bloco (posição máxima), ou seja, é a posição mais elevada que pode ocupar o pistão dentro do cilindro;
- Ponto morto inferior (PMI) – a posição do êmbolo mais próxima a árvore de manivelas, ou seja, é a posição mais baixa que pode ocupar o pistão dentro do cilindro;

- Câmara de compressão – volume que fica no cilindro depois que o êmbolo atinge o PMS, também chamada de câmara de combustão. (180 graus). (CBMERJ, 2005b; FURLANI; SILVA, 2006).

Na fase da admissão, ou seja, na primeira fase, a válvula de admissão é aberta. Logo após, o êmbolo se desloca, descendo do PMS para o PMI, empurrado pela inércia do volante do motor. Esse movimento do êmbolo, chamado de curso, cria uma depressão no interior da câmara de combustão fazendo com que seja aspirado ar para dentro do cilindro. Pouco tempo depois do êmbolo atingir o PMI, a válvula de admissão é fechada. Rahde (2002, p.6) destaca que “O ciclo Diesel caracteriza-se por admitir no 1º TEMPO unicamente AR.”, diferente do ciclo Otto, que admite no 1º tempo a mistura ar-combustível. “Neste tempo a árvore de manivelas deu um giro de 180 graus.” (FURLANI; SILVA, 2006, p. 13).

Na segunda fase (compressão), com as duas válvulas hermeticamente fechadas, o êmbolo desloca-se do PMI até o PMS, ocorrendo então a compressão do ar (diferencia-se do ciclo Otto pelas altas pressões de compressão atingidas). Essa compressão do ar faz com que este atinja altas temperaturas dentro do cilindro, que variam de 500 a 700° C. (FURLANI; SILVA, 2006). “Quando o êmbolo aproxima-se do PMS o sistema de injeção mecânica introduz o combustível no seio da massa de ar previamente comprimida.” (SANTOS, 2004, p.4). “Neste tempo a árvore de manivelas gira mais 180 graus, completando 1 volta.” (FURLANI; SILVA, 2006, p. 16). Rahde (2002, 06), faz uma observação sobre a injeção de combustível: “O combustível é injetado no cilindro através de uma bomba injetora, calibrada com uma pressão superior à encontrada no interior da câmara de compressão.”

No tempo da explosão/expansão “A massa de combustível injetada é misturada à massa de ar reagindo rapidamente e trocando calor até que entra em combustão espontânea.” (SANTOS, 2004, p.4). A queima do combustível libera uma grande quantidade de calor e gases, fazendo a pressão no interior do cilindro aumentar consideravelmente. Dessa forma, devido à alta pressão, o pistão é empurrado do PMS para o PMI, “[...] fazendo com que a biela transmita a força à árvore de manivela. Neste tempo ocorre a realização de trabalho mecânico.” (FURLANI; SILVA, 2006, p. 16). Quando o pistão aproxima-se do PMI, a válvula de escape abre-se, para permitir a saída dos gases do interior do cilindro.

Com a válvula de admissão fechada e a de escapamento aberta, o êmbolo se desloca do PMI ao PMS exercendo uma pressão positiva e expulsando os gases provenientes da combustão. Essa é a fase de Escape, na qual “A expulsão completa realiza-se durante todo o espaço de tempo em que o pistão faz o seu retorno ao PMS. Neste momento a válvula de

descarga fecha-se, e a de admissão abre-se e logo em seguida começa um novo ciclo.” (RAHDE, 2002, p.4).

4.1.5 Subsistemas do motor

Para Furlani e Silva (2006, p.16), os subsistemas do motor são denominados de sistemas complementares, e sua função é a de proporcionar “[...] as condições necessárias para que o processo de transformação da energia interna dos combustíveis em trabalho mecânico se realize de forma eficiente e contínua.”

Os sistemas complementares dos motores ciclo Diesel são:

- Sistema de válvulas;
- Sistema de alimentação;
- Sistema de arrefecimento;
- Sistema de lubrificação;
- Sistema de partida.

4.1.5.1 Sistema de válvulas

Nos motores ciclo Diesel, o sistema de válvulas, também chamado de sistema de distribuição, é “o conjunto de elementos que comandam a admissão de ar nos cilindros e posteriormente a saída dos gases queimados.” (RAHDE, 2002, p.33). Para Furlani e Silva (2006, p. 17). “É sistema responsável pelo controle da entrada e saída de gases entre a câmara do cilindro e o meio externo.” Ainda, segundo Furlani e Silva (2006, p. 17-18),

Existem dois tipos de sistema de comando de válvulas: direto e indireto. O comando de válvulas direto é constituído por uma árvore de comando de válvulas, engrenagens, tucho, ressaltos ou câmes, mola e válvulas. A árvore de comando de válvulas é acionada pela árvore de manivelas por meio de engrenagens. Ao longo da árvore de comando de válvulas encontram-se os ressaltos ou cames, cujo número depende do número de cilindros, sendo dois por cilindro. A árvore de comando de válvulas ao girar faz com que os ressaltos levantem os tuchos, os quais atuam diretamente no pé da válvula, comprimindo a mola e acionando a válvula. Conforme a árvore de comando gira, o ressalto abaixa o tucho, a mola descomprime fazendo com que a válvula se feche, encaixando-se fortemente na sua base.

O comando de válvulas indireto apresenta a mesma constituição do direto acrescentando as varetas e os balancins. A diferença no funcionamento dos dois comandos é que no indireto, o acionamento das válvulas é feito através das varetas e dos balancins, que se encontram entre o tucho e o pé da válvula. Os ressaltos movimentam os tuchos e as varetas, elevando uma das extremidades dos balancins, enquanto que a outra comprime a mola e aciona as válvulas.

Nos motores de quatro tempos encontram-se duas válvulas por cilindro: uma válvula de admissão, através da qual é admitido ar (ciclo Diesel) ou ar + combustível (ciclo Otto) na câmara do cilindro e uma válvula de escape através da qual os gases oriundos da combustão são expelidos para fora da câmara, indo para o coletor de escape e depois para o meio externo.

As válvulas abrem somente uma vez por ciclo do motor, ou seja, a árvore de comando de válvulas dá uma volta por ciclo (360°) enquanto que a árvore de manivelas dá duas voltas por ciclo (720°). Isso ocorre porque as engrenagens responsáveis pela transmissão do movimento da árvore de manivelas para a árvore de comando de válvulas possuem tamanhos diferentes. A engrenagem fixa à árvore de comando de válvulas, possui o dobro do número de dentes da engrenagem da árvore de manivelas, portanto, a velocidade angular da árvore de comando de válvulas é a metade da árvore de manivelas.

O momento de abertura e fechamento das válvulas é determinado de forma a resultar numa maior eficiência do motor, ou seja, proporcionar uma melhoria na entrada de ar e saída dos gases queimados dos cilindros. Por essa razão, a abertura e fechamento das válvulas não coincidem com os momentos que o êmbolo encontra-se nos pontos mortos.

Para proporcionar maior entrada de ar no cilindro e auxiliar a expulsão dos gases queimados no último ciclo, a válvula de admissão abre-se antes que o êmbolo atinja o ponto morto superior no tempo de escape do último ciclo, e para preencher completamente o volume deslocado pelo êmbolo, a válvula de admissão permanece aberta mesmo depois do ponto morto inferior.

Por outro lado, a válvula de escape abre-se antes do êmbolo atingir o ponto morto inferior no tempo de expansão, para que ocorra uma melhor exaustão dos gases queimados. O fechamento da válvula de escape ocorre após o êmbolo ter atingido o ponto morto superior, para que ocorra uma melhor lavagem do cilindro.

Um motor executa milhares de giros ou ciclos por minuto. Façamos uma conta, se um motor executa em um minuto 3000 giros, por exemplo, em cada segundo ele executará 50 giros. Portanto, uma válvula pode abrir e fechar 50 vezes ou mais, em apenas um segundo. Dessa forma, percebe-se o quanto a abertura e o fechamento das válvulas devem estar bem sincronizados para que as válvulas cumpram o seu papel no funcionamento do motor.

Rahde (2002) estabelece alguns requisitos fundamentais para que um sistema de distribuição funcione eficientemente: as válvulas devem se manter abertas o tempo necessário para uma boa admissão de ar, para a lavagem do cilindro e para uma completa expulsão dos gases queimados, além disso devem funcionar suave e eficientemente nos mais variados regimes de rotação do motor.

Outro requisito importante para o bom funcionamento do sistema de válvulas, diz respeito à vedação que as mesmas devem possuir quando estiverem fechadas. As válvulas devem exercer uma vedação perfeita principalmente nos tempos de compressão e explosão do motor, pois são nesses tempos que as pressões no interior do cilindro são maiores. Se as válvulas não estiverem hermeticamente fechadas, a pressão no interior do cilindro,

fundamental nos motores ciclo Diesel, diminuiria, afetando sobremaneira o funcionamento do motor.

4.1.5.2 Sistema de alimentação

É o conjunto de órgãos responsáveis pelo armazenamento, condução, filtragem e preparação do combustível e ar nos motores. Esse sistema é o responsável por retirar o combustível do reservatório, filtrar e dosar corretamente a quantidade de combustível que vai ser pulverizado na câmara de combustão, sendo que a pulverização deverá ser em gotículas muito pequenas de forma a proporcionar uma melhor combustão. Além disso, é responsável também por captar o ar atmosférico, filtrar e encaminhar esse ar para o interior dos cilindros, onde ocorrerá a combustão. (CBMERJ,2005c; FURLANI; SILVA, 2006).

Furlani e Silva (2006, p. 19-20) explicam o funcionamento desse sistema:

- [...] o combustível é succionado do tanque até a bomba alimentadora, a qual apresenta um pré filtro de copo incorporado. A bomba envia o combustível, sob pressão, aos filtros. São dois filtros colocados em série e que recebem a denominação de primário e secundário. O combustível sai dos filtros isento de impurezas e segue até a bomba injetora, a qual dosa-o e envia-o aos bicos injetores sob alta pressão. Os bicos injetores ficam localizados nos porta injetores acoplados no cabeçote do motor. Um retorno de combustível ao tanque é apresentado pela bomba injetora, pelos filtros e bicos, o qual é feito através dos tubos de retorno.

Nos motores ciclo Diesel, a constituição básica do sistema de alimentação é composta pelos seguintes componentes:

- a) Tanque – também conhecido como reservatório, é o local onde é armazenado o combustível, devendo ser perfeitamente estanque e dispor de uma capacidade de armazenamento suficiente para dar ao veículo um tempo de funcionamento autônomo satisfatório. O tanque dispõe de aberturas para introdução e saída do combustível e sangria (dreno) deste;
- b) Bomba manual – é a bomba utilizada para efetuar a sangria nos motores Diesel quando entra ar no sistema;
- c) Filtro de combustível – os filtros de combustível têm a função de evitar que as impurezas contidas no combustível danifiquem ou afetem o funcionamento dos motores. A mais comum e prejudicial das impurezas, segundo o CBMERJ (2005c), é a água, que pode

ocasionar a interrupção do funcionamento do motor devido a sua diferença de densidade com relação ao combustível, além de aumentar a possibilidade de congelamento. Outras impurezas comuns, ainda segundo o CBMERJ (2005c), são as partículas de filtro (provenientes das filtragens nas refinarias), limalhas e óxido de cobre (da tubulação de alimentação), que podem obstruir a circulação de combustível;

- d) Filtro de ar – tem a função de filtrar as impurezas do ar que vai ser aspirado para dentro da câmara de combustão. A impureza mais comum é a poeira;
- e) Bomba alimentadora – nos motores ciclo Diesel tradicionais, “A bomba alimentadora tem a função de levar o combustível do reservatório à bomba injetora no ciclo Diesel. Normalmente ela é mecânica, sendo acionada por um ressalto do eixo de comando da bomba injetora (mais comum) ou pela árvore de comando de válvulas.” (CBMERJ, 2005c, p. 11);
- f) Bomba injetora – “A bomba injetora é a responsável, no sistema convencional ciclo DIESEL, pela distribuição e dosagem do combustível, conforme a necessidade do motor.” (CBMERJ, 2005c, p. 17). A bomba alimentadora envia o combustível já filtrado e sob baixa pressão para a bomba injetora, esta pressuriza o combustível e o envia no momento exato, sob alta pressão e na quantidade perfeitamente dosada de acordo com a carga do motor, para os bicos injetores. “Por ser um mecanismo mecânico de altíssima precisão e que trabalha sob altas pressões, sua construção é complexa [...]” (CBMERJ, 2005c, p. 17);
- g) Bicos injetores – “Nos motores convencionais, existe um bico injetor por cilindro, sendo sua função a de introduzir na câmara de combustão, de forma pulverizada e a alta pressão, o óleo combustível enviado pela bomba injetora.” (CBMERJ, 2005c, p. 18);
- h) Tubulações rígidas e flexíveis – são os condutores responsáveis de levar combustível e ar através das diversas peças constituintes do sistema. Geralmente são de borracha, lona especial, cobre recozido ou de latão. Para que cumpram seu papel no sistema, diminuindo ao máximo as perdas
 - [...] os tubos devem ser o mais curto possível, sem estrangulamentos ou curvas bruscas. Não devem ficar expostos ao calor excessivo, para não dar lugar à formação de tampões de vapor que interrompam o escoamento do combustível. A fim de evitar que as trepidações possam causar sua ruptura, intercalam-se, nas tubulações rígidas, tubulações flexíveis de borracha especial ou plástico resistente ao combustível. (CBMERJ, 2005c, p. 19).

4.1.5.3 Sistema de arrefecimento

Todo motor de combustão interna precisa manter uma temperatura constante ideal, nem muito alta nem muito baixa, durante seu funcionamento para converter a energia do combustível em trabalho de forma eficiente. Essa temperatura deve ser mantida mesmo quando o motor for submetido a grandes esforços. “Para tanto, é necessário a existência de um sistema que mantenha a temperatura interna do motor dentro de certos limites. Esse sistema é o de arrefecimento.” (FURLANI; SILVA, 2006, p.24).

Antes de ser denominado de sistema de arrefecimento esse sistema era chamado de sistema de refrigeração, pois sua função era unicamente a de refrigerar o motor e mantê-lo próximo da temperatura ambiente o quanto fosse possível. No entanto, através de inovações tecnológicas, percebeu-se que nem sempre uma temperatura muito baixa era a temperatura ideal para o funcionamento do motor. (MTE-THOMSON, 2003). Portanto, “[...] deve-se dizer que a função do sistema de arrefecimento é manter a temperatura interna do motor a um nível ótimo para seu funcionamento, sendo errado dizer que sua função é de refrigeração.” (FURLANI; SILVA, 2006, p.24).

MTE-THOMSON (2003, p.3) complementa enfatizando que a função do sistema de arrefecimento é “Fazer o motor aquecer-se o mais rapidamente possível, para atingir a temperatura ideal de funcionamento, manter essa temperatura e distribuí-la por todo o motor.”

Um motor é composto por diversos materiais que funcionam em constante atrito. Esse atrito aliado à queima de combustível gera muito calor, que precisa ser eliminado para evitar o superaquecimento de alguns componentes. “Para transferir [esse] calor para o meio externo, utiliza-se um meio arrefecedor, o qual fica em contato com as partes do motor, absorvendo o calor. Os meios arrefecedores mais utilizados são o ar e a água.” (FURLANI; SILVA, 2006, p.24).

Segundo o CBMERJ (2005c), no sistema de arrefecimento a ar, é utilizado um ventilador, que força a passagem do ar por entre as aletas dos cilindros e do cabeçote, para trocar calor. O sistema de arrefecimento por líquido é o mais empregado. O líquido de arrefecimento circula por meio de dutos, trocando calor com as superfícies por onde passa.

Para Furlani e Silva (2006, p. 24), existem três tipos de sistemas de arrefecimento:

- **Sistema de arrefecimento a ar:** usado em aviões, motocicletas, motores de veículos e alguns tratores. Esses motores apresentam aletas que tem por função aumentar a superfície de contato com o ar e, assim, melhorar o escoamento do calor.
- **Sistema de arrefecimento a água:** usado em motores estacionários agrícolas e industriais. O controle da temperatura é feito através de uma válvula termostática e só ocorre superaquecimento se faltar água.
- **Sistema de arrefecimento a ar e água:** para motores de pequena, média e alta potência de tratores e veículos. A água absorve o calor dos cilindros e transfere-o ao ar por meio de um radiador.

O sistema de arrefecimento a ar e água é o mais comum e o seu funcionamento se dá da seguinte forma:

- O líquido de arrefecimento é bombeado através das camisas do motor, carregando o calor do cabeçote, pistões, câmaras de combustão, paredes dos cilindros, válvulas, etc. O líquido aquecido circula das camisas do motor, através de uma mangueira, para o radiador onde, auxiliado por um ventilador, esfria-se e retorna através de outra mangueira, ao motor.
- O líquido de arrefecimento, portanto, circula sob pressão, por todo o sistema de arrefecimento. A bomba d'água é o componente encarregado de impulsionar essa circulação, acelerando a passagem do líquido através de um rotor.
- Enquanto o motor não atinge sua temperatura ideal de funcionamento, o líquido de arrefecimento circula apenas por um "pequeno circuito", que percorre somente as galerias do motor. Este circuito é controlado pela válvula termostática. Quando a temperatura [ideal] é alcançada (85°C a 95°C [dependendo do motor]), esta válvula abre-se e então o líquido de arrefecimento começa a circular pelo circuito completo. Neste circuito, passa pelo **radiador**. Ali, o ar exterior e a corrente de ar gerada pelo **ventilador**, abaixam a temperatura do líquido de arrefecimento. (MTE-THOMSON, 2003, p. 9)

Os principais componentes do sistema de arrefecimento são:

- a) Bomba d'água – a sua função é impulsionar o líquido de arrefecimento para que este circule por todas as galerias do radiador e do motor. “Normalmente fixada ao bloco do motor, a bomba é movida pela correia do ventilador – acoplada, por sua vez, à árvore de manivelas. A correia do ventilador deve estar sempre com a tensão correta, para que a bomba funcione com perfeição;
- b) Radiador – “É o principal dispositivo desse sistema. É ele que retira o calor do líquido de arrefecimento, que circula no motor, pela passagem através do conjunto de tubos e colméias.” (CBMERJ, 2005c, p.3). Complementa MTE-THOMSON (2003, p. 11):

O radiador é o componente do sistema que recebe o líquido aquecido e o devolve ao motor com uma temperatura mais baixa. Está posicionado geralmente à frente do motor, de forma a receber o fluxo de ar causado pelo [movimento do veículo ou] movimento do ventilador. O radiador possui dutos internos para a circulação do líquido de arrefecimento, providos de aletas que direcionam o fluxo de ar e auxiliam a dissipar o calor diminuindo a temperatura do líquido;

- c) Ventilador – é o responsável por forçar a passagem de ar pelos dutos internos do radiador quando necessário, para Rahde (2002, p. 40), o ventilador é “[...]destinado a provocar uma intensa circulação de ar através do elemento de refrigeração do radiador”. Quando o

veículo está se movimentando a uma velocidade acima de 60km/h, segundo CBMERJ (2005c), o motor mantém-se arrefecido em virtude do fluxo de ar que circula no radiador devida à velocidade. Quando o veículo está abaixo dessa velocidade, é necessário um ventilador para forçar a passagem de ar e assim manter o motor arrefecido. No entanto, isso não significa que quando o veículo estiver a uma velocidade abaixo de 60 km/h o ventilador irá funcionar, o funcionamento do mesmo dependerá de um interruptor térmico que

- [...] é um componente utilizado nos sistemas de arrefecimento dos veículos equipados com ventilador elétrico ou com embreagem elétrica para acionamento do ventilador. Sua função é reagir conforme a temperatura do líquido de arrefecimento do radiador. Ao atingir a temperatura máxima especificada, este interruptor fecha um circuito elétrico, acionando o ventilador para baixar a temperatura. Ao atingir esta outra temperatura mínima especificada, o interruptor abre o circuito, desligando o ventilador. Dessa forma o sistema pode manter a temperatura dentro de uma faixa pré-determinada. Assim como as válvulas termostáticas, cada motor possui um interruptor térmico específico.
- Um interruptor térmico atuando fora da faixa operacional especificada (devido à incrustação de sujeira ou elementos fixados ao bulbo de contato), fará o motor funcionar fora de sua temperatura ideal. (MTE-THOMSON, 2003, p. 13).

Existem motores antigos nos quais o ventilador é acionado pelo motor, sendo fixado à bomba de água ou à polia da árvore de manivelas. A desvantagem desse sistema é que o ventilador gira o tempo todo, mesmo que o veículo esteja a uma velocidade que torne desnecessária a sua ação, ocasionando um desperdício de potência. (CBMERJ, 2005c);

d) Tampa do radiador – a função da tampa é fechar o radiador e controlar a pressão do sistema. É muito importante que o sistema esteja devidamente pressurizado, pois sob uma pressão normal a água entraria em ebulição mais facilmente e danificaria o motor. Porém, não é só a falta de pressão que é prejudicial ao motor, o excesso também. Por isso algumas tampas são dotas de um dispositivo que se abre quando a pressão está muito elevada permitindo a diminuição da mesma. Para MTE-THOMSON (2003, p. 16),

- O controle de pressão faz com que: o líquido tenha uma circulação completa, atingindo todos os pontos do motor; tenha um ponto de ebulição mais elevado; impede a formação de vapor no interior do motor; e permite a entrada de ar atmosférico quando a temperatura do líquido abaixa;

e) Válvula termostática – é uma válvula sensível à temperatura que controla a passagem de água entre o radiador e o motor. Acrescenta MTE-THOMSON (2003, p. 9-10) que

- A válvula termostática é um componente instalado geralmente entre o motor e o radiador. Sua função é proporcionar um aquecimento mais rápido do motor e depois manter a temperatura dentro de uma faixa ideal de trabalho, controlando o fluxo de líquido de arrefecimento, do motor para o radiador
- Enquanto o motor está frio, o líquido circula somente em suas galerias internas, para aquecer-se rapidamente. Ao atingir a temperatura especificada, a válvula abre-se através da ação da cera expansiva (aumenta seu volume em função da temperatura) permitindo que o líquido passe para o radiador, abaixando a temperatura e mantendo a pressão no sistema. Quando o motor esfria, a válvula fecha-se novamente.
- Considerando que cada motor funciona a uma temperatura específica, as válvulas termostáticas também são específicas. Cada válvula possui uma temperatura calibrada, indicada por um código, onde a abertura e o fechamento já estão pré-determinados.

Na falta de uma válvula termostática, o líquido de arrefecimento teria passagem livre para o radiador mesmo com o motor frio. Isso faria com que o motor trabalhasse por mais tempo abaixo de sua temperatura ideal, ocasionando, segundo CBMERJ (2005c), problemas como a eliminação de folgas normais entre cilindros e êmbolos, podendo ocasionar escoriações nos componentes do motor.

4.1.5.4 Sistema de lubrificação

Lubrificação é a interposição de substâncias oleosas entre superfícies em contato de peças em movimento.

O sistema de lubrificação de um automóvel é o responsável por lubrificar as peças móveis do motor diminuindo o atrito entre elas. Segundo Furlani e Silva (2006, p. 27), “Em um motor diversas peças de ferro deslizam umas sobre as outras gerando atrito e provocando o aquecimento e desgaste. Esse efeito é contornado através de uma lubrificação correta, e é o sistema de lubrificação o responsável pela manutenção de uma película de lubrificante entre essas peças em movimento.”

Para Furlani e Silva (2006, p.27), o sistema da lubrificação dos motores apresenta 4 funções básicas:

- Permitir que o óleo lubrificante forme uma película na interface de contato entre as superfícies móveis, reduzindo o atrito e, por conseqüência, limitando a perda de energia mecânica e o desgaste dos materiais, facilitando o movimento das partes deslizantes;
- Promover uma circulação ininterrupta do óleo nos pontos que exigem lubrificação a fim de contribuir para manter dentro de certos limites a temperatura das partes móveis, sob as quais a ação do sistema de arrefecimento não é efetivo, tais como nos pistões, recebendo o calor e dissipando-o no cárter;
- Fazer com que o óleo lubrificante promova a limpeza dos pontos de lubrificação, removendo resíduos da combustão, partículas metálicas, etc;

- Permitir que o óleo forme uma fina película de vedação entre a parede do cilindro e os anéis do êmbolo.

Complementa o CBMERJ (2005c, p. 22):

- O deslocamento das peças exige um certo dispêndio de energia e desenvolve uma quantidade de calor. O calor resultante do atrito pode atingir tal intensidade, que será capaz de “amolecer” o metal macio, a ponto de provocar a fusão dos dois metais. Para diminuir o efeito do atrito devemos, entre outros recursos, substituir o contato sólido por um contato fluido.

Esse contato fluido é realizado pelos óleos lubrificantes, um dos elementos mais importantes desse sistema, que fica armazenado no cárter.

Quanto aos lubrificantes, Rahde (2002, p. 43-44), estabelece que

Os óleos destinados à lubrificação dos motores de combustão interna devem possuir um certo número de qualidades perfeitamente determinadas. Sob o ponto de vista prático, eles são caracterizados principalmente pela sua viscosidade, o seu ponto de combustão e o seu ponto de congelamento.

Existem 4 diferentes sistemas de distribuição do óleo no motor: sistema de mistura com combustível, sistema de borrifio, sistema de circulação e borrifio e sistema de circulação sob pressão. Nos motores ciclo Diesel, é utilizado o sistema de lubrificação sob pressão.

Esse sistema, resumidamente, funciona da seguinte forma: o óleo lubrificante, que está armazenado em um reservatório, é sugado por uma bomba, passa por um filtro e após é enviado à árvore de manivelas e sistema de distribuição. “Por meio de tubulações rígidas e flexíveis, o óleo é conduzido pelos diferentes pontos de distribuição onde, por meio de canais e orifícios (galerias) vai lubrificar pistões, cilindros, mancais da árvore de manivelas e comando de válvulas, moentes, munhões, pinos dos êmbolos, engrenagens de distribuição, balancins, balancins e sua árvore (se for o caso), etc.” (CBMERJ, 2005c, p. 25). Quanto aos orifícios no motor utilizados na lubrificação, Furlani e Silva (2006, p. 28) explicam que: “O eixo de manivelas possui orifícios que levam o óleo aos mancais das bielas e aos eixos fixos. A biela possui um pequeno orifício coincidindo com o furo de escavação da árvore de manivelas, fazendo com que o óleo seja esguichado para as paredes do cilindro.” Após todo esse processo, o óleo retorna ao reservatório pela ação da própria gravidade.

Quanto aos principais componentes, são citados os seguintes:

- a) Cárter – é o local onde é armazenado o óleo lubrificante, abrigando também a bomba de óleo;
- b) Bomba de óleo – é o elemento que retira o óleo do cárter e o distribui, sob pressão, para as partes internas do motor;

- c) Válvulas – segundo CBMERJ (2005c), existem dois tipos de válvulas: válvula de alívio e válvula de segurança do sistema (ou by pass). A válvula de alívio, também conhecida como reguladora de pressão, tem a função de manter constante a pressão de vazão do óleo que sai da bomba, permitindo uma vazão uniforme de escoamento nos pontos de lubrificação. A válvula de segurança está localizada junto ao filtro de óleo para que quando ocorra a obstrução deste, o motor não fique desprovido de lubrificação. Em caso de obstrução do filtro, a pressão da bomba aumenta, acionando a válvula de segurança que abrirá um orifício por onde o óleo flui diretamente sem ser filtrado. Segundo CBMERJ (2005c, p. 27), a válvula de segurança

[...] é colocada em pontos de possíveis estrangulamentos para aliviar a pressão do fluxo quando esta atinge valores críticos. Baseia-se no princípio de que é melhor um motor lubrificado com óleo impuro do que não ocorrer a lubrificação. Também é conhecida como válvula de segurança do filtro por estar localizada, normalmente, junta a este. Em alguns motores existe mais de uma válvula de segurança;

- d) Filtros – são os responsáveis por retirar as impurezas do lubrificante, tais como partículas metálicas, resíduos da combustão, etc. Existem dois tipos: o filtro primário, que consiste basicamente de uma tela de arame e tem a função de reter as impurezas de maior tamanho; e o filtro propriamente dito (filtro de óleo), que filtra sucessivas vezes, removendo a maioria das impurezas que tenham sido recolhidas pelo óleo quando se sua circulação pelo motor. (CBMERJ,2005c; FURLANI; SILVA, 2006);
- e) Manômetro – segundo Furlani e Silva (2006, p. 28), o manômetro é o instrumento que “indica a resistência que o óleo encontra ao ser forçado pelo sistema, ou seja, indica a pressão do óleo.” Complementa o CBMERJ (2005c, p. 28), estabelecendo que o manômetro “É um instrumento colocado no motor que fornece, no painel do veículo, constantemente, indicações precisas sobre a lubrificação do motor. A pressão medida pelo manômetro é tornada, normalmente, no fim da galeria principal que é também a pressão da bomba.”

4.1.5.5 Sistema de partida

“Esse sistema é o responsável pelo início do funcionamento dos motores de combustão interna, promovendo as primeiras explosões.” (FURLANI E SILVA, 2006, p.25). Seus principais componentes são o motor de arranque, que é o responsável por acionar o

motor do veículo até que tenham início as explosões e este possa funcionar por si mesmo, a bateria, que é a fonte de energia elétrica dos automóveis, e a fiação elétrica.

Segundo Furlani e Silva(2006), nos motores Diesel existem diversos tipos de partida, dentre os quais destacam-se quatro:

- Partida manual: esse sistema é encontrado em motores estacionários. A partida é dada puxando-se uma corda, a qual movimentava o volante do motor e este transmite o movimento à árvore de manivelas, à biela e finalmente aos êmbolos, iniciando, então, as primeiras explosões. Ao invés de cordas, a partida pode se dar também através de manivelas, que são encontradas em motores Diesel monocilíndricos, onde a manivela age na árvore de manivelas até conseguir a rotação suficiente para o funcionamento do motor;
- Partida com motores a gasolina: esse sistema é composto por um motor de partida a gasolina cuja partida é dada por um cordão enrolado ao volante. O movimento é transmitido ao motor a Diesel através de um conjunto pinhão embreagem;
- Partida com gasolina: alguns motores Diesel apresentam uma válvula de arranque, é uma câmara auxiliar com uma vela de ignição. A válvula de arranque serve para abaixar a razão de compressão até um valor igual a um motor a gasolina. O motor começa a funcionar com gasolina e depois de algum tempo passa a Diesel;
- Partida com motor elétrico: esse sistema é o mais comum atualmente entre os veículos Diesel, apresentando como sistema de partida, motores elétricos de corrente contínua proveniente de uma bateria. O movimento do motor elétrico é transferido ao motor através de um pinhão que se acopla a uma coroa dentada fixa ao volante do motor. Ao ligar a chave de contato uma corrente elétrica passa para o motor de arranque, o pinhão se acopla à coroa e, só depois do engrenamento, que o motor de arranque é acionado. Ao iniciar o movimento do motor ocorre o desacoplamento da coroa e pinhão para que não haja danos ao motor de arranque.

4.2 SISTEMA DE SUSPENSÃO

A suspensão de um veículo é constituída por um conjunto de várias peças, mas em geral, costuma-se designar por esse nome apenas as molas e os amortecedores. A rigor, entretanto, são todos os elementos que permitem ao veículo transitar por qualquer tipo de

estradas, boas ou ruins, e reduzir todo balanço que daí resultaria de maneira que o seu interior se torne agradável para os seus passageiros, e conveniente para o transporte de carga evitando também o desgaste de componentes do veículo. Assim sendo, a suspensão seria constituída pêlos pneus, molas, amortecedores e também os estofamentos dos bancos. (IPEC, 2001).

Como o estofamento contribui pouco para a suspensão, a denominação suspensão será reservada para as molas, amortecedores e pneus:

- a) Pneus – por mais perfeita que seja uma estrada, asperezas de um centímetro são inevitáveis. Essas asperezas são completamente absorvidas pelos pneus do veículo, sendo que as molas e amortecedores nem chegam a senti-las. (IPEC, 2001). Além da função de amortecimento, pode-se dizer que os pneus têm três funções importantes: impulsionar, frear e manter a dirigibilidade do veículo. (DENATRAN, 2005). Portanto, os pneus também influenciam na estabilidade de um veículo, dessa forma devem estar sempre em perfeitas condições de uso e com a calibragem ideal;
- b) Molas – são as molas que sustentam o peso do veículo, sendo comprimidas ou distendidas, conforme as irregularidades encontradas no solo, servindo para transformar as irregularidades do terreno em oscilações que por sua vez serão absorvidas pelos amortecedores. Basicamente, existem três tipos de molas: molas de lâminas ou feixe de molas, molas de torção e molas helicoidais. Não existe bem uma regra quanto ao uso de uma ou de outra, porém pode-se dizer que as molas de lâminas são usadas em veículos pesados e as molas helicoidais, em veículos de passageiros. No entanto, existem vários veículos de passageiros utilizando molas de lâminas. É bastante comum veículos que usam os dois tipos, nas rodas dianteiras um e nas rodas traseiras outro. Quanto à durabilidade, constata-se que qualquer que seja o tipo de mola, a tendência é que com o tempo de uso ela enfraqueça e chegue a quebrar, sendo necessária a sua substituição. (IPEC, 2001);
- c) Amortecedores – quando o veículo passa por um obstáculo as molas têm a função de evitar os trancos, transformando-os em oscilações suaves. Porém, as oscilações muitas vezes são maiores que a amplitude dos trancos, tornando-se um risco para a segurança do veículo. Os amortecedores têm a função de reduzir a um mínimo possível essas oscilações, de maneira que as molas retornem rapidamente a sua posição normal de trabalho. O efeito de amortecimento é obtido fazendo-se o fluido hidráulico, que existe no interior do amortecedor, passar por pequenos orifícios no interior do mesmo. Esses orifícios têm tamanho controlado, de maneira tal que o óleo encontra dificuldade para

passar por eles. Esta dificuldade se transforma em controle sobre as oscilações das molas. (IPEC, 2001).

4.3 SISTEMA DE FREIOS

A função dos freios não é nada mais do que diminuir a velocidade e parar veículos em movimento e também mantê-los parados quando necessário. Conforme Santos Junior (2006, p.1) “Os freios surgiram a partir da necessidade de parar algo que se deslocava ou impedir que algo se deslocasse.” Pugliesi (1997, p.173) estabelece ainda que “[...] além de serem capazes de desacelerar um veículo em movimento até sua parada, devem ser capazes de fazê-lo no menor espaço possível.”

Para atingir esta eficiência, Pugliesi (1997, p.174) indica alguns fatores que influenciam poderosamente na utilização do sistema:

- Pneus muito desgastados, cujas bandas de rodagem já tenham sido absolutamente ou grandemente alisadas, isto é, **pneus carecas**, diminuem em muito a eficiência do sistema posto que, em última análise, o esforço de parada repousa sobre eles.
- Ainda, os freios não devem travar as rodas, explicitemos: quando se exerce uma pressão excessiva sobre freios normais, estes fazem com que as rodas sejam bloqueadas e deslizam, aumentando o espaço de frenagem. Para evitar este tipo de inconveniente é adequado bombear-se o pedal, isto é, tocar intermitentemente com relativa força o pedal de freio até que o veículo pare.

Quanto ao princípio de funcionamento, “Os sistemas de freios dos veículos se baseiam, em sua totalidade, no atrito de certas peças, de modo que a energia do carro em movimento se transforma em calor nas superfícies atritantes.” (IPEC, 2001, p.93). No mesmo sentido concorda Pugliesi (1997, p. 174-175), complementando que

- Várias soluções foram empregadas para parar ou reduzir veículos, contudo, todas empregando a fricção como elemento de parada ou de redução da velocidade. Quando dois corpos são postos em contato e um deles se move e o outro não, ou ainda, quando ambos se movem em direções contrárias, ocorre entre eles um atrito dinâmico que recebe o nome de fricção. A fricção promove a dissipação de energia sob forma de calor.

Um dos recursos utilizados como auxílio para a diminuição da velocidade de um automóvel é suprimir o fornecimento extra de combustível, retirando o pé do acelerador, isso fará com que a rotação do motor caia para marcha lenta. (PUGLIESI, 1997). Esse recurso tornar-se-á mais efetivo se quando o motor estiver em marcha lenta, o motorista reduza a marcha. (IPEC, 2001).

Segundo o DENATRAN (2005, p.20), “Os principais componentes do sistema de freios são: sistema hidráulico, fluido, discos e pastilhas ou lonas, dependendo do tipo de veículo.”

Segundo o Núcleo Estadual de Automecânicas do Rio Grande do Sul (2006), existem dois sistemas de freios: a disco e a tambor. O primeiro funciona quando duas pastilhas prendem o disco que acompanha o movimento da roda. No segundo, a pressão das lonas alojadas dentro do tambor faz com este pare a roda. A maioria dos carros hoje tem um sistema misto, a disco na frente e a tambor atrás. Alguns são fabricados com disco nas quatro rodas. O funcionamento depende do fluido de freio e do estado dos discos, pastilhas, lonas e tambores.

4.3.1 Freio a tambor

É formado por um tambor de ferro preso ao cubo da roda (portanto girando com ela) e uma placa de metal, o espelho do freio que é fixado na carcaça do eixo não se movimenta. No interior do tambor há um par de sapatas semicirculares, com um revestimento especial (as lonas) de elevado poder de atrito. Duas das extremidades das sapatas são ligas aos pistões, no interior de um cilindro (este completa o círculo formado pelas sapatas). As outras extremidades se apóiam num pino. As sapatas e cilindro estão fixos ao espelho, de maneira que não se movimentam com a roda. Quando o pedal do freio é acionado a pressão no fluido hidráulico chaga ao cilindro da roda afastando os pistões. Estes por sua vez, empurram as sapatas contra a parede interna do tambor (que gira), fazendo com que a roda perca a rotação. (IPEC, 2001).

Para Santos Junior (2006), existem duas espécies de freios a tambor: freios a tambor com sapata interna e freios a tambor com sapata externa. O primeiro é utilizado normalmente como freio traseiro de veículos de passeio ou como freio de caminhões e ônibus e o segundo é utilizado em maquinas de elevação, tais como pontes rolantes, elevadores, guias, etc.

4.3.2 Freio a disco

Trata-se de um disco de aço ligado ao cubo da roda e que gira com ela. Abraçando o disco existe uma pinça, que aloja um par de pastilhas (uma de cada lado do disco) encostada a dois pistões dentro de cilindros. Um duto flexível liga o conjunto ao sistema hidráulico. Quando é acionado o pedal do freio, a pressão no óleo força os pistões, que empurram as pastilhas contra o disco, diminuindo sua rotação. Existem diversos modelos de pinça, que podem conter um, dois ou até mesmo quatro pistões. Uma abertura na pinça permite checar o estado das pastilhas. À medida que elas se desgastam os pistões compensam a folga entre as pastilhas e o disco. (IPEC, 2001).

Santos Junior (2006, p.5-6) explica o sistema de freio a disco da seguinte forma:

- Um freio a disco é basicamente uma embreagem à seco na qual um dos elementos trabalha em rotação nula. Assim, o disco, que normalmente é o elemento ligado ao eixo girante, é acoplado a um eixo com velocidade nula através de uma pinça. Essa está presa à estrutura do veículo ou dispositivo. A pinça pode ter acionamento pneumático, como em veículos ferroviários e alguns freios de caminhões e ônibus; hidráulico, como na maioria dos veículos comerciais de pequeno porte, ou outro (elétrico, magnético, por esforço centrífugo, etc).
- Devido ao grande torque a ser transmitido, normalmente até duas ou três vezes maior do que o do motor, os discos necessitam de grande área de resfriamento. Por isso, apenas parte de sua superfície é utilizada como superfície de atrito a cada instante. As pastilhas de freio, que fazem a função da placa de pressão e do volante nas embreagens, ocupam uma pequena parcela da área total do disco. Para facilitar a reposição, o material de atrito fica nas pastilhas e não nos discos, que são normalmente metálicos (ferro fundido, aço, alumínio, ...). Os discos podem ser sólidos, para menores potências de frenagem, ou ventilados. Esses últimos podem ser ventilados por aletas internas ou por furos na superfície de atrito, como em motocicletas. Os furos também têm a função de retirar o material desgastado da região de contato entre a pastilha e o disco.

Para Pugliesi (1997) o sistema de freio a disco é o mais comum em termos de segurança.

4.4 SISTEMA DE TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão permite que a potência do motor chegue até as rodas do automóvel, fazendo com elas se movimentem. A transmissão também permite ajustar as rotações do motor à velocidade requerida pelas rodas.

Em geral, um motor em marcha lenta gira a cerca de 900 rpm. Supondo que essas rotações fossem transmitidas diretamente às rodas, o motor conseguiria impulsionar o carro a uma velocidade de 80km/h, mas sem qualquer aceleração. Como seria extremamente difícil

dirigir assim, as rodas se ligam ao motor através de um sistema de engrenagens cujo papel é diminuir as rotações que chegam as rodas. (IPEC, 2001).

Esse sistema basicamente é formado pelos seguintes componentes:

- a) Caixa de câmbio – dentro da caixa de câmbio há dois conjuntos de engrenagens de vários tamanhos, montados em dois eixos. Um deles se divide em primário e secundário; o outro é o eixo fixo. A alavanca de câmbio aciona, no interior da caixa, os seletores, que escolhem a engrenagem correta para determinada velocidade. As chamadas “relações de transmissão”, dadas por números, indicam as rotações que o motor deve executar para que o eixo secundário dê uma volta completa. A primeira marcha funciona da seguinte maneira: uma engrenagem pequena, com poucos dentes, recebe movimentos rotativos do motor e aciona outra, maior e com mais dentes, conectada as rodas do carro, esta como é maior gira mais lentamente que a pequena. Em conseqüência, as rodas giram bem devagar, mas em compensação, transmitem elevado torque. É isso que permite ao motor deslocar grandes pesos, como quando o carro inicia seu movimento ou quando sobe uma ladeira acentuada. Saindo da caixa de câmbio, esse torque passa para o eixo cardã (se houver) e este transmite ao diferencial. (IPEC, 2001). Costa (2002) enfatiza que

[...] um automóvel, quando se movimenta ou sobe uma encosta, necessita de um torque superior àquele de que precisa quando se desloca a uma velocidade constante numa superfície plana. A caixa de câmbio permite ao motor fornecer às rodas a força motriz apropriada a todas as condições de locomoção. Assim, quanto maior for o número de rotações ao virabrequim em relação ao número de rotações das rodas, maior será a força motriz transmitida às rodas, verificando-se, ao mesmo tempo, uma proporcional redução da velocidade do automóvel. Várias engrenagens são utilizadas para permitir uma ampla gama de desmultiplicações, ou reduções;

- b) Embreagem – a embreagem tem como função específica conectar o motor ao sistema de transmissão e desconectá-lo segundo um comando mecânico de pedal, permitindo que o motor gire sem provocar o movimento do veículo. A embreagem funciona ainda como elemento promovedor de saídas suaves e engates de marcha mais fáceis e sem ruído. (PUGLIESI, 1997). Segundo o IPEC (2001, p. 124) “A embreagem desliga a caixa de câmbio do motor. Isso possibilita uma mudança de marchas suave e também impede que o motor morra, quando se engrena a primeira marcha. Permite, ainda um arranque suave.” A embreagem possui três peças principais: o volante do motor, o disco e o platô. O volante é preso ao virabrequim e roda junto com ele. O disco se encaixa às estrias do eixo primário da caixa de câmbio e encosta no volante. O platô parafusado ao volante, envolve o disco e o comprime contra o volante. Quando a embreagem é acionada, o platô se move para trás, aliviando a pressão colocada sobre o disco. Este então se afasta do volante, desvinculando a caixa de câmbio do movimento do motor. (IPEC, 2001, p.124);

- c) Diferencial – na etapa final de seu trajeto até as rodas, a rotação do motor passa pelo diferencial. Nos carros com motor dianteiro e tração traseira, esse conjunto forma uma unidade separada e está instalado no eixo de trás. Em todos os outros tipos de carro, o diferencial é parte integrante da caixa de câmbio. O diferencial desempenha duas ou três funções, dependendo da disposição longitudinal ou transversal do motor. Primeiro, executa a redução final na transmissão; segundo, nas curvas, liga a tração apenas na roda interna, que gira mais lentamente; terceiro, quando o motor está colocado longitudinalmente, altera em 90 graus o movimento de rotação do cardã para acionar as rodas motrizes. O diferencial permite que duas rodas girem com velocidades diferentes quando o automóvel executa uma curva, ajudando a reduzir o desgaste dos pneus e do conjunto de transmissão. (IPEC, 2001);
- d) Cardã – nos veículos com tração nas rodas traseiras e motor dianteiro, a rotação é transmitida para a caixa de câmbio e desta segue para um eixo de aço – o chamado cardã (ou eixo de transmissão) – até chegar ao conjunto do diferencial, no eixo das rodas traseiras. O eixo cardã possui uma junta universal (popularmente conhecida como cruzeta) em cada ponta. Essas juntas permitem uma variação de ângulo entre o eixo traseiro e a caixa de câmbio. Assim os movimentos bruscos da suspensão em terrenos irregulares, que deslocam as rodas para cima e para baixo, não afetam o movimento do sistema. Como o movimento do eixo traseiro também altera a distância entre este a caixa de câmbio, o cardã possui uma junta deslizante que o “estica”. Carros com motor na frente e tração dianteira tanto quanto os com motor atrás e tração traseira, não possuem eixo cardã. O motor e a caixa de câmbio ficam bastante próximos às rodas que estão sendo acionadas. Assim, o movimento se transmite por engrenagens, diretamente do câmbio ao conjunto do diferencial, que na maior parte das vezes está montado dentro da mesma caixa de transmissão, e daí para os semi-eixos. Os semi-eixos também têm juntas universais para compensar os saltos da suspensão e das rodas. Nos carros com motor e tração frontal as rodas motrizes precisam, ainda, virar de um lado a outro. As juntas comuns não permitem ângulos acentuados, pois isso causaria variação de velocidade das rodas, quanto mais se girasse a direção. Utiliza-se então, um tipo especial de junta, chamada “homocinética” que faz com que os semi eixos girem a velocidades iguais e permite curvas bem fechadas nas manobras. (IPEC, 2001).

4.5 SISTEMA ELÉTRICO

Segundo o IPEC (2001, p.9) esse sistema é o responsável por “alimentar e gerenciar os componentes elétricos do automóvel.” Para Pugliesi (1997, p.221),

- O sistema elétrico tem como função precípua acionar o motor de arranque [...]. De um modo geral, pode-se dizer que o sistema elétrico é uma espécie de usina geradora de energia que retira a sua potência de um dínamo que é acionado pela energia armazenada pelo motor na bateria.

Cerca de 1000 metros de fio unem os componentes elétricos num automóvel atual. Todos os fios da instalação, à exceção das ligações à massa, à bateria e aos cabos de alta tensão da ignição, apresentam cores diversas, que correspondem a um código de identificação. Na maioria dos automóveis, o código está normalizado a fim de permitir reconhecer rapidamente os diferentes circuitos ao efetuar-se qualquer reparação. A bateria atua como reservatório de energia que fornece eletricidade ao sistema quando o motor está parado. Quando o motor trabalha a um regime superior da marcha lenta, o alternador supre todas as necessidades de energia do automóvel e carrega a bateria. Para manter o motor do automóvel em funcionamento são apenas solicitados alguns elementos do sistema elétrico, os restantes fazem funcionar as luzes, limpadores de para brisas e outros acessórios. Alguns destes, como a buzina, por exemplo, são considerados obrigatórios por lei, sendo muitos outros considerados extras. (COSTA, 2002).

A corrente do sistema elétrico de um automóvel é fornecida pela bateria quando o motor não está funcionando e pelo gerador, normalmente um dínamo que foi substituído por um alternador, que fornece a corrente necessária para um número cada vez mais crescente de acessórios elétricos que os automóveis modernos incluem. Uma das principais funções do sistema elétrico nos motores Diesel consiste em produzir a energia para tornar possível o arranque do motor térmico por meio do motor de arranque. O sistema elétrico de um veículo está dividido em circuitos, cada um dos quais com diferentes funções básicas e comandos. São o circuito de arranque, o circuito da carga da bateria, o circuito das luzes e os circuitos acessórios, na maior parte dos casos, protegidos por um fusível. (COSTA, 2002).

Conforme Pugliesi (1997), o sistema elétrico pode ser dividido em 4 subsistemas:

- a) Sistema de arranque – esse sistema já foi estudado na seção 4.1.5.5, com o título sistema de partida;
- b) Sistema de iluminação – “compreende uma ampla variedade de lâmpadas e circuitos correlatos, destacando-se entre elas os faróis, seta direcional, o farol de ré, as lâmpadas de estacionamento, bem como as lâmpadas do painel.” (PUGLIESI, 1997, p. 245). O sistema

de iluminação de um veículo é fundamental, tanto para o motorista enxergar bem o trajeto, como para o automóvel ser visto por todos os outros usuários da via e assim, garantir a segurança no trânsito. Sem iluminação, ou com iluminação deficiente, aumenta o risco de acidentes. (DENATRAN, 2005).

- c) Sistema de ignição – esse sistema é efetivo dos motores ciclo Otto, que necessitam de um sistema de ignição para haver uma contínua combustão. Nos dos motores Diesel, a ignição do combustível durante o funcionamento se dá por compressão. Portanto esse sistema não será estudado.
- d) Sistema de carga à bateria – este sistema é responsável por recarregar a bateria, fornecer energia e por controlar a voltagem, impedindo excessos, com o crescimento da velocidade do motor. É formado pelos seguintes componentes: dínamo ou gerador, disjuntor ou relê de corrente invertida, regulador de voltagem e bateria. (PUGLIESI, 1997).

5 ITENS DO VEÍCULO QUE DEVEM SER OBSERVADOS NO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO

No capítulo anterior foi constatado que um veículo é formado por diversos sistemas e componentes, sendo que todos trabalham em conjunto para dar condições de funcionamento para o veículo. Incorreto seria dizer que esse ou aquele componente ou sistema é mais ou menos importante, pois todos têm uma função específica e essencial no conjunto do funcionamento. Mesmo um parafuso fora do lugar pode ser o motivo para um veículo parar.

Porém, existem componentes que estão mais sujeitos a uma possível falha e muitas vezes a falha de um componente específico pode ocasionar defeitos em vários outros (DENATRAN, 2005). Diante disso, é possível deduzir que apesar de todos componentes serem indispensáveis ao funcionamento do veículo, alguns devem receber uma atenção especial na proposta de manutenção. Além do mais, seria inviável que a proposta do programa de manutenção compreendesse uma manutenção em todos componentes dos sistemas do automóvel, uma vez que isso compreenderia um tempo muito grande na execução além do que os motoristas da corporação não possuem capacidade técnica para realizar uma manutenção dessa ordem.

A questão da complexidade também é um fator a ser analisado. Isso porque, mesmo que um componente seja diariamente suscetível à falha, não vai surtir efeito colocá-lo como item a ser observado no programa de manutenção se os seus executores, os motoristas, não souberem como examiná-lo corretamente.

Portanto, basicamente três questões foram levadas em consideração para se estabelecer quais itens devem ser verificados no programa de manutenção:

- I. Qual a real probabilidade de falha no componente ou sistema a ser analisado e também com que frequência essa falha pode acontecer;
- II. De que maneira essa falha pode afetar os outros componentes e sistemas de forma a danificá-los, aumentando o tempo e o custo de reparação;
- III. A complexidade da verificação, tendo em vista o conhecimento técnico dos responsáveis por executá-la.

A partir daí, para facilitar e tornar viável todo o processo, foram estabelecidas prioridades, dividindo a manutenção em quatro categorias: diária, semanal, mensal e cuidados gerais. Cada categoria será abordada separadamente, definindo-se os itens a serem observados em cada uma. Para isso, além de ter como base os estudos realizados nos capítulos anteriores,

foram observados os manuais de garantia e manutenção de veículos das marcas Mercedes-Benz, Fiat, Renault e Volkswagen e também alguns modelos de manutenção de outras instituições como do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (ANEXO A), Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (ANEXO B) e do Exército Brasileiro (ANEXO C).

Cabe ressaltar que a observância da manutenção proposta por esse trabalho não exclui, sob forma alguma, a observância dos manuais de manutenção específicos de cada marca e modelo que são disponibilizados pelos fabricantes. Pois nesses manuais estão inclusas observações técnicas e específicas para cada modelo de veículo, sendo que essas observações não se podem generalizar, logo não é aconselhável incluí-las em uma proposta de programa de manutenção padronizado.

Segundo Magot-Cuvru (1978, p. 534), “Um manual de manutenção não é um documento para ser arquivado, mas um instrumento que o usuário deve ter sempre à mão.”

Portanto, nas categorias de manutenção que estão subscritas, os itens a serem observados são genéricos, sem a verificação de detalhes específicos de cada marca e modelo. Como exemplo disso cita-se a verificação do óleo do cárter, segundo o programa proposto, o motorista deve fazer diariamente apenas a verificação do nível do mesmo. As questões que englobam o tempo de troca, a especificação do óleo a ser usado, a qualidade e a quantidade, não podem ser generalizadas, pois são específicas para cada motor e para cada tipo de óleo, sendo assim devem ser observadas de acordo com o manual do proprietário.

5.1 MANUTENÇÃO DIÁRIA

São as operações de verificação e controle que devem ser realizadas diariamente pelo responsável pela manutenção. A seguir, serão descritos os itens que deverão ser observados nessa manutenção.

- ✓ **Visão geral da viatura:** nesse item o responsável pela manutenção fará uma análise das condições gerais viatura como lataria, pintura, estofamento, portas, etc.
- ✓ **Limpeza da viatura:** um fator determinante para a adequada conservação do veículo é a execução de uma limpeza periódica no mesmo. (PUGLIESI, 1997). O estado geral de limpeza da viatura é o que determinará a abrangência de sua lavagem, portanto é impossível estabelecer em quais componentes do veículo deve ser executada a limpeza

diariamente. Sendo assim, não é necessário realizar uma lavagem completa da viatura, deve-se limpar apenas o que estiver sujo. Cabe destacar que a limpeza deve ser realizada na parte interna e externa do veículo, devendo ser observadas as seguintes recomendações:

- Utilizar água e produtos neutros para eliminar vestígios de agentes corrosivos (sal, areia, barro, etc);
 - Evitar o uso de escovas com fibras duras ou panos sujos, pois causam riscos e opacidade na pintura;
 - Lavar o veículo preferencialmente à sombra, utilizando água fria;
 - Não utilizar produtos para a limpeza que contenham solventes como álcool, gasolina, etc. (IVECO, 2006);
 - Quando houver a presença de barro, a lavagem deve ser efetuada enquanto este ainda estiver úmido, para evitar possíveis riscos na pintura. (PUGLIESI, 1997).
- ✓ **Nível de água do radiador:** a água ou líquido de arrefecimento, é o principal componente do sistema de arrefecimento do motor. Quando o nível de água do radiador está baixo pode causar um superaquecimento no motor causando diversas complicações. Segundo MTE – THOMSON (2003 p.16) “O superaquecimento prejudica pistões, anéis, cilindros, bielas, mangueiras, árvore de manivelas e de comando de válvulas, diminuindo o tempo de vida útil do motor, aumentando o consumo de combustível e gerando altos custos operacionais.” Apesar de existirem mecanismos no painel dos veículos que indicam um superaquecimento no motor, a verificação não deve subordinar-se apenas a esses mecanismos, pois os mesmos pertencem ao sistema elétrico e estão suscetíveis a falhas de difícil percepção por parte do motorista. Nesse sentido Magot-Cuvru (1978, p. 583) estabelece que “A inspeção constante dos instrumentos do painel não implica em que se deva ter confiança absoluta em suas indicações”. Portanto, a verificação do nível de água deve ser feita diretamente no radiador e se o nível estiver baixo, deve-se completar sempre utilizando água limpa. O *CBPMESP* (1998, p.17) estabelece algumas recomendações quanto à verificação desse item:
- Complete a água do radiador sempre com o motor frio, antes de dar partida;
 - Cuidado ao abrir a tampa com o motor aquecido, pois a água estará sob pressão podendo causar queimaduras;
 - Se preciso completar com o motor quente, coloque água aos poucos e com o motor em funcionamento;
 - Use sempre água limpa, de preferência água potável;
 - Se necessário empregar água suja, na primeira oportunidade, o sistema deverá ser lavado com água limpa e neste caso bem como após vários recompletamentos deverá ser colocado também o aditivo próprio.

- ✓ **Nível de óleo lubrificante do motor:** a lubrificação do motor tem influência decisiva em seu desempenho e durabilidade, por isso sua verificação deve ser diária. Normalmente, um motor consome um pouco de óleo para lubrificação e refrigeração das peças móveis, sendo às vezes necessário completar o nível entre duas trocas. Segundo o Manual de Garantia e Manutenção da Renault (2003, p.20), “Para que a leitura seja válida, as medições devem ser efetuadas com o veículo sobre um piso horizontal e após a parada prolongada do motor. O nível deve estar compreendido entre as marcas mínimo e máximo [...]”. “O excesso tanto quanto a insuficiência são igualmente prejudiciais e cheios de conseqüências, tanto para o funcionamento quanto para a duração da parte mecânica\$ do motor.” (MAGOT-CUVRU, 1978, p.544). O CBMERJ (2005c, p. 23) fornece algumas recomendações:
 - Na operação cotidiana do veículo o usuário pode tomar alguns cuidados. Por exemplo, ficar atento ao marcador de pressão do óleo no painel. A verificação da pressão deve ser feita com o motor em sua rotação nominal (a plena carga). Se houver queda de pressão, parar o veículo imediatamente e procurar ajuda especializada. De outra forma, a baixa pressão resultará em problemas de lubrificação e, conseqüentemente, mau desempenho e até danificação de peças do motor.

- ✓ **Verificação dos pneus:** diariamente devem ser feitas observações nos pneus, inclusive no estepe, principalmente para ver se os mesmos estão cheios e se existem avarias que podem comprometer a disponibilidade da viatura. Um procedimento simples e eficaz é a utilização de um martelo de madeira ou um objeto parecido para bater nos pneus e verificar se os mesmos estão suficientemente cheios. Não é necessário que os pneus sejam calibrados diariamente. Segundo o DENATRAN (2005, p. 16) problemas nos pneus podem ser descobertos com certa facilidade
 - Vibrações do volante indicam possíveis problemas com o balanceamento das rodas. O veículo puxando para um dos lados indica um possível problema com a calibragem dos pneus ou com o alinhamento da direção. Tudo isso pode reduzir a estabilidade e a capacidade de frenagem do veículo.

- ✓ **Nível de combustível:** as viaturas deverão sempre que possível estar com o tanque de combustível cheio ou no mínimo pela metade. (CBPMESP, 1998). Isso pode ser justificado tendo em vista o caráter de urgência dos atendimentos prestados pela corporação e a imprevisibilidade do tempo necessário para executar esses atendimentos.

- ✓ **Sistema de iluminação:** esse sistema, além de propiciar luminosidade suficiente para o veículo poder trafegar à noite, é também incumbido de tornar o veículo visível para os demais motoristas. A verificação desse item compreende a conferência do funcionamento e estado de conservação (vidro quebrado, trincado, sujo ou obstruído) dos faróis, piscas,

luzes de freio, luz de ré, luzes do painel e luzes de emergência (giroflex). Se qualquer um desses itens citados apresentar algum problema no seu funcionamento, deve-se de imediato providenciar o concerto, pois uma viatura de emergência sem iluminação ou com iluminação deficiente, fica ainda mais suscetível a acidentes. O DENATRAN (2005, p. 19-20) estabelece algumas orientações sobre as principais ocorrências relacionadas com a falta de manutenção no sistema de iluminação:

- Faróis queimados, em mau estado de conservação ou desalinhados: reduzem a visibilidade panorâmica e você não consegue ver tudo o que deveria;
- Lanternas de posição queimadas ou com defeito, à noite ou em ambientes escurecidos (chuva, penumbra): comprometem o reconhecimento do seu veículo pelos demais usuários da via;
- Luzes de freio queimadas ou com mau funcionamento (à noite ou de dia): você freia e isso não é sinalizado aos outros motoristas. Eles vão ter menos tempo e distância para frear com segurança;
- Luzes indicadoras de direção (pisca-pisca) queimadas ou com mau funcionamento: impedem que os outros motoristas compreendam sua manobra e isso pode causar acidentes.

- ✓ **Buzina e sirene (alarme sonoro):** a verificação desses itens consiste em acioná-los e verificar se estão funcionando adequadamente. Assim como o sistema de iluminação, esse sistema tem como objetivo tornar o veículo perceptível aos demais motoristas. No caso da buzina, essa é utilizada para advertir aos outros motoristas a fim de evitar acidentes ou também, quando for conveniente, advertir a um condutor que se tem o propósito de ultrapassá-lo. Já a sirene, é um componente essencial para as viaturas de emergência, pois a distingue dos demais veículos da via e quando acionada lhe confere o direito de prioridade no trânsito, além de livre circulação, parada e estacionamento. (CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, 1997).
- ✓ **Vazamentos:** de preferência antes de executar a limpeza, deve-se fazer uma inspeção geral na viatura, verificando se não há vazamentos de fluidos no motor, caixa de mudanças, eixos, caixa de direção, sistema de arrefecimento, sistema de lubrificação, amortecedores, freios, etc. (MERCEDDES-BENZ, 2005). Se for detectado qualquer vazamento, deve-se de imediato providenciar o conserto.
- ✓ **Limpador de pára-brisas:** verificar o funcionamento e o estado de conservação de todo sistema, observando se as palhetas estão rasgadas, soltas, tortas ou danificadas, se o borrifador de água está regulado e funcionando e se a fixação da palheta à haste do braço está firme. (VILANOVA, 2005). É necessário também verificar o nível de água do reservatório e completar se necessário.
- ✓ **Funcionamento do motor e rodagem da viatura:** após a verificação dos itens expostos acima, o motorista da viatura deverá dar a partida do motor, deixá-lo em funcionamento

por algum tempo e fazer um pequeno percurso com a viatura. A simples tarefa de fazer o motor funcionar demonstra a princípio que os sistemas do motor estão funcionando. Todavia, o motorista deve ficar atento e perceber se existem ruídos anormais no motor, bem como se o seu funcionamento apresenta alguma irregularidade. Nesse sentido Magot-Cuvru (1978, p.569) institui que “O motorista de um Diesel deve estar familiarizado com o ruído de seu motor. Assim, por quaisquer diferenças, ele pode detectar anomalias que podem ser tanto de ordem puramente mecânica como de funcionamento.” Portanto, se o responsável pela manutenção detectar alguma irregularidade durante a inspeção de funcionamento do motor, deve-se de imediato providenciar uma verificação por pessoal tecnicamente habilitado, pois são inúmeros os problemas que podem advir como consequência de um simples ruído anormal do motor. Durante a rodagem o motorista pode perceber o funcionamento de vários sistemas como o sistema de freios, transmissão e suspensão.

- ✓ **Sistema de freios:** esse sistema é um dos principais sistemas de segurança do veículo, deste modo é inadmissível que a verificação de seu adequado funcionamento não seja realizada diariamente. Segundo o DENATRAN (2005), as principais razões de perda de eficiência do freio são o nível de fluido baixo e lonas, pastilhas, tambores e discos gastos. Sendo assim, como a verificação do estado de conservação das lonas, pastilhas, tambores e discos, exige um conhecimento técnico por parte do executante, a verificação no sistema consiste, primeiramente, em visualizar se o fluido de freio está no nível especificado pelo fabricante. A verificação completa será durante a rodagem da viatura, na qual o motorista pode perceber ruídos, trepidações, perda de eficiência e pedal duro, sendo que esses indicativos significam que o sistema requer manutenção. (VILANOVA, 2005).

5.2 MANUTENÇÃO SEMANAL

São as operações de verificação e controle que devem ser realizadas semanalmente pelo responsável pela manutenção. A seguir serão descritos os itens que deverão ser observados nessa manutenção.

- ✓ **Verificação e calibragem dos pneus:** a verificação aqui deve ser mais minuciosa que na manutenção diária, analisando também se os pneus estão muito desgastados, se

existem deformações nas carcaças, etc. Nesse sentido o DENATRAN (2005, p. 16) orienta:

- Desgaste: o pneu deverá ter sulcos de, no mínimo, 1,6 milímetros de profundidade. A função dos sulcos é permitir o escoamento de água para garantir perfeita aderência ao piso e a segurança, em caso de piso molhado.
- Deformações na carcaça: veja se os pneus não têm bolhas ou cortes. Estas deformações podem causar um estouro ou uma rápida perda de pressão.

Ao contrário da manutenção diária, na qual apenas é constatado se os pneus estão cheios, na manutenção semanal os pneus devem ser calibrados, independente se estiverem cheios ou não. Quanto à quantidade de libras que devem ter os pneus e como devem ser calibrados, observa-se o seguinte:

- A calibragem dos pneus deve seguir as especificações de fábrica, posto que muito cheios, verifica-se desgaste excessivo na parte central de rodagem e, abaixo da especificação, desgaste nas extremidades da banda de rodagem[...]
- [...] Os pneumáticos **devem ser calibrados quando frios**, isto é, com pouca rodagem, para evitar que se coloque menor pressão que a necessária, por efeito da dilatação dos pneumáticos devido ao calor gerado pelo atrito. É prática absolutamente **errada** calibrar os pneus depois de aquecidos (no meio de uma viagem, por exemplo) pelas razões acima. (PUGLIESI, 1997, p. 183-184, 190).

- ✓ **Correias:** todas as correias do veículo precisam ser inspecionadas, observando se existem trincas, desgaste lateral ou desgaste nos dentes. Se for detectado algum desses problemas é necessário providenciar a troca da correia danificada, pois em caso de rompimento pode danificar o motor. (PEREIRA, 2007). Também é necessário verificar e regular a tensão das correias. Como exemplo, nos veículos da General Motors, as correias devem estar firmes de modo que a aplicação de uma força de 6 Newtons (6kgf) movimente a correia em 10mm. (GM, 1997 apud CBPMESP, 1998). Correias frouxas, dependendo do caso, podem ocasionar ruídos. (VILANOVA, 2005).
- ✓ **Porcas das rodas:** devem ser verificadas e reapertadas se necessário. (WOLKSVAGEN, 2005).
- ✓ **Mangueiras e cabos:** deve-se constatar se todas as mangueiras, cabos e fios visíveis estão devidamente conectados. Além disso, é importante visualizar se esses componentes não estão danificados ou apresentam desgastes que possam vir a prejudicar a sua função como rachaduras, ressecamento, furos e desgastes acentuados. (MERCEDES-BENZ, 2005).
- ✓ **Bateria:** a manutenção desse item consiste principalmente em limpar e apertar os terminais da bateria, além de verificar se o eletrólito cobre as placas em cerca de 10mm de sobrenível, acrescentando-se água destilada se necessário. Após realizar a limpeza, deve-se untar os terminais com graxa neutra ou vaselina sólida. (PUGLIESI, 1997).

- ✓ **Filtro de combustível:** realizar a drenagem do pré-filtro de diesel, retirando a água e os eventuais resíduos acumulados junto com ela. (WOLKSWAGEN, 2005). Este procedimento evita que a água fique muito tempo acumulada no filtro, vindo a danificá-lo através da oxidação. Com a danificação do filtro, impurezas poderiam atingir a bomba injetora, que é muito sensível, danificando-a também, sendo que o custo de mercado para o conserto dessa bomba é consideravelmente alto, com relação aos outros componentes de um motor ciclo Diesel.
- ✓ **Reservatório de ar dos freios:** drenar a água. (WOLKSVAGEN, 2005). Nem todos os veículos da frota em estudo possuem este reservatório, porém é importante colocá-lo como item a ser observado na manutenção, pois é de simples execução e a negligência na sua realização pode ocasionar no não funcionamento dos freios nos veículos que possuem esse sistema.

5.3 MANUTENÇÃO MENSAL

São as operações de verificação e controle que devem ser realizadas mensalmente pelo responsável pela manutenção. Abaixo serão descritos os itens que deverão ser observados nessa manutenção.

- ✓ **Lubrificação geral:** a lubrificação dos diversos componentes móveis de um veículo é essencial para diminuir o atrito e conseqüentemente o desgaste desses componentes. Portanto é imperativo que todas peças que necessitam ser lubrificadas, possuindo orifícios de lubrificação ou não, sejam engraxadas periodicamente. A Wolkswagen (2005, p.4_06) estabelece que
 - [...] é de extrema importância a lubrificação geral do veículo sempre que este passar por uma lavagem completa ou atravessar trechos alagados. Esta lubrificação deve ser efetuada nos seguintes pontos:
 - Suspensão dianteira e traseira;
 - Árvore de transmissão: lubrificar luva deslizante e juntas universais
 - Eixo dianteiro: lubrificar os pinos-mestre;
 - Coluna de direção: lubrificar junta universal;
 - Freios de serviço e estacionamento: lubrificar eixos came e ajustadores.

A IVECO (2006, p. 122) adverte que “Os graxeiros devem ser limpos cuidadosamente antes da lubrificação. Após a lubrificação, os graxeiros devem ser novamente limpos para

evitar acúmulo de sujeira.” Geralmente esses serviços de lubrificação geral são feitos por postos de serviço de lavagem ou postos de combustível. (PUGLIESI, 1997).

- ✓ **Parafusos e porcas:** com o passar do tempo, principalmente devido á trepidação do veículo quando em funcionamento, as porcas e parafusos tendem a perder um pouco de seu aperto. Sendo assim, é importante que todas as porcas e parafusos que estejam visíveis sejam verificados quanto ao seu aperto e reapertadas se for o caso, pois a existência de folgas entre componentes que deveriam estar estreitamente unidos pode contribuir para uma deterioração mais rápida que a habitual. (CBPMESP, 1998).
- ✓ **Verificar nível dos fluidos em geral:** a conferência desse item contempla a visualização do nível dos fluídos não abordados em outros itens explicados anteriormente. Os níveis de fluido dos seguintes itens devem ser observados: caixa de câmbio, direção hidráulica e embreagem. (WOLKSVAGEM, 2005). Essa verificação depende muito da marca e modelo de cada veículo, sendo que em alguns a visualização pode ser de difícil execução ou mesmo não existir, como nos veículos antigos que não possuem direção hidráulica. Também pode ocorrer de veículos possuírem ainda outros reservatórios de fluidos que também devem ser observados.
- ✓ **Suspensão:** examinar as molas e/ou feixes de molas e todos os demais componentes da suspensão da viatura, através de exame visual, verificando se existem defeitos como fixações comprometidas, rachaduras, vazamentos ou deformações, principalmente nos amortecedores. (CBPMESP, 1998; PEREIRA, 2007);
- ✓ **Lavagem completa:** ao menos uma vez por mês a viatura deve sofrer uma lavagem completa, ou seja, abrangendo motor, chassis, estofamentos, compartimentos de acondicionamento de materiais (no caso dos ABT, ABTRS, ACR, dentre outros), rodas, etc. Pugliesi (1997) estabelece algumas recomendações:
 - O sabão é muito prejudicial à pintura do veículo, devendo ser empregado somente em solução muito diluída para a retirada de manchas de óleo ou graxa;
 - A água deve sempre ser lançada do alto para baixo e da frente para trás, com jato pouco intenso;
 - A lavagem deve ser feita à sombra, pois a secagem ao sol faria com que surgissem manchas;
 - Em caso de sujeira excessiva é conveniente lavar o carro com uma solução de um detergente sem saponáceos;

- A limpeza das rodas pode ser feita com escova macia e por este método pode ser lavada a parte inferior do chassi;
- Estofamentos de pelúcia ou veludo devem ser limpos inicialmente com uma escova para roupas no sentido do tecido, após retirar, de preferência com um aspirador, os pequenos resíduos de sujeira liberados pela escova. Finalmente, no caso de manchas, essas devem ser retiradas com éter ou álcool, nunca com água, devendo-se fazer a aplicação em toda a superfície para evitar formação de grandes manchas, colocando a seguir um pano ligeiramente úmido sobre o estofamento e passar um ferro bem quente.

Segundo a IVECO (2006) a lavagem do motor deve ser feita com prudência, evitando pressão excessiva da água, desse modo, evitará danificar os componentes elétricos. Nos veículos que possuem central eletrônica, ela deve ser protegida antes da lavagem, de modo que não exista o contato da mesma com a água.

- ✓ **Enceramento ou polimento da viatura:** o uso do veículo, sua exposição ao sol e a chuva, enfim, outras causas tal como a constante sujeira das ruas provocam riscos nas pinturas dos veículos, tornando-as opacas e sem brilho. A solução, além do polimento em uma oficina especializada em casos mais graves, pode ser feita com o emprego de ceras ou pomadas especiais para esse fim, que devem ser aplicadas após a lavagem minuciosa da viatura e sempre de forma uniforme. (PUGLIESI, 1997). O enceramento e/ou o polimento da viatura, além de ter a função de proteger a pintura da mesma, lhe fornece uma boa aparência, ou seja, a aparência de um veículo bem cuidado e conservado.

5.4 CUIDADOS GERAIS

Segundo Magot-Cuvru (1978, p. 564) “Um motor Diesel é muito menos caprichoso que um motor a gasolina. Por outro lado, é muito mais sensível a certas negligências de condução (e operação) capazes de comprometer gravemente sua vida útil e perturbar fortemente seu rendimento.” Portanto, tão importante quanto realizar uma manutenção periódica, é tomar algumas precauções com relação à operação e condução do veículo, além de alguns cuidados e procedimentos especiais com alguns componentes específicos.

A seguir, os cuidados e procedimentos recomendáveis serão analisados conforme o sistema do veículo, sendo divididos em: cuidados com o motor, cuidados com sistema de freios, de transmissão, elétrico e de suspensão.

a) Cuidados com o motor:

- Antes de acionar o motor é prudente desligar todo equipamento desnecessário ao arranque, como luzes, rádio, ar condicionado, etc;
- Logo após o acionamento, o motor não deve ser acelerado, muito menos sobrecarregado. É necessário aguardar pelo menos uns 20 segundos para que o motor aqueça e para dar tempo para que as películas de óleo estejam completamente formadas em todas as partes do motor;
- Quanto à parada do motor, jamais pará-lo a plena carga e muito menos quando se está acelerando. Sendo assim, antes de desligá-lo é prudente deixar o motor funcionando um pouco em marcha lenta, 30 segundos já é o necessário;
- O regime de extrema marcha lenta é sempre altamente prejudicial, mesmo quando estiver, auditivamente, estável. Logo, não se pode prolongar este regime sem razão;
- Não utilizar a viatura quando o motor apresentar qualquer defeito, isso diminui a sua vida útil;
- Os filtros em boas condições contribuem para a economia de combustível, diminuição de poluentes e entrada de partículas e gases nocivos no veículo, sendo assim a troca ou manutenção desses componentes deve ser realizada sempre que necessária e de acordo com a especificação do fabricante;
- No mínimo uma vez por ano o líquido de arrefecimento tem que ser trocado, ou conforme designação do fabricante, devendo ser realizada uma lavagem interna do sistema. A água utilizada deve ser limpa, ou seja, isenta de impurezas, também se torna necessário a utilização de alguns aditivos que auxiliam no desempenho do sistema. (MAGOT-CUVRU, 1978; CBPMESP, 1998).

b) Cuidados com o sistema de freios:

- Atentar para a pressão do pedal. Em uma frenagem, se o pedal começa a ceder gradativamente, é sinal que há defeito ou vazamento no circuito. Se o veículo não for inutilizado imediatamente, após algumas frenagens ele ficará totalmente sem freios ou travará as rodas;

- Prestar atenção quanto ao desgaste das pastilhas e lonas de freios, cujos sintomas já foram citados anteriormente (ruídos, trepidações, perda de eficiência e pedal duro). Se essas não forem substituídas a tempo, além do risco de acidentes, desgastam outras peças como os discos e tambores;
- Se o veículo possui freios a tambor (que contém lonas), ao atravessar locais encharcados ou poças de água pode ocorrer uma perda de eficiência momentânea no sistema. O procedimento a ser realizado é reduzir a velocidade e pisar no pedal de freio algumas vezes para retornar à normalidade;
- A regulagem dos freios é uma questão importante, sendo uma operação simples de ser providenciada e que evita problemas como derrapagem, travamento das rodas e aumento de consumo de combustível;
- Ao dirigir, evitar utilizar tanto as freadas bruscas, como as desnecessárias, pois isto desgasta mais rapidamente os componentes do sistema de freios. O correto é dirigir com atenção, observando a sinalização, a legislação e as condições do trânsito. (CBPMESP, 1998; DENATRAN, 2005).

c) Cuidados com o sistema de transmissão:

- Usar a embreagem somente para as trocas e reduções de marchas, saídas e paradas;
- Nunca usar a embreagem para segurar o veículo em ladeiras,
- Não usar o pedal da embreagem para descanso do pé;
- Com relação ao câmbio, evitar trancos durante as trocas e reduções de marchas;
- Evitar reduções de marchas desnecessárias com a finalidade de segurar o veículo, porque provocam desgaste exagerado do câmbio, além de forçar o motor, diminuindo sua vida útil. Ao fazer as reduções, primeiramente diminui-se a velocidade pisando nos freios;
- Usar sempre marcha compatível com a velocidade. (CBPMESP, 1998).

d) Cuidados com o sistema elétrico:

- No acionamento do motor, a atuação do motor de arranque não deve durar mais que 10 a 15 segundos. Se o motor não pegar esperar cerca de 1 minuto para fazer nova tentativa;
- Em tempo frio, ao dar partida, aliviar a bateria e motor de partida pisando na embreagem, mesmo com o câmbio desengrenado;

- Se o motorista perceber que os faróis estão desalinhados, providenciar a regulagem em oficina especializada;
 - Evitar que os equipamentos elétricos fiquem ligados por muito tempo com o veículo parado. (CBPMESP, 1998; PEREIRA, 2007).
- e) Cuidados com o sistema de suspensão:
- Amortecedores com a vida útil ultrapassada provocam riscos como desgaste prematuro dos pneus, aquaplanagem, balanço excessivo do veículo, ruídos na suspensão e perda de estabilidade. Deste modo, os amortecedores devem ser trocados periodicamente, conforme determinação do fabricante;
 - Se for necessário realizar a substituição dos amortecedores, usar peças novas e de acordo com a indicação das oficinas especializadas, não sendo aconselhável a utilização de peças recondiçionadas. (VILANOVA, 2005; PEREIRA, 2007).

6 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Com base nos estudos realizados a respeito dos conceitos de manutenção, a manutenção aplicada na corporação, as viaturas alvo desse estudo, os sistemas e componentes fundamentais e os itens que devem ser observados no programa de manutenção, além de utilizar como exemplo os modelos de manutenção aplicados no CBMERJ (ANEXO A), CBPMESP (ANEXO B) e Exército Brasileiro (ANEXO C), foram elaboradas como proposta de aplicação do programa de manutenção, quatro listas de conferência padronizadas (check-list) de itens do veículo que devem ser observados pelo responsável pela manutenção. As listas de conferência foram divididas semelhantemente a divisão estabelecida no capítulo anterior, ou seja, manutenção diária, semanal e mensal, com exceção da seção 5.4, CUIDADOS GERAIS, que não foi elaborado uma lista de conferência, porque seu assunto não condiz com a elaboração de tal documento.

A quarta lista proposta, apesar de não ter sido objeto de estudo do presente trabalho, foi elaborada tendo como base a manutenção aplicada no CBPMESP, retirada do Caderno de Treinamento de Manutenção de Primeiro Escalão (1998), na qual consta a conferência de itens especiais em viaturas equipadas com bombas de incêndio. Resolveu-se confeccionar essa lista objetivando uma proposta de manutenção mais completa, tendo em vista que as bombas de incêndio são equipamentos fundamentais para a atividade de combate a incêndio e as mesmas fazem parte dos veículos destinados a essa finalidade.

O objetivo do desenvolvimento das Listas de Conferência Padronizadas, que também podem ser denominadas de Fichas de Controle de Manutenção, está relacionado a principalmente a três fatores, que são:

- I. As Fichas de Controle de Manutenção servirão como um roteiro a ser seguido pelo motorista, evitando que a conferência de determinados itens seja negligenciada. (CBPMESP, 1998);
- II. Por meio das Fichas preenchidas diariamente, semanalmente e mensalmente, poderá ser realizado um melhor acompanhamento da manutenção pelos gestores da corporação; e
- III. As Fichas de Controle padronizadas em nível estadual facilitarão a colheita de dados e estatísticas pertinentes à manutenção, sendo que esses dados poderão vir a ser úteis para futuros estudos e aperfeiçoamentos da manutenção aplicada nas viaturas.

A seguir, serão expostas as Fichas de Controle de Manutenção propostas:

Quadro 18 – Ficha de Controle de Manutenção diária (frente)

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA																																
Ficha de Controle de Manutenção																																
Mês/Ano: _____																Legenda: C - Sem alteração X - Alteração constatada e solucionada pelo motorista ST - Alteração constatada e que necessitou de suporte técnico																
Unidade: _____																																
VTR _____																																
Manutenção diária																																
Itens para conferência	Dias do mês																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Visão geral da viatura																																
Limpeza da viatura																																
Nível de água do radiador																																
Nível de óleo do cárter																																
Verificação dos pneus																																
Nível de combustível																																
Sistema de iluminação																																
Buzina e sirene																																
Vazamentos																																
Limpador de pára-brisas																																
Funcionamento do motor																																
Rodagem da viatura																																
Sistema de freios																																
Outros																																
Rubrica do Motorista																																
Instruções no verso																																

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 19 – Ficha de Controle de Manutenção diária (verso)

<p>Instruções</p> <p>Visão geral da viatura – verificar as condições gerais viatura observando a lataria, pintura, estofamentos, portas, etc.</p> <p>Limpeza da viatura – a limpeza deve ser interna e externa, apenas nos componentes sujos, não sendo necessário uma lavagem completa.</p> <p>Nível de água do radiador – verificar e completar se necessário. Se for necessário completar, utilizar sempre água limpa.</p> <p>Nível de óleo do cárter – verificar o nível e completar se necessário. Atentar para as trocas especificadas pelo fabricante.</p> <p>Verificação dos pneus – verificar se todos pneus estão cheios, inclusive o estepe, e também se existem avarias que possam comprometer o funcionamento da viatura.</p> <p>Nível de combustível – as viaturas deverão sempre que possível estar com o tanque de combustível cheio ou no mínimo pela metade.</p> <p>Sistema de iluminação – a verificação desse item compreende a conferência do funcionamento e estado de conservação (vidro quebrado, trincado, sujo ou obstruído) dos faróis, piscas, luzes de freio, luz de ré, luzes do painel e luzes de emergência (giroflex).</p> <p>Buzina e sirene (alarme sonoro) – acioná-los e constatar se estão funcionando adequadamente.</p> <p>Vazamentos – de preferência antes de executar a limpeza, deve-se fazer uma inspeção geral na viatura, verificando se não há vazamentos de fluidos no motor, caixa de mudanças, eixos, caixa de direção, sistema de arrefecimento, sistema de lubrificação, amortecedores, freios, etc.</p> <p>Limpador de pára-brisas – verificar o funcionamento e o estado de conservação de todo sistema, observando se as palhetas estão rasgadas, soltas, tortas ou danificadas, se o borrifador de água está regulado e funcionando e se a fixação da palheta à haste do braço está firme. É necessário também verificar nível de água do reservatório e completar se necessário.</p> <p>Funcionamento do motor e rodagem da viatura - o motorista deve ficar atento e perceber se existem ruídos anormais no motor, bem como se o seu funcionamento apresenta alguma irregularidade. Durante a rodagem o motorista pode perceber o adequado funcionamento de vários sistemas como o sistema de freios, transmissão e suspensão. Qualquer irregularidade ou ruído constatado deve ser imediatamente verificado e diagnosticado.</p> <p>Freios – a verificação completa será durante a rodagem da viatura, na qual o motorista pode perceber ruídos, trepidações, perda de eficiência e pedal duro, sendo que esses indicativos significam que o sistema requer manutenção.</p> <p>Outros – qualquer alteração constatada que não está prevista nos itens sobrescritos deve ser descrita com detalhes no quadro abaixo (observações).</p>
<p>Observações:</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 20 – Ficha de Controle de Manutenção semanal (frente)

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA														
Ficha de Controle de Manutenção														
Ano: _____														
Unidade: _____														
VTR _____														
Manutenção semanal														
Itens para conferência	Semana (Ex. 01 a 07/03)													
Calibragem dos pneus														
Estado e tensão das correias														
Porcas das rodas														
Mangueiras e cabos														
Bateria														
Drenagem do filtro de combustível														
Reservatório de ar dos freios														
Outros														
Rubrica do Motorista														
Observações:														
Instruções no verso														

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 21 – Ficha de Controle Manutenção semanal (verso)

<p>Instruções</p> <p>Calibragem dos pneus – os pneus devem ser calibrados, sendo que a pressão deve ser a indicada pelo fabricante. Além da calibragem, deve ser realizada uma verificação mais minuciosa que na manutenção diária, analisando também se os pneus estão muito desgastados, se existem deformações nas carcaças, etc.</p> <p>Estado e tensão das correias – todas as correias do veículo precisam ser inspecionadas, observando se existem trincas, desgaste lateral ou desgaste nos dentes. Também é necessário verificar e regular a tensão das correias. Como exemplo, nos veículos da General Motors, as correias devem estar firmes de modo que a aplicação de uma força de 6 Newtons (6kgf) movimente a correia em 10mm.</p> <p>Porcas das rodas – verificar e reapertar se necessário.</p> <p>Mangueiras e cabos – constatar se todas as mangueiras, cabos e fios visíveis estão devidamente conectados. Além disso, é importante visualizar se esses componentes não estão danificados ou apresentam desgastes que possam vir a prejudicar a sua função como rachaduras, ressecamento, furos e desgastes acentuados.</p> <p>Bateria – limpar e apertar os terminais, além de verificar se o eletrólito cobre as placas em cerca de 10mm de sobrenível, acrescentando-se água destilada se necessário. Após realizar a limpeza, deve-se untar os terminais com graxa neutra ou vaselina sólida.</p> <p>Drenagem do filtro de combustível - realizar a drenagem do pré-filtro de diesel, retirando a água e os eventuais resíduos acumulados junto com ela</p> <p>Reservatório de ar dos freios – drenar a água.</p> <p>Outros – qualquer alteração constatada que não está prevista nos itens sobrescritos, deve ser descrita com detalhes no quadro abaixo (observações).</p>
<p>Observações:</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 22 – Ficha de Controle de Manutenção mensal (frente)

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA														
Ficha de Controle de Manutenção														
Ano: _____														
Unidade: _____														
VTR _____														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Legenda: C - Sem alteração X - Alteração constatada e solucionada pelo motorista ST - Alteração constatada e que necessitou de suporte técnico </div>														
Manutenção mensal														
Itens para conferência	Mês												Observações:	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Lubrificação geral														
Parafusos e porcas														
Nível de fluido da caixa de câmbio														
Nível de fluido da direção hidráulica														
Nível de fluido da embreagem														
Suspensão														
Lavagem completa														
Enceramento ou polimento														
Outros														
Rubrica do Motorista														
Instruções no verso														

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 23 – Ficha de Controle de Manutenção mensal (verso)

<p>Instruções</p> <p>Lubrificação geral - lubrificar a suspensão dianteira e traseira; na árvore de transmissão a luva deslizante e juntas universais; no eixo dianteiro lubrificar os pinos-mestre; na coluna de direção lubrificar junta universal; e nos freios de serviço e estacionamento lubrificar eixos came e ajustadores. Os graxeiros devem ser limpos cuidadosamente antes e após a lubrificação.</p> <p>Parafusos e porcas - todas as porcas e parafusos que são visíveis ou de fácil acesso devem ser verificados quanto ao seu aperto e reapertados se for o caso,</p> <p>Nível de fluido da caixa de cambio - verificar e completar se necessário</p> <p>Nível de fluido da direção hidráulica - verificar e completar se necessário.</p> <p>Nível de fluido da embreagem - verificar e completar se necessário</p> <p>Suspensão - examinar as molas e/ou feixes de molas e todos os demais componentes da suspensão da viatura, através de exame visual, verificando se existem defeitos como fixações comprometidas, rachaduras, vazamentos ou deformações, principalmente nos amortecedores.</p> <p>Lavagem completa - lavagem completa, ou seja, abrangendo motor, chassis, estofamentos, compartimentos de acondicionamento de materiais, etc.</p> <p>Enceramento ou polimento - a viatura deve ser encerada ou polida</p> <p>Outros – qualquer alteração constatada que não está prevista nos itens sobrescritos, deve ser descrita com detalhes no quadro abaixo (observações).</p>
<p>Observações:</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 24 – Ficha de Controle de Manutenção específica (frente)

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA																																
Ficha de Controle de Manutenção																																
Mês/Ano: _____										Legenda: C - Sem alteração X - Alteração constatada e solucionada pelo motorista ST - Alteração constatada e que necessitou de suporte técnico																						
Unidade: _____																																
VTR _____																																
Manutenção específica diária (viaturas equipadas com bomba de incêndio ou motobomba)																																
Itens para conferência	Dias do mês																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Nível de água do reservatório																																
Nível de óleo da caixa de transferência																																
Vazamentos na bomba																																
Vazamentos no tanque																																
Nível de óleo da escorva																																
Painéis e alavancas da bomba																																
Nível de óleo da motobomba																																
Nível de combustível da motobomba																																
Funcionamento da bomba ou motobomba																																
Outros																																
Rubrica do Motorista																																
Instruções no verso																																

Fonte: adaptado do CBPMESP (1998).

Quadro 25 – Ficha de Controle de Manutenção específica (verso)

<p>Instruções</p> <p>Nível de água do reservatório – os tanques de armazenamento de água nos veículos de incêndios devem estar completamente cheios.</p> <p>Nível de óleo da caixa de transferência – verificar o nível e completar se necessário. Atentar para as trocas especificadas pelo fabricante.</p> <p>Vazamentos na bomba – consiste em fazer uma inspeção visual e verificar se existe algum vazamento, se existir providenciar o imediato conserto.</p> <p>Vazamentos no tanque – idem ao item anterior.</p> <p>Nível de óleo da escorva – verificar o nível e completar se necessário. Atentar para as trocas especificadas pelo fabricante.</p> <p>Painéis e alavancas da bomba – a verificação desse item compreende a conferência do funcionamento e estado de conservação dos manômetros, alavancas e conexões.</p> <p>Nível de óleo da motobomba – verificar o nível e completar se necessário. Atentar para as trocas especificadas pelo fabricante.</p> <p>Nível de combustível da motobomba – as motobombas deverão sempre que possível estar com o tanque de combustível cheio ou no mínimo pela metade.</p> <p>Funcionamento da bomba ou motobombas – nesse item deve ser verificado se existem ruídos anormais na motobomba, bem como se o funcionamento da bomba ou motobomba apresenta alguma irregularidade.</p> <p>Outros – qualquer alteração constatada que não está prevista nos itens sobrescritos deve ser descrita com detalhes no quadro abaixo (observações).</p>
<p>Observações:</p>

Fonte: adaptado do CBPMESP (1998).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As crescentes exigências da sociedade para que as instituições públicas produzam cada vez mais com qualidade e eficiência têm influenciado ações de dirigentes e outros profissionais para a implantação e aprimoramento de políticas de gestão que condizem com tais exigências. Assim sendo, o emprego de um programa padronizado de manutenção vem ao encontro dessas reivindicações, sendo um primeiro passo para a implantação de uma manutenção mais eficiente, como a preventiva, que diminuiria os gastos com manutenção e aumentaria a disponibilidade dos equipamentos.

Ficou constatado que não existe uma política clara por parte da corporação com relação à manutenção das viaturas. Chegou-se a essa conclusão por meio da análise do PROCEDIMENTO 3 – Condução e operação com viaturas – do PROTOCOLO n.º 08/2002 - SERVIÇO OPERACIONAL BM. Dessa forma, através da implantação do programa proposto, além de melhorar a manutenção realizada atualmente, que não dispõe de padrões mínimos, informações seriam geradas em nível estadual, auxiliando no controle da manutenção e gerando um histórico das atividades realizadas, que servirão como parâmetro para futuros estudos e aprimoramentos.

Com o estudo da frota de viaturas operacionais, verificou-se que o CBMSC dispõe de inúmeros tipos de viaturas com as mais variadas características e funções, sendo a marca predominante a Mercedes Benz e quanto ao ciclo de funcionamento, 95% possuem motores ciclo Diesel. Outro fator importante diz respeito ao fato de que as viaturas operacionais muitas vezes são veículos normais de mercado adaptados ao serviço de bombeiro, isso implica que suas características de funcionamento na corporação não condizem com as características de funcionamento projetadas pelos fabricantes, gerando maiores possibilidades de falhas e desgastes.

É necessário destacar que, com exceção dos ASU, não foram encontrados documentos produzidos pela instituição caracterizando cada tipo de viatura, sua função operacional, suas características peculiares, etc. Diante disso, houve a necessidade de buscar em instituições de bombeiros de outros Estados alguns conceitos e características de viaturas utilizadas pelo CBMSC.

A principal conclusão a respeito dos sistemas, componentes e funcionamento dos veículos diz respeito ao fato de que, apesar de existirem diversos tipos de viaturas com

variadas marcas e modelos, seus componentes básicos e forma de funcionamento são semelhantes, sendo, portanto, possível estabelecer uma manutenção padrão para todas viaturas.

Outra conclusão referente ao estudo dos sistemas e componentes de um veículo diz respeito à complexidade e interdependência entre os seus elementos, no sentido de que a negligência na manutenção de um simples item pode acarretar a parada do veículo ou mesmo a comprometimento de outros componentes. Com relação à complexidade, pode-se deduzir que quanto maior o conhecimento técnico do responsável pela manutenção, mais efetivamente esse pode intervir e realizar uma manutenção mais adequada.

Dessa forma, o conhecimento técnico dos motoristas da corporação foi determinante na confecção da proposta e determinação dos itens a serem observados no programa de manutenção, pois não poderia ser exigida uma manutenção além dos conhecimentos repassados pela própria corporação para seus motoristas. Isso porque, mesmo que existam motoristas que possuam um conhecimento técnico maior, como parâmetro deve ser considerado as informações que todos possuem, ou seja, as informações repassadas pela própria instituição durante os cursos de formação e aperfeiçoamento.

Nesse sentido, percebe-se a importância de existir um curso de capacitação para os motoristas do Corpo de Bombeiros, que serão os responsáveis pela execução da manutenção nas viaturas. Sendo assim, poder-se-ia exigir mais desses, tornando a manutenção mais abrangente e efetiva. Como sugestão, poderia ser utilizado este trabalho como base para confecção de apostilas para repassar aos participantes de um possível curso que possa ser realizado nessa área ou mesmo para os cursos de formação de soldados, cabos e sargentos.

O objetivo geral do trabalho, que é propor um programa de manutenção padronizado para as viaturas operacionais do CBMSC, foi alcançado. Porém, a simples confecção do programa de manutenção não tem significado e relevância se não for aplicado. Portanto, para o trabalho surtir os efeitos que se desejam, ou seja, para contribuir com a instituição, é necessário repassar o programa de manutenção proposto para a Quarta Seção do Estado Maior da corporação (BM-4), para que o mesmo seja analisado e posteriormente repassado para todas unidades do Estado.

A exemplo do Procedimento Operacional Padrão de Motomecanização nº 004 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo (1998), fica como sugestão também a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão no CBMSC, tratando sobre o programa de manutenção sugerido. Para isso, deve-se encaminhar a proposta à Terceira Seção do Estado Maior da instituição (BM-3) para as devidas providências.

Como recomendações para outros trabalhos a serem realizados e questões dignas de novos estudos, sugere-se:

- a. Realizar estudos sobre os custos de manutenção das viaturas do CBMSC;
- b. Elaboração de um curso de capacitação em manutenção de viaturas ou criação de um módulo tratando do assunto em cursos já existentes na corporação como: Curso de formação de Soldado, Curso de Formação de Cabo, etc; e
- c. Um ano ou mais após a plena aplicação do programa de manutenção, pode-se levantar informações por meio das Fichas de Controle de Manutenção e estudar possíveis melhorias e adequações das mesmas.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. São Paulo: Europa, 2005. CD – ROM.

COMATRA. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.comatra.com.br/produtos.htm>>. Acesso em: 21 março 2007.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Procedimento Operacional Padrão**: Caderno de treinamento - manutenção de primeiro escalão. São Paulo, 1998. CD.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. Comando Geral. **Diretriz operacional nº 04**. Florianópolis: Boletim do Comando Geral, 2004a.

_____. Comando geral. **Histórico**. Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://www.cb.sc.gov.br/ccb/arq_html/historico.php>. Acesso em: 03 jan 2007.

_____. Divisão de logística e finanças (DILF). **Planilha de viaturas – jan/2007**. Florianópolis, 2007. CD.

_____. **Programas de matérias e planos de unidade didática**. Florianópolis: Boletim do Comando Geral, 2004b.

_____. **Protocolo n.º 08/2002 - Serviço Operacional BM**: procedimento 3 – condução e operação com viaturas. Florianópolis: Boletim do Comando Geral, 2002.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Viaturas**. Recife, PE, [2007 ?]. Disponível em: <<http://ww2.sds.pe.gov.br/cbmpe/frme-ctudo-bomb-quip.asp>>. Acesso em: 27 março 2007.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Centro de suprimento e manutenção. **Estrutura de manutenção do CBMERJ**. Rio de Janeiro, 2005a. Apostila.

_____. Centro de suprimento e manutenção. **Motores de combustão interna**. Rio de Janeiro, 2005b. Apostila.

_____. Centro de suprimento e manutenção. **Sistemas de alimentação, arrefecimento e lubrificação**. Rio de Janeiro, 2005c. Apostila.

_____. **Viaturas Operacionais**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.cbmerj.rj.gov.br/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=372>>. Acesso em: 27 março 2007.

COSTA, Paulo G. **Bíblia do carro**. [s. l.], 2002. Não paginado. Disponível em: <http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/capa_biblia.asp>. Acesso em: 20 abril 2007.

DE JESUS, Ramón Santos. **Utilização de gás natural veicular na frota de ônibus baiana**. 2004. 101f. Monografia (Especialização em Engenharia de gás Natural) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal da Bahia, 2004. Disponível em: <<http://www.energia.ufba.br/ceegan/Monografias/CEEGANII/Monografia%20Onibus%20Gas%20Natural%20MAI04%20-%20Ramon.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Direção defensiva: trânsito seguro é um direito de todos**. Brasília, 2005. Apostila. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/publicacoes/show_public.asp?cod=4>. Acesso em: 25 maio 2007.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Manual de Campanha C 20-1. **Glossário de Termos e Expressões para uso no Exército**. 3º ed. Brasília: EGGCF, 2003.

FERREIRA, Edil Daubian. **Segurança: dicionário para bombeiros**. 2º ed. São Paulo: Centrais Impressoras Brasileiras, 1985.

FURLANI, Carlos Eduardo; SILVA, Angeli Rouverson Pereira da. **Motores de combustão interna**. Jaboticabal, 2006. Apostila. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/engenharia/furlani/apostila_nr2-motores.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2007.

INSTITUTO PAULISTA DE ENSINO E CULTURA (IPEC). **Mecânica de automóveis**. 2º ed. São Paulo: Renovarum, 2001.

IVECO. **Manual de uso e manutenção**. [s. l.]: Daily, 2006.

MAGOT-CUVRU, P. **Motores diesel**. São Paulo: Hemus, 1978. 1 v.

MERCEDES-BENZ. **Manual de manutenção**. São Paulo: [s. n.], 2005.

MITREN. **Produtos**: veículos. Disponível em: < http://www.mitren.com.br/produtos_veiculos_por.asp>. Acesso em: 21 março 2007.

NASSAR, Wilson Roberto. **Manutenção de máquinas e equipamentos**. Santos, 2005. Apostila. Disponível em: < <http://cursos.unisanta.br/mecanica/ciclo9/0962-apostila.htm>>. Acesso em: 05 jan. 2007.

NÚCLEO ESTADUAL DE AUTOMECÂNICAS DO RIO GRANDE DO SUL. **Dicas úteis**: Entenda seu carro. Porto Alegre, 2006. Disponível em: < <http://nea.federasul.com.br/dicas-uteis/entenda-seu-carro>>. Acesso em: 17 abril 2007.

NUNES, Enon Laércio. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)**: análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/Resumo.asp?2700>>. Acesso em: 22 jan. 2007.

PEREIRA, Magno. Manutenção de férias. **O mecânico**, Alexandria, nº 171, maio/jun. 2007. Disponível em: <<http://www.omecanico.com.br/news.php?recid=1997>>. Acesso em: 09 abril 2007.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PUGLIESI, Marcos. **Manual completo do automóvel**. São Paulo: Hemus, 1997.

RAHDE, Sérgio Barbosa. **Motores de combustão interna**. Porto Alegre, [2002 ?]. Apostila. Disponível em: < <http://www.em.pucrs.br/~sergio/motores/index.html>>. Acesso em: 05 jan. 2007.

RENAULT. **Manual de garantia e manutenção**. [s. l.]: [s.n.], 2003.

REPULHO, Reginaldo Campos. **Proposta para o emprego de unidade móvel de oficina mecânica-volante para atender à frota do Corpo de Bombeiros da Capital**. 201 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização para oficiais) – Centro de aperfeiçoamento e estudos superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 1999.

RODRIGUES, Rômulo Rostand de Araújo. **Histórico do desenvolvimento dos motores de combustão interna**. Disponível em: <<http://www.motoresdecombustao.eng.br/Textos/HistoricoMCInterna01.htm>>. Acesso em: 03 jan 2007.

SANTOS, Antônio Moreira dos. **Introdução aos Motores de Combustão Interna**. São Carlos, SP, 2004. Apostila. Disponível em: <<http://www.netef.eesc.sc.usp.br/moreira/AULA1.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2007.

SANTOS JUNIOR, Auteliano Antunes dos. **Freios e embreagens por atrito**. Campinas, 2006. Apostila. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~lafer/em618/pdf/Freios%20e%20Embreagens.pdf>>. Acesso em: 17 abril 2007.

SIMIONI, Alberto; NAGAO, Sérgio Kimimassa. **Engenharia de manutenção: fator de desenvolvimento técnico da manutenção**. [s. l.], 2005. Disponível em: <[HTTP://ademir_dias.sites.uol.com.br/manutencao/engenharia_manutencao.htm](http://ademir_dias.sites.uol.com.br/manutencao/engenharia_manutencao.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2007.

MTE – THOMSON. **Sistema de arrefecimento**. São Bernardo do Campo, 2003. Apostila. Disponível em: <http://www.thomson-net.com.br/arquivos/Manual_Arrefecimento.pdf>. Acesso em: 10 jan 2007.

VILANOVA, Carolina. Check list de segurança. **O mecânico**, Alexandria, nº 163, jan./fev. 2005. Disponível em: <<http://www.omecanico.com.br/modules/revista.php?recid=79&edid=8>>. Acesso em: 09 abril 2007.

VITO, Sérgio Luiz. **Indicadores de desempenho em manutenção industrial na empresa Intelbrás**. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Automação e Computação Industrial) – Programa de Pós-Graduação em nível de especialização em Automação e Computação Industrial, Faculdade de Tecnologia do SENAI, Florianópolis, 2006.

VOLKSWAGEN DO BRASIL LTDA. Serviços e assistência técnica – caminhões e ônibus. **Manual de garantia e manutenção – VW 13E a 24E toneladas**. São Paulo: [s. n.], 2005.

XAVIER, Júlio Nascif. **Indicadores de manutenção**. [s. l.], 2004. Disponível em: <http://www.klic.hpg.ig.com.br/manutencao_indicadores.htm>. Acesso em: 23 jan. 2007.

ANEXO A – Ficha de Controle de Manutenção do CBMERJ



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL
Centro de Suprimento e Manutenção

CSM/MMoto 12.064



Mês: Dezembro Ano: 2.004

Viatura: ABSL-073

2ª QUINZENA

VERIFICAR, CORRIGIR E/OU SUBSTITUIR	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Panela de Comando																
Limpeza dos Borne das Baterias																
Solução de Bateria																
Farol																
Seta																
Stop																
Limpador de Para-brisas																
Groscópio																
Sirene																
Buzina																
Nível de água do Limpador de Para-brisas																
Tensão das Correias do Motor																
Tensão da Correia do Alternador																
Nível de Fluido do Freio																
Nível de Fluido da Embreagem (qdo houver)																
Nível do Combustível																
Dreno do Reservatório de ar (qdo houver)																
Nível de óleo do Motor																
Nível de água do Radiador																
Limpeza do Filtro de ar																
Mangueiras de Alimentação de ar																
Mangueiras de água																
Fluido da Direção Hidráulica (qdo houver)																
Estado de conservação e Calibragem dos Pneus																
Eficiência do Freio																
Acionamento do Freio Motor (qdo houver)																
Nível de Combustível da Bomba Potável																
Óleo Combustível																
Dreno do Reservatório de ar																
Nível de Óleo do Motor																
Nível de Água do Motor																
Limpeza do Filtro de ar																
Mangueiras de Alimentação de ar																
Mangueiras de Água																
Verificar Pneus																
Calibragem dos Pneus																
Eficiência do Freio																
Acionamento do Freio Motor																
Acionamento da Bomba de Incêndio																

Vtr Sem Bomba de Incêndio

Chefe da SsMT

RESPONSÁVEL P/INSPEÇÃO	
16	SGT BM SOARES
17	SGT BM GOMES
18	SD BM MIZUEL
19	SD BM CONDE
20	SGT BM SOARES
21	SGT BM GOMES
22	SD BM MIZUEL
23	SD BM CONDE
24	SGT BM SOARES
25	SGT BM GOMES
26	SD BM MIZUEL
27	SD BM CONDE
28	SGT BM SOARES
29	SGT BM GOMES
30	SD BM MIZUEL
31	SD BM CONDE

Obs.: As alterações deverão ser noticiadas as chefe da SsMT para as providências cabíveis.

As alterações marcadas na planilha, deverá ser descritas em relatório a ser enviado em anexo pelo Chefe da SsMT.

MARCAÇÃO DO TEXTO NA TABELA

ANORMAL NORMAL

ANEXO C – Ficha de Controle de Manutenção do Exército Brasileiro

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE 1º ESCALÃO

A - Antes da partida

P - Nos altos e pós-operação

+ - Comunicar as alterações encontradas

D - Durante o movimento

H/Q - Após determinado número de horas de trabalho ou quinzenalmente

Nº	ITEM	A	D	P	H/Q
01	Visão geral da viatura				
02	Vazamentos				
03	Pneus, Lagartas e Suspensão				
04	Combustível				
05	Água				
06	Níveis de óleo				
07	Instrumentos do painel				
08	Motor				
09	Luzes Refletores				
10	Equipam de segurança e visão				
11	Ligações para reboque				
12	Portas, Escotilhas				
13	Documentação				
14	Sistema hidráulico				
15	Outros Equipamentos				
16	Particularidades dos anfíbios				
17	Embreagem				
18	Freios				

Nº	ITEM	A	D	P	H/Q
19	Direção				
20	Cx mudança Transm múltipla				
21	Ruídos anormais				
22	Cúpula do Comandante				
23	Baterias				
24	Filtro de Ar				
25	Filtro de Combustível				
26	Respiradouros				
27	Radiador de óleo				
28	Ferramentas e Acessórios				
29	Conjunto de Aquecimento				
30	Gerador Auxiliar				
31	Assentos				
32	Reapertos				
33	Exaustores				
34	Limpeza				
35	Lubrificação				
36	Carroceria				

IRREGULARIDADES OU ACIDENTES: _____

Motorista

Tomei conhecimento das irregularidades encontradas e providenciei a respeito das mesmas.

Local _____

Data _____ de _____ de _____

Encarregado de Manutenção