

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

ESTUDO UTILIZANDO O PORTAL DA TRANSPARÊNCIA COMO  
MEIO DE CONSUBSTANCIAR AS INFORMAÇÕES PARA  
MODELO DE IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO  
PLANEJADA EM UMA FROTA DE VEÍCULOS MILITARES

EFREN RODRIGUES ALVAREZ

MANAUS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

EFREN RODRIGUES ALVAREZ

ESTUDO UTILIZANDO O PORTAL DA TRANSPARÊNCIA  
COMO MEIO DE CONSUBSTANCIAR AS INFORMAÇÕES  
PARA MODELO DE IMPLANTAÇÃO DO PILAR  
MANUTENÇÃO PLANEJADA EM UMA FROTA DE VEÍCULOS  
MILITARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de gestão da produção e subárea de gestão da manutenção.

ORIENTADOR: PROF. DR. DANIEL FERREIRA DE CASTRO  
COORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CLÁDICE NÓBILE DINIZ

MANAUS

2016

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Alvarez, Efren Rodrigues

A473e Estudo utilizando o portal da transparência como meio de consubstanciar as informações para modelo de implantação do pilar manutenção planejada em uma frota de veículos militares / Efren Rodrigues Alvarez. 2016  
293 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Professor-Doutor Daniel Ferreira de Castro  
Coorientadora: Professora-Doutora Cládice Nóbile Diniz  
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Gestão da Manutenção. 2. Manutenção Produtiva Total. 3. Pilar Manutenção Planejada. 4. Viaturas militares. I. Castro, Professor-Doutor Daniel Ferreira de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

EFREN RODRIGUES ALVAREZ

ESTUDO UTILIZANDO O PORTAL DA TRANSPARÊNCIA  
COMO MEIO DE CONSUBSTANCIAR AS INFORMAÇÕES  
PARA MODELO DE IMPLANTAÇÃO DO PILAR  
MANUTENÇÃO PLANEJADA EM UMA FROTA DE VEÍCULOS  
MILITARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração gestão de operações e serviços.

Aprovado em 16 de novembro de 2016

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Daniel Ferreira de Castro – Presidente

---

Prof. Dr. Claudio Dantas Frota – Membro

---

Prof. Dr. Ricardo Jorge da Cunha Costa Nogueira – Membro

Universidade Federal do Amazonas

2016

# DEDICATÓRIA

Ao Senhor Deus, que me permitiu ter a oportunidade e confiança para abraçar este projeto.

Ao meu finado pai Benito, que apesar da baixa escolaridade, não exitou em investir na educação de seus filhos.

À minha mãe Nilsa, que me passou os valores da vida.

À minha esposa Ruth que me auxiliou nesse grande desafio.

À minha filha Beatriz, o maior presente que recebi de Deus.

E a todos os professores que tive na vida, onde cada um foi um degrau, nessa grande escalada.

# AGRADECIMENTOS

Ao Exército Brasileiro, e amigos que lá fiz, por terem me oferecido oportunidades e experiência para este trabalho.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela grande oportunidade que me deu em contribuir para o avanço tecnológico do meu País.

Ao Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES), por me apoiar nas necessidades como discente.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-RJ), por gentilmente ceder suas bibliotecas para minha pesquisa.

Aos professores, servidores e alunos do Programa de Mestrado que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Daniel Ferreira de Castro (UFAM) por ter aceitado o desafio de orientar um aluno à distância.

À Professora Doutora Cládice Nóbile Diniz (UNIRIO) por ter gentilmente aceitado em ser minha orientadora e contribuir com seus conhecimentos.

À minha sogra Cirlene Braga que com tanto amor e cuidado ajudou a cuidar de minha filha para que eu pudesse realizar este estudo.

“Se uma ideia que tive, for verdadeiramente valiosa, deve existir um meio de torná-la realidade.”

Elizabeth Blackwell

“A vida é uma batalha, onde tombamos devido a ferimentos que recebemos ao fugir.”

William L. Sullivan

## RESUMO

O objetivo geral deste estudo foi o desenvolvimento de um modelo de gestão de manutenção para a frota de viaturas de um batalhão do Exército Brasileiro, visando atingir padrões de manutenção classe mundial, baseado no “ pilar” Manutenção Planejada da TPM, tendo o Portal da Transparência como fonte de informações, de forma a evidenciar os sistemas e peças que mais apresentam falhas. Um dos objetivos específicos foi o de elaborar um panorama dos sistemas automotivos e peças adquiridas para a frota de viaturas, criando sistemas de priorização, de modo a destacar aqueles mais importantes para a efetividade da manutenção. Já o outro objetivo específico foi o de levantar metas de produtividade dos indicadores-chave de desempenho, baseados em índices de manutenção classe mundial, da frota administrativa, operacional e global, e simulação para fins de otimização. O método de pesquisa utilizado, quanto aos fins, foi de natureza aplicada e exploratória com uma análise quantitativa e qualitativa das informações, tendo como objeto do estudo a busca de um novo modelo de gestão da manutenção. Na metodologia, quanto aos meios, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, documental e de campo. Para a pesquisa bibliográfica foram estudadas as obras de autores consagrados na literatura TPM como Nakajima e Suzuki e outros na área de manutenção e qualidade. Já para a pesquisa documental foi utilizado o site Portal da Transparência, referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, onde foi possível uma análise quantitativa, evidenciando as peças mais onerosas e demandadas, para posterior foco da manutenção. Para a análise qualitativa foi utilizado informações coletadas através da pesquisa de campo, sendo empregado o método de observação participante direta, realizado após o fato e de forma assistemática, relativo ao período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, período em que o autor foi encarregado de manutenção do Batalhão. Nesta pesquisa de campo foram observadas e sistematizadas em um diagrama 6M, as principais variáveis que diminuíram a disponibilidade da frota no período. A adoção desta proposta de um novo modelo de gestão da manutenção traria como resultados: a melhoria dos indicadores de desempenho da frota, diminuição das falhas e defeitos, racionalização dos recursos materiais e financeiros e aumento da qualidade na prestação dos serviços. A relevância deste estudo se mostra no impacto que uma frota deficiente teria, no contexto local, em uma diminuição da presença do Estado Brasileiro na região, já que o batalhão apóia outros órgãos públicos em áreas de difícil acesso. Já em situação ampla, há a necessidade de cumprir a estratégia de defesa nacional, onde há muitos desafios devido à nossa vasta faixa de fronteira, pouco material, reduzido efetivo e orçamento contingenciado.

**Palavras-Chave:** Gestão da Manutenção; Manutenção Produtiva Total; Viaturas Militares.



## **ABSTRACT**

The general objective of this study was the development of a maintenance management model for the fleet of vehicles of a Brazilian Army battalion, aiming to achieve world-class maintenance standards, based on the "Pillar" TPM Maintenance Plan, with the Transparency Portal As a source of information, in order to highlight the systems and parts that have the most failures. One of the specific objectives was to elaborate an overview of the automotive systems and parts purchased for the vehicle fleet, creating prioritization systems, in order to highlight those most important to the maintenance effectiveness. The other specific objective was to raise productivity targets of key performance indicators, based on world-class maintenance indexes, administrative, operational and global fleets, and simulation for optimization purposes. The research method used, in terms of the purposes, was of an applied and exploratory nature with a quantitative and qualitative analysis of the information, with the object of searching for a new maintenance management model. In the methodology, in the means, the bibliographical, documentary and field research was used. For the bibliographic research the works of authors consecrated in the TPM literature like Nakajima and Suzuki and others in the area of maintenance and quality were studied. For the documentary research, the website Portal da Transparência was used for the period from January 2010 to December 2015, where a quantitative analysis was possible, evidencing the most costly and demanded parts, for further maintenance focus. For the qualitative analysis, we used information obtained through field research, using the method of direct participant observation, performed after the fact and in an unsystematic manner, for the period from January 2012 to January 2014, during which time the Author was in charge of maintaining the Battalion. In this field survey, the main variables that reduced fleet availability in the period were observed and systematized in a 6M diagram. The adoption of this proposal for a new model of maintenance management would have as results: improvement of the fleet performance indicators, reduction of flaws and defects, rationalization of resources and increase in the quality of service rendering. The relevance of this study is shown by the impact that a poor fleet would have, in the local context, in a decrease of the presence of the Brazilian State in the region, since the battalion supports other public agencies in areas of difficult access. Already in a broad situation, there is a need to comply with the national defense strategy, where there are many challenges due to our vast border area, little material, reduced effective and contingent budget.

**Keywords:** Maintenance Management; Total Productive Maintenance; Military Vehicles.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> -Mapa da Amazônia Ocidental .....	29
<b>Figura 2</b> - Localização de Humaitá e da Transamazônica no estado do Amazonas.....	33
<b>Figura 3</b> - Processo de manutenção corretiva da frota do 54° BIS no período de janeiro/2012 a janeiro/2014.....	35
<b>Figura 4</b> - Componentes de um Kit de embreagem.....	83
<b>Figura 5</b> - Os oito pilares da manutenção produtiva total .....	103
<b>Figura 6</b> -Distribuição conforme a frequência de compras de cada sistema pelo total gasto referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54° BIS .....	125
<b>Figura 7</b> -Gráfico em barras do percentual de cada sistema nos gastos totais no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 corrigidos pela inflação, do 54° BIS.....	126
<b>Figura 8</b> -Gráfico em barras do preço-médio gasto por cada sistema no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 corrigidos pela inflação, do 54° BIS.....	127
<b>Figura 9</b> -Matriz de correlação da frequência de compras X impacto no orçamento por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54° BIS .....	130
<b>Figura 10</b> - Matriz de cálculo de impacto x frequência.....	143
<b>Figura 11</b> -Diagrama de causa e efeito (6M) dos problemas que atuam na diminuição de disponibilidade da frota do 54° BIS.....	145
<b>Figura 12</b> - Matriz de frequência e impacto .....	148
<b>Figura 13</b> - Principais causas que atuaram na diminuição da disponibilidade da frota de viaturas do 54° BIS no período observado de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.....	149
<b>Figura 14</b> - Codificação em cores do saldo de estoque .....	151
<b>Figura 15</b> - Quadro de gestão à vista.....	153
<b>Figura 16</b> - Senso de ordenação realizado através de etiquetas e marcações no chão .....	153
<b>Figura 17</b> - Passo a Passo da implantação da manutenção autônoma a ser seguida pelos motoristas no PMT do 54° BIS.....	160
<b>Figura 18</b> - Gráfico em barras dos valores gastos com terceirização de manutenção no 54° BIS.....	163
<b>Figura 19</b> - Gasto com suprimentos pelo PMT no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2015 no 54° BIS.....	169
<b>Figura 20</b> - Cilindro auxiliar de embreagem .....	196
<b>Figura 21</b> - Indicador de desgaste da embreagem através do servo-embreagem .....	197
<b>Figura 22</b> - Freio a tambor Simplex com freio de estacionamento integrado .....	203

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Relação de Viaturas do 54° BIS .....	31
<b>Quadro 2</b> - Metodologia 5S .....	86
<b>Quadro 3</b> - Valor médio, número de compras e gastos totais por sistema, referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54° BIS .....	121
<b>Quadro 4</b> - Taxa de inflação referente ao período de janeiro de 2010 a janeiro de 2016 .....	122
<b>Quadro 5</b> - Valores gastos pelo 54° BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012 reajustados pela inflação até janeiro de 2016 .....	122
<b>Quadro 6</b> - Valores gastos pelo 54° BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015 reajustados pela inflação até janeiro de 2016 .....	123
<b>Quadro 7</b> - Valores gastos por ano pelo 54° BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 atualizados pela inflação até janeiro de 2016 .....	123
<b>Quadro 8</b> - Valor médio gasto pelo 54° BIS, por sistema automotivo, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 atualizado pela inflação até janeiro de 2016 .....	124
<b>Quadro 9</b> - Frequência de compras e porcentagem dos sistemas em relação a quantidade total comprada referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54° BIS .....	125
<b>Quadro 10</b> - Escalonamento dos sistemas automotivos pelo critério de gastos totais no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 já corrigidos pela inflação e seu percentual, do 54° BIS .....	126
<b>Quadro 11</b> - Escalonamento dos sistemas automotivos pelo critério de preço-médio corrigido pela inflação, relativo a gastos no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54° BIS .....	127
<b>Quadro 12</b> - Pontuação do impacto das compras de peças no orçamento por sistema, do 54° BIS .....	128
<b>Quadro 13</b> - Pontuação de frequência das compras de peças por sistema, do 54° BIS .....	129
<b>Quadro 14</b> - Valores da Correlação de frequência de compras X impacto no orçamento do PMT por sistemas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 e priorização, do 54° BIS .....	129
<b>Quadro 15</b> - Critérios e prioridades de manutenção dos sistemas automotivos segundo os objetivos a serem alcançados pelo PMT, do 54° BIS .....	131
<b>Quadro 16</b> - Relação das peças que se destacaram após a análise de pareto no período estudado de janeiro de 2010 à dezembro de 2015, com seus valores gastos, quantidades e preços-médios corrigidos pela taxa de inflação, do 54° BIS .....	133
<b>Quadro 17</b> - Número de compras de cada peça no período total estudado e seu grau de prioridade segundo o critério de frequência de compras pelo PMT, do 54° BIS .....	135
<b>Quadro 18</b> - Valores gastos por peça e seu escalonamento segundo o critério de maior preço já calculado pela taxa de inflação do período, do 54° BIS .....	137
<b>Quadro 19</b> - Valores médios por peça corrigidos pela taxa de inflação e priorização segundo o maior valor, do 54° BIS .....	139
<b>Quadro 20</b> - Pontuação da frequência de compra por peça, do 54° BIS .....	140
<b>Quadro 21</b> - Pontuação do impacto de compra por peça no orçamento do PMT, do 54° BIS .....	140
<b>Quadro 22</b> - Peças mais importantes segundo a análise de Pareto e sua priorização pelos maiores valores na matriz de correlação de frequência de compras X impacto no orçamento do 54° BIS, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, após cálculo da inflação ...	142
<b>Quadro 23</b> - Pontuação da frequência da causa e impacto na disponibilidade da frota do 54° BIS no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 .....	146

<b>Quadro 24</b> - Quadro de frequência X impacto das causas que influenciaram na disponibilidade da frota no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 do 54° BIS com vetores, valores da correlação, ações e níveis de prioridade .....	147
<b>Quadro 25</b> - Diagnóstico de danificações em retentores.....	192
<b>Quadro 26</b> - Níveis de frequência e decibéis para engrenagens no meio industrial.....	214
<b>Quadro 27</b> - Classificação Sae J306 – Graus de viscosidade para óleos de engrenagens automotivas.....	219
<b>Quadro 28</b> - Elementos mais importantes da deformação do dielétrico .....	229
<b>Quadro 29</b> - Diagnóstico da deterioração de isolantes e isoladores.....	230
<b>Quadro 30</b> - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura isolada e frota operacional, do 54° BIS .....	241
<b>Quadro 31</b> - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura e frota operacional, do 54° BIS.....	242
<b>Quadro 32</b> - Parâmetros a serem cumpridos por mês, para uma viatura operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial.....	243
<b>Quadro 33</b> - Parâmetros a serem cumpridos por ano, para uma viatura operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial.....	244
<b>Quadro 34</b> - Parâmetros a serem cumpridos por mês, para a frota operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial .....	245
<b>Quadro 35</b> - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota operacional do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial .....	246
<b>Quadro 36</b> - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura isolada e frota administrativa, do 54° BIS .....	247
<b>Quadro 37</b> - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura e frota administrativa do 54° BIS .....	248
<b>Quadro 38</b> - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para uma viatura administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial.....	249
<b>Quadro 39</b> - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para uma viatura administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial.....	250
<b>Quadro 40</b> - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para a frota administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial.....	251
<b>Quadro 41</b> - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial .....	252
<b>Quadro 42</b> - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF para um par de viaturas (administrativa e operacional) e frota completa do 54° BIS .....	253
<b>Quadro 43</b> - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF para um par de viaturas (administrativa e operacional) e frota completa do 54° BIS .....	254
<b>Quadro 44</b> - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para a frota completa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial .....	255
<b>Quadro 45</b> - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota completa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial .....	256

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2010 .....	117
<b>Tabela 2</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2011 .....	118
<b>Tabela 3</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2012 .....	119
<b>Tabela 4</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2013 .....	119
<b>Tabela 5</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2014 .....	120
<b>Tabela 6</b> - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2015 .....	120

## LISTA DE EXPRESSÕES

<b>Expressão 1</b> - Cálculo Disponibilidade Física a partir de horas totais .....	41
<b>Expressão 2</b> - Cálculo da disponibilidade Física a partir de horas de operação .....	41
<b>Expressão 3</b> - Cálculo do MTBF .....	55
<b>Expressão 4</b> - Cálculo do MTTR.....	56
<b>Expressão 5</b> – Cálculo do MTTF .....	57
<b>Expressão 6</b> - Cálculo do OEE .....	58
<b>Expressão 7</b> - Cálculo de disponibilidade no OEE.....	58
<b>Expressão 8</b> – Cálculo da taxa de velocidade de operação do OEE.....	59
<b>Expressão 9</b> - Cálculo da taxa de qualidade para o OEE .....	59

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional de Petróleo
API	American Petroleum Institute
BIS	Batalhão de Infantaria de Selva
CCV	Custo do Ciclo de Vida
DF	Disponibilidade Física
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
HG	Horas totais do período
HM	Tempo de paralisações, preventivas e corretivas
HO	Tempo total de operação
HP	Horas produtivas
HPI	Horas planejadas
HT	Horas trabalhadas
KPI	Key Performance Indicator
MA	Manutenção Autônoma
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MP	Manutenção Produtiva
MPT	Manutenção Produtiva Total
MTBF	Mean time between failures
MTTR	Mean Time to Repair
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Eficiência global do equipamento)
OM	Organização Militar

PCP	Planejamento e Controle da Produção)
PFMEA	Process Failure Mode and Effects Analysis
PMBOK®	Project Management Body of Knowledge
PMT	Pelotão de Manutenção e Transporte
POP	Procedimento Operacional Padrão
RCM	Reliability Centered Maintenance
SAE	Society of Automotive Engineers
TBF	Tempo de Bom Funcionamento
TMEF	Tempo médio entre falhas
TMER	Tempo médio para reparo
TPM	Total Production Maintenance
Vdb	Decibéis de velocidade



## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>22</b>
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	22
1.2. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	24
1.3. OBJETIVOS .....	25
1.3.1. Geral .....	25
1.3.2. Objetivos Específicos .....	25
1.4. METODOLOGIA.....	25
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	28
<b>2. Contexto do 54º Batalhão de Infantaria de Selva (54º BIS) e Petotão de Manutenção e Transporte (PMT) .....</b>	<b>29</b>
<b>3. Fundamentação teórica.....</b>	<b>37</b>
3.1. DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO.....	37
3.2. CONCEITO DE FALHA, DEFEITO E PANE.....	38
3.3. CONCEITOS DE CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE, DISPONIBILIDADE .....	39
3.4. EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO .....	42
3.5. AS DIFERENTES FORMAS DE MANUTENÇÃO.....	44
3.5.1. Manutenção Corretiva .....	44
3.5.2. Manutenção preventiva.....	46
3.5.3. Manutenção preditiva ou de condição .....	48
3.5.4. Manutenção Detectiva .....	50
3.5.5. Engenharia de manutenção .....	51
3.5.6. Manutenção centrada na confiabilidade (MCC).....	52
3.6. INDICADORES DE MANUTENÇÃO .....	54
3.6.1. Mean time between failures (MTBF) ou Tempo médio entre falhas (TMEF).....	54
3.6.2. MTTR (Mean time to repair) ou TMER (Tempo médio para reparo).....	55
3.6.3. MTTF (Mean Time to failure) ou TMPF (Tempo Médio para Falhar).....	56
3.6.4 . OEE (Overall Equipment Effectiveness ou Eficiência global dos equipamentos).....	57

3.7. QUALIDADE NA MANUTENÇÃO .....	60
3.7.1. Definição de Qualidade .....	60
3.7.2. Qualidade e lubrificação automotiva .....	62
3.8. SISTEMAS AUTOMOTIVOS .....	67
3.8.1 Sistema de Direção .....	67
3.8.2. Sistema de Suspensão .....	71
3.8.3. Sistema de freios.....	72
3.8.4. Sistema do Motor .....	74
3.8.5. Carroceria .....	77
3.8.6. Sistema elétrico .....	78
3.8.7. Sistema de Transmissão .....	80
3.9. FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS APLICADAS.....	86
3.9.1. Programa 5S .....	86
3.9.2. Método FMEA (Análise do Modos e Falhas e seu Efeitos).....	90
3.9.3. Diagrama de causa e efeito, lista de verificação 6M ou espinha de peixe .....	91
3.9.4. Fluxograma.....	93
3.9.5. Análise de Pareto .....	94
3.9.6. Guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge).....	95
3.10. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....	96
3.10.1. Conceito de TPM.....	96
3.10.2. Implementação da Manutenção Produtiva Total .....	101
3.10.3. Os oito pilares da manutenção Produtiva Total.....	102
3.11. LICITAÇÕES PÚBLICAS E PREGÃO ELETRÔNICO .....	110
<b>4. Pesquisa no Portal da Transparência .....</b>	<b>114</b>
4.1. CODIFICAÇÃO NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA.....	114
4.2. SUBITEM DE DESPESA 39 – MATERIAL PARA MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS .....	115

4.3. SUBITEM DE DESPESA 39 – MATERIAL PARA MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS (SUPRIMENTOS: ÓLEOS LUBRIFICANTES, PNEUS, CÂMARAS DE AR E BATERIAS AUTOMOTIVAS) .....	116
4.4. TRATAMENTO DOS DADOS .....	116
4.4.1. Tratamento dos dados no ano de 2010 .....	117
4.4.2. Tratamento dos dados no ano de 2011 .....	118
4.4.3. Tratamento dos dados no ano de 2012 .....	118
4.4.4. Tratamento dos dados no ano de 2013 .....	119
4.4.5. Tratamento dos dados no ano de 2014 .....	120
4.4.6. Tratamento dos dados no ano de 2015 .....	120
4.5. ANÁLISE DOS DADOS .....	121
4.5.1. Cálculo da inflação sobre os valores gastos por sistema automotivo, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos até janeiro de 2016 .....	122
4.5.2. Resultado da Pesquisa e geração de priorizações de manutenção dos sistemas automotivos .....	124
4.5.3. Estratégias de priorização da manutenção a ser utilizadas, segundo os objetivos a serem alcançados.....	130
4.6. RESULTADO DA PESQUISA E PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO POR PEÇA .....	131
4.6.1. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de frequência de compra realizada pelo PMT no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 .....	134
4.6.2. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de maior valor global gasto pelo PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigido pela taxa de inflação até janeiro de 2016.....	136
4.6.3. Priorização na manutenção por peças, baseado no critério de maior preço-médio gasto nestas pelo PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos pela taxa de inflação até janeiro de 2016.....	138

4.6.4. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de correlação de valores de frequência de compras X impacto no orçamento do PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos pela taxa de inflação até janeiro de 2016..... 140

**5. Implantação do Pilar Manutenção Planejada ..... 144**

5.1. ETAPA 1 – AVALIAÇÃO DAS VIATURAS E LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ..... 144

5.1.1. Análise dos dados de observação ..... 148

5.2. ETAPA 2 – RESTAURAÇÃO DAS DETERIORAÇÕES, AVARIAS E DEFEITOS E MELHORIAS NOS PONTOS COM DEFICIÊNCIA ..... 149

5.2.1 Passo zero - preparação ..... 150

5.2.2. Passo 1- Fazer a limpeza inicial ..... 155

5.2.3. Passo 2- Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas ..... 156

5.2.4. Passo 3- Padronizar as atividades de Manutenção Autônoma ..... 157

5.2.5. Passo 4- Desenvolver habilidades de inspeção geral dos equipamentos..... 157

5.2.6. Passo 5 - Promover a inspeção dos equipamentos ..... 158

5.2.7. Passo 6 - Organizar e gerenciar o local de trabalho ..... 158

5.2.8. Passo 7- Consolidar a implantação da Manutenção Autônoma ..... 159

5.3. ETAPA 3 – ESTRUTURAÇÃO DO CONTROLE DE INFORMAÇÕES E DE DADOS ..... 161

5.4. ETAPA 4 – ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA ..... 171

5.4.1. Manutenção Preventiva do Sistema de transmissão (1ª prioridade nos sistemas) ..... 172

5.4.2. Manutenção Preventiva do Sistema de freios (2ª prioridade nos sistemas) ..... 178

5.4.3. Manutenção Preventiva do Sistema elétrico (3ª prioridade nos sistemas)..... 181

5.4.4. Manutenção preventiva das peças, componentes e conjuntos prioritários ..... 187

5.5. ETAPA 5 – ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA ..... 208

5.5.1. Manutenção Preditiva do Sistema de transmissão (1ª Prioridade) ..... 210

5.5.2. Manutenção Preditiva do Sistema de freios (2ª Prioridade) ..... 224

5.5.3. Manutenção Preditiva do Sistema elétrico (3ª Prioridade).....	227
5.6. ETAPA 6 – AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEJADA .....	239
5.6.1. Cálculo dos KPI's para as viaturas operacionais.....	240
5.6.2. Cálculo dos KPI's para as viaturas administrativas.....	246
5.6.3. Cálculo dos KPI's para a frota completa do 54º BIS .....	252
<b>6. Considerações Finais .....</b>	<b>257</b>
<b>7. Recomendações para trabalhos futuros .....</b>	<b>260</b>
<b>Referências .....</b>	<b>261</b>
<b>ANEXO A - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2010 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos .....</b>	<b>270</b>
<b>ANEXO B – Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2011 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (1ª parte) .....</b>	<b>271</b>
<b>ANEXO C - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2011 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (2ª parte) .....</b>	<b>272</b>
<b>ANEXO D - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2011 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (3ª parte) .....</b>	<b>273</b>
<b>ANEXO E - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2012 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos .....</b>	<b>274</b>
<b>ANEXO F - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2013 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos .....</b>	<b>275</b>
<b>ANEXO G - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2014 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (1ª Parte) .....</b>	<b>276</b>

<b>ANEXO H - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2014 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (2ª Parte) .....</b>	<b>277</b>
<b>ANEXO I - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2015 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (1ª Parte) .....</b>	<b>278</b>
<b>ANEXO J - Relação de dados coletados no Portal da Transparência sobre quantidades e valores gastos com peças no ano de 2015 pelo 54º BIS e sua classificação dentro dos sistemas automotivos (2ª Parte) .....</b>	<b>279</b>
<b>ANEXO K - Quantitativo e valores gastos em suprimentos pelo 54º BIS no ano de 2011 a 2015 .....</b>	<b>280</b>
<b>ANEXO L - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2010 .....</b>	<b>281</b>
<b>ANEXO M - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2011 (1ª Parte) .....</b>	<b>282</b>
<b>ANEXO N - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2011 (2ª Parte) .....</b>	<b>283</b>
<b>ANEXO O - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2012 .....</b>	<b>284</b>
<b>ANEXO P - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2013 .....</b>	<b>285</b>
<b>ANEXO Q - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2014 (1ª Parte) .....</b>	<b>286</b>
<b>ANEXO R - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2014 (2ª Parte) .....</b>	<b>287</b>
<b>ANEXO S - Quantitativo e valores totais gastos por peça e sistema automotivo pelo 54º BIS no ano de 2015 .....</b>	<b>288</b>
<b>ANEXO T – Valores corrigidos pela inflação das peças do 54º BIS que figuraram após análise de Pareto (1ª Parte) .....</b>	<b>289</b>
<b>ANEXO U - Valores corrigidos pela inflação das peças do 54º BIS que figuraram após análise de Pareto (2ª Parte) .....</b>	<b>290</b>

**ANEXO V – Valores de impacto, frequência, correlação (I X F) e cor na matriz das peças ou conjuntos do 54° BIS que figuraram após a análise de Pareto .....291**

**ANEXO W - Gastos com contratações de serviços terceirizados pelo 54° BIS no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 .....292**

**ANEXO X – Relação de máquinas e equipamentos comprados pelo 54° BIS no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 .....293**

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Considerações iniciais**

Através de observação participante, no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, verificou-se que a gestão de manutenção do PMT (Pelotão de Manutenção e Transporte) do 54º Batalhão de Infantaria de Selva, utilizava constantemente a manutenção corretiva em sua frota de viaturas, causando aumento da indisponibilidade e desperdícios de recursos. A partir desta observação, este trabalho procurou fazer uma investigação exploratória com a finalidade de desenvolver um novo modelo de gestão de manutenção capaz de diminuir estas ações de manutenção corretiva.

Esse tipo de manutenção é considerado uma dos mais onerosos e menos eficientes, já que só ocorre após a falha e no pior momento possível, que é justamente no deslocamento das missões de transporte da tropa, materiais e suprimentos, causando grandes transtornos.

Nesse contexto, o início dos processos de compra através de licitação ou dispensa desta, para a aquisição de componente de reposição, se iniciavam apenas após a ocorrência de alguma falha ou defeito, o que aumentava o tempo do recebimento das peças e seus custos.

Para realizar a investigação das peças que apresentavam maiores incidências de falhas e com isto focar a manutenção preventiva e preditiva destas, o presente trabalho utilizou para sua pesquisa documental uma fonte de dados oficial chamado Portal da Transparência. Este site apresenta todos os gastos realizados com pessoal, material e contratos de todo tipo, firmados entre entes privados e órgãos do Governo Federal.

A delimitação do estudo foram os gastos realizados com a frota de viaturas do batalhão, relativos a valores e quantidades demandados, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, publicados no Portal da Transparência.

Procurou-se tratar estes dados, classificando também estas peças em sistemas automotivos, para priorização na manutenção daqueles mais onerosos e recorrentes nas compras, visando a diminuição de suas falhas e conseqüentemente a compra de sobressalentes, aumentando assim a taxa de disponibilidade.

Através da pesquisa bibliográfica, buscou-se conhecer os diferentes tipos de manutenções, o contexto da qualidade com suas várias ferramentas, emprego correto de lubrificantes, os vários sistemas automotivos (nas quais as peças foram classificadas), noções de licitações e por fim, os principais indicadores-chave de desempenho.



Após isto, constatou-se que para aumentar as ações de manutenção preventiva e preditiva de sistemas e componentes automotivos, uma proposta de modelo de gestão da manutenção baseada no TPM (Total Production Maintenance, ou em português, Manutenção Produtiva Total), seria de grande viabilidade e efetividade.

A manutenção produtiva total, mais conhecida pela sua sigla em inglês TPM, é uma boa alternativa para a gestão da frota. Ela faz parte do lean manufacturing ou produção enxuta, que é uma filosofia japonesa desenvolvida pela Toyota Motor Company, que tem como alguns de seus pressupostos a produção do estritamente necessário e de acordo com a demanda de mercado, utilizando menos recursos possíveis. Isto tudo deve acontecer sem perder a qualidade, e se possível melhorando esta.

Por sua vez, esta mudança na filosofia de gestão da manutenção, pode contribuir para melhoria na qualidade dos serviços, disponibilidade das viaturas e eficiência global. Ao se estipular indicadores-chave de desempenho, atrelados a índices de manutenção classe mundial, é possível cumprir mais missões com a frota, utilizando menos recursos.

Este trabalho procurou desenvolver este modelo, focado no “pilar” manutenção planejada, um dos oito pilares do TPM. O pilar manutenção planejada depende do histórico de manutenções para poder ser implantado com sucesso. Devido a falta desses registros no PMT, e por não ser utilizado nenhum software de gestão da manutenção, é que os dados publicados no Portal da Transparência vieram ao encontro desta necessidade do citado pilar.

A partir deste ponto, foi possível realizar uma análise de pareto ano a ano, onde foram conhecidos os sistemas e peças que mais contribuíram para a frequência de compras, bem como aqueles que mais impactaram no orçamento.

De posse destes resultados anuais, foi calculado para o período total estudado, o número de compras e valor (corrigido pela inflação) desembolçado por peça e sistema automotivo, onde houve em seguida, um escalonamento destes segundo os critérios de maior frequência de compras, maior impacto no orçamento, maior preço-médio e maior valor da correlação de frequência de compras X valor global gasto. Ao final foi montado um quadro com os objetivos, critérios, e situação em que cada critério seria empregado, segundo as necessidades do gestor.

Para o desenvolvimento do modelo proposto, foi adotado o critério de maior valor da correlação de frequência de compras X valor global gasto. A partir daí, foi desenvolvido este modelo em seis etapas, a saber: avaliação do equipamento e compreensão da situação atual,

restauração das deteriorações e correção das debilidades, criação de um sistema de gestão de informações, criação de um sistema de manutenção periódica, criação de um sistema de manutenção preditiva e avaliação do sistema de manutenção planejada.

Para esta última etapa, foram realizadas diversas simulações mensais e anuais para as frotas administrativa, operacional e global, baseadas em índices de classe mundial, nos principais indicadores-chave de desempenho como: disponibilidade, MTBF, MTTR, MTTF e OEE.

## **1.2. Justificativa do trabalho**

A justificativa deste trabalho se deve ao fato do Exército, sendo a força terrestre brasileira, necessitar da ampla disponibilidade da sua frota de veículos para bem cumprir suas diversas missões. O artigo 142 da Constituição da República Federativa do Brasil informa a função constitucional das Forças Armadas:

Art. 142. As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.

Portanto o Exército, como integrante das Forças Armadas possui a missão de contribuir para a defesa das fronteiras, combate ao tráfico de armas, drogas e animais silvestres, apoio a desabrigados que foram vítimas das enchentes, apoio médico a comunidades ribeirinhas, indígenas e populações isoladas. Contribui ainda, na perfuração de poços artesianos em áreas do semiárido, construção de pontes e estradas, combate a doenças epidemiológicas e apoio logístico aos demais órgãos do Governo, contribuindo assim para que estes se façam presente.

Para realizar essa grande quantidade de missões, a frota de viaturas deve manter uma alta taxa de disponibilidade. Além da taxa de disponibilidade, também deve haver uma racionalização na utilização dos recursos disponíveis, pois estes são cada vez mais contingenciados pelo Governo Federal. Outros fatores como segurança, qualidade na prestação dos serviços e eficiência, também devem ser observados.

Esse contexto ensejou a seguinte questão: “como os dados publicizados da frota de viaturas de um batalhão do Exército Brasileiro, no site Portal da Transparência, permitiriam operacionalizar um novo modelo de gestão capaz de gerar a diminuição de ocorrência de falhas, diminuição de custos e melhoria de indicadores de desempenho?”

A seguir, procurou-se responder a esta pergunta elaborando o seguinte objetivo geral e objetivos específicos para desenvolver uma proposta de modelo de gestão da manutenção que possa futuramente contribuir para a efetividade da manutenção da frota do 54º BIS.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Geral**

Desenvolver um modelo de gestão de manutenção para a frota de viaturas de um batalhão do Exército Brasileiro, visando atingir padrões de manutenção classe mundial, baseado no pilar Manutenção Planejada da TPM, tendo o Portal da Transparência como fonte de informações, de forma a evidenciar os sistemas e peças que mais apresentam falhas.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Elaborar um panorama dos sistemas automotivos e peças adquiridas para a frota de viaturas, criando sistemas de priorização de manutenção, de modo a destacar aqueles mais importantes para a efetividade da manutenção;
2. Levantar metas de produtividade dos indicadores-chave de desempenho, baseados em índices de manutenção classe mundial, da frota administrativa, operacional e global, e simulação para fins de otimização.

### **1.4. Metodologia**

O método de pesquisa utilizado neste trabalho, quanto aos fins, foi de natureza exploratória e aplicada, com uma análise qualitativa e quantitativa das informações, tendo como objeto a busca de um modelo de gestão de manutenção.

O universo desta pesquisa é a dos modelos de manutenção possíveis de utilização da TPM e a amostra é o de manutenção planejada. Quanto aos meios, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental e pesquisa de campo.

Primeiramente foi realizada a pesquisa bibliográfica em livros, trabalhos acadêmicos, artigos científicos, sites especializados e anais de congressos, possibilitando conhecer os diversos modelos de manutenção. Este estudo também possibilitou a fundamentação teórica da dissertação, aprofundado o conhecimento sobre o problema e contribuindo para a seleção e desenvolvimento do modelo de gestão de manutenção baseado no “pilar” manutenção planejada da TPM, para que possa ser possível futuramente a diminuição das ações de manutenção corretiva, ocorrência de falhas e custos globais da frota.

Para a pesquisa documental foi utilizado o Portal da Transparência, sendo colhidos dados de gastos com manutenção, do período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, referente à Organização Militar 54° BIS. Desta forma, foi possível realizar uma análise quantitativa das peças e componentes que apresentaram maiores frequências de compras e valores gastos, e assim realizar uma priorização delas na manutenção, a partir do modelo proposto do “ pilar” manutenção planejada.

Para tratamento dos dados, cada peça encontrada foi classificada segundo o sistema automotivo a qual pertencia, a saber: carroceria, direção, elétrico, freios, motor, suspensão e transmissão. Posteriormente realizou-se uma análise de Pareto, ano a ano, para identificar os sistemas e peças que somados contribuíram com 50% ou mais da frequência de compras ou gastos no orçamento, em seu respectivo ano.

Após isto foi selecionado todas as peças e sistemas que se destacaram em cada ano, após a análise de Pareto, tanto em frequência de compra, quanto impacto nos gastos e procedeu-se a sua priorização de manutenção, segundo quatro critérios.

Estes critérios foram os de maior frequência de compras, maior valor global gasto, maior preço-médio e maior valor de correlação na matriz de frequência de compras X valor global gasto.

Utilizando para o modelo de manutenção deste estudo o critério da correlação de valores na matriz de frequência de compras X valor global gasto, foram selecionados os três principais sistemas e as dez principais peças para a manutenção preventiva e preditiva.

Para pesquisa de campo foi utilizada a observação participante, direta e de forma assistemática, com uma análise qualitativa após a ocorrência do fato. O período observado foi o compreendido entre janeiro de 2012 a janeiro de 2014, onde o autor deste estudo atuou como encarregado de manutenção da frota de viaturas do Batalhão. Para tal análise qualitativa, foi utilizado um diagrama 6M, onde foram selecionadas as variáveis que contribuíram para a baixa disponibilidade da frota no período, segundo os vetores: mão de obra, método, materiais, máquinas, meio ambiente e medidas.

Após isto, cada variável foi classificada, com um valor segundo sua frequência de ocorrência e impacto na época, em uma matriz de correlação adaptada do Guia PMBOK. Por fim, houve a priorização de cada uma, segundo o maior valor dentro da matriz. A seguinte análise qualitativa serviu de base para desenvolver a primeira etapa do modelo de gestão de manutenção, baseado no “ pilar” manutenção planejada do TPM.

Para o desenvolvimento do modelo baseado no “pilar” manutenção planejada, foi necessário percorrer seis etapas, sendo a primeira delas a avaliação das viaturas e levantamento da situação. Nesta etapa, como dito anteriormente, utilizou-se a pesquisa de campo, com o método de observação participante, realizando-se uma análise qualitativa, e chegando-se aos principais problemas que contribuíam para a diminuição da disponibilidade da frota no período observado.

A segunda etapa foi em relação à restauração das deteriorações, defeitos, avarias e melhorias em pontos com deficiência. Para esta etapa, foi utilizado outro pilar da manutenção produtiva total, chamado de manutenção autônoma, como forma de contribuir para a restauração de problemas encontrados e melhorar os pontos deficientes.

A terceira etapa, relativo à estruturação do controle de informação e de dados, foram propostas alternativas para melhor sistematizar os dados de manutenção, através de livro central de manutenção, correto preenchimento do livro registro de cada viatura, utilização de softwares e outros meios informatizados para montagem de bancos de dados. Também desta etapa retirou-se as informações para priorizar a manutenção de sistemas e peças, conforme a priorização.

Na quarta etapa foi realizada a estruturação da manutenção preventiva, onde foi realizada uma revisão da literatura, buscando os principais tipos de falhas e manutenção preventiva dos sistemas e componentes que figuram como prioridade na pesquisa. Foram escolhidos os três principais sistemas e os dez principais componentes que mais contribuíram no critério de correlação de valores da frequência de compras X impacto no orçamento do PMT.

Na quinta etapa, relativo à estruturação da manutenção preditiva, foi realizado os mesmos procedimentos da quarta etapa, porém em vez de serem pesquisadas e propostas medidas preventivas, foi buscado na literatura as principais técnicas preditivas que podem ser utilizadas pelo PMT, como: análise de vibrações e ruídos, análise rápida de lubrificante, análise da pressão, análise da temperatura e técnicas preditivas para o sistema elétrico.

A sexta e última etapa do modelo, foi referente à avaliação da manutenção planejada. Nesta etapa, foram realizadas simulações para viaturas isoladas e para a frota completa, em períodos mensais e anuais, no que concerne a frota administrativa, operacional e global. Estas simulações foram baseadas em índices de manutenção classe mundial de disponibilidade, como: MTBF, MTTR, MTTF e OEE, que figuram entre os principais indicadores-chave de desempenho.

### **1.5. Estrutura do Trabalho**

O capítulo 1 trata da introdução, com os comentários iniciais, justificativa do trabalho, objetivo geral e objetivos específicos, a metodologia empregada e a estrutura da dissertação.

O capítulo 2 aborda o contexto do 54º Batalhão de Infantaria de Selva e do Pelotão de Manutenção e Transporte, em que foi levantado através da pesquisa de campo utilizando a observação participante, as dificuldades e desafios na Região Amazônica. Neste capítulo também foi apresentado a frota de viaturas do 54º BIS.

O capítulo 3 apresenta a revisão da literatura com a citação de autores nacionais e estrangeiros, de livros, trabalhos acadêmicos, artigos científicos e anais de congressos, na área de gestão da manutenção, gestão da qualidade, manutenção produtiva total, sistemas automotivos, indicadores-chave de desempenho e noção de licitações.

No quarto capítulo foi realizada uma análise quantitativa, através de dados obtidos na pesquisa documental feita no Portal da Transparência, que focou o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, coletando informações sobre compras de peças e suprimentos de veículos. Após isto, houve o tratamento, análise e validação dos dados. Neste capítulo também foi realizada a priorização desses dados da análise, para todo o período estudado, segundo os critérios de maior frequência de compras, maior valor global gasto, maior preço médio e maior valor da correlação de frequência de compras X valor global gasto (impacto no orçamento), tanto para peças quanto para sistemas.

No quinto capítulo as seis etapas do modelo proposto de gestão de manutenção foram desenvolvidas, baseado no “pilar” manutenção planejada do TPM, utilizando os dados da pesquisa obtida no Portal da Transparência. Na etapa 1 deste capítulo, foi ainda, realizada uma análise qualitativa baseado na pesquisa de campo, utilizando a observação participante direta e assistemática referente ao período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. Através da literatura, foi proposta a manutenção preventiva e preditiva das peças e sistemas prioritários da pesquisa extraída do Portal da Transparência, segundo o critério de priorização de manutenção do maior valor da correlação de frequência de compras X valor global gasto. Na última etapa foram realizadas simulações, baseados em índices de manutenção classe mundial, para a frota global, administrativa e operacional, através de indicadores-chave de desempenho.

Nos capítulos seis e sete, foram comentadas as considerações finais e recomendações para os próximos estudos, respectivamente.

## 2. CONTEXTO DO 54° BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA (54° BIS) E PELOTÃO DE MANUTENÇÃO E TRANSPORTE (PMT)

O 54° Batalhão de Infantaria de Selva (54° BIS) está sediado na cidade de Humaitá, no interior do Amazonas. Esta cidade localiza-se no sul do estado e fica a duas horas da capital de Rondônia, Porto Velho. A cidade localiza-se, portanto, na divisa desses dois estados, ficando também a apenas 715 Km (distância de condução) de Rio Branco, capital do Acre, possuindo dessa forma, função estratégica no interior da Amazônia Ocidental. A figura 1 apresenta a Amazônia ocidental no mapa do Brasil.

**Figura 1-**Mapa da Amazônia Ocidental



Fonte: Abreu (2006)

Dentro da estrutura organizacional do Exército Brasileiro, o 54° BIS pertence à 17ª Brigada de Infantaria de Selva, localizada na cidade de Porto Velho/RO, que por sua vez pertence ao Comando Militar da Amazônia, localizada na cidade de Manaus/AM.

O batalhão possui duas companhias de fuzileiros e uma companhia de comando e apoio (CCAP). Dentro dessa companhia de apoio existe um pelotão de saúde, um pelotão de suprimentos, um pelotão de comunicações, um pelotão de comando e um pelotão de manutenção e transporte. Sendo assim, o batalhão possui um contingente em torno de 500 militares.

Dentro do pelotão de manutenção e transporte (PMT) se encontram a equipe de mecânicos, eletricitas, borracheiros, lanterneiros, motoristas e viaturas do batalhão. Portanto, é o pelotão responsável por transportar a tropa, suprimentos, materiais e equipamentos para as mais

diversas missões. Também é responsável pela manutenção das viaturas, realizando reparos e prestando socorro de reboque caso sejam acionados.

Entre os pelotões do batalhão, o PMT é considerado um pelotão estratégico, já que todos os pelotões operacionais e demais apoios logísticos necessitam das viaturas para poderem cumprir suas missões.

Devido a grande área de municípios sob a circunscrição do batalhão e quantidade de missões que pode se estender por cinco Estados (Amazonas, Rondônia, Acre, Mato Grosso e Pará), é de vital importância para a operacionalidade do Batalhão e presença do Exército Brasileiro que os materiais de apoio (como viaturas, embarcações, aeronaves, dentre outras) estejam em condições para auxiliar a tropa nos seus diversos deslocamentos.

Dadas às peculiaridades da região amazônica, com sua grande extensão territorial, vasta faixa de fronteira, abundância de rios e estradas em mau estado de conservação, são impostos grandes desafios para o Exército Brasileiro e por consequência às suas viaturas. O quadro 1 apresenta a relação de viaturas que compõem a frota do 54º BIS.



**Quadro 1 - Relação de Viaturas do 54º BIS**

<b>Viatura</b>	<b>Tipo</b>	<b>Função</b>	<b>Quantidade</b>
Caminhões Wolkswagen Work 5 Ton	Operacional	Transporte da tropa e apoio logístico	8
Toyotas bandeirantes	Operacional	Transporte da tropa e apoio logístico	7
Agrale Marruá	Operacional	Transporte da tropa e apoio logístico	1
Ambulância Hilux	Operacional	Apoio ao Pelotão de Saúde	1
Ambulância Land Rover	Operacional	Apoio ao Pelotão de Saúde	1
Caminhão Cisterna Ford	Operacional	Abastecimento água nas operações	1
Pickup Hilux	Adm	Viatura do Comandante do batalhão	1
Pickup Ford Ranger	Adm	Apoio às funções administrativas	1
Ambulância Furgão Iveco	Adm	Apoio à saúde	1
Caminhonete Ford F-4000	Adm	Recolhimento de entulho e lixo	1
Muck Caminhão Ford	Adm	Resgate de viaturas	1
Caminhão Mercedes 8 Ton	Adm	Transporte de carga	1
Toyota bandeirante	Adm	Apoio administrativo	1
Moto	Adm	Apoio administrativo	1
Fiat Uno	Adm	Apoio administrativo	1
Sangyang	Adm	Apoio administrativo	1
Reboques	Operacional	Apoio operacional	6
<b>TOTAL</b>			<b>35</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2016.

Um grande problema do batalhão é o de constante rotatividade do efetivo de carreira, que acontece a cada dois anos para oficiais e sargentos. Isso ocorre porque no início e final de cada ano, o Exército promove um rodízio dos militares da selva, concedendo 30 dias de dispensa como prazo para movimentação e apresentação. Ocorre que um militar, que tenha a função de encarregado de manutenção, ter sua movimentação publicada para outra guarnição sem que o substituto tenha sido sequer desligado da sua, significando na prática vários dias sem este profissional. Com isso, não há uma gestão tão presente no pelotão de manutenção e transporte nesse período.

Através da observação participante e direta, no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, verificou-se que as viaturas viviam com acúmulo de barro, sem lubrificação e peças soltas, podendo ter sido por falta de conhecimento e tempo do motorista ou propriamente zelo.

A falta de um histórico das manutenções foi outro grande problema observado, pois não havia informações, gerando retrabalho e desperdício de recursos, como por exemplo, na troca de óleo e filtros, que já tinham sido trocados há pouco tempo.

As dificuldades logísticas quando uma viatura apresentava avarias eram maiores que as de outras regiões do País, devido ao isolamento do batalhão e as péssimas condições das estradas. Quando havia necessidade de manutenção de escalão superior, a viatura era transportada de balsa durante vários dias até Manaus/AM, porque lá fica sediado o parque de manutenção, que é uma Organização Militar (OM) especializada na área de manutenções complexas. Além disto, o custo e tempo do envio de suprimentos para a cidade eram onerosos e demorados, algumas vezes sendo feitas por embarcação. A escassez de fornecedores no local para compra de suprimentos e serviços foi outro limitador observado.

Durante esse período, houve intervenções corretivas erradas nos veículos, causando mais transtornos que o problema original. Isso aconteceu devido aos avanços tecnológicos dos equipamentos não terem sido acompanhados pelo pelotão de manutenção, pois crescera o número de caminhões com componentes eletrônicos.

Havia também um passivo em relação à instrução dos motoristas e mecânicos militares. Isto se deve a pouca oferta de cursos na região e falta de um plano de capacitação para que estes fossem treinados na cidade de Porto Velho/RO ou até em Manaus/AM. Cursos como: transporte de cargas perigosas ou inflamáveis, transporte de feridos (ambulância) e demais categorias de habilitação (A, B, C, D e E), não tinham oferta com regularidade. Havia também a necessidade de outros cursos na área de mecânica, como por exemplo, mecânica de motores a diesel. Ao sair um militar especializado, havia impacto diretamente na disponibilidade da frota, pois era difícil a reposição por outro profissional.

Outro quadro, que aumentava a incidência de falhas, era a péssima situação em que se encontravam as estradas. Uma das principais estradas da região é a BR-230, conhecida como Transamazônica, que vai de Cabedelo/PB até a cidade de Lábrea/AM, passando por sete estados. Esta estrada se encontra até hoje em péssimo estado de conservação e na época de chuvas é praticamente intransitável. Devido a isto, as viaturas operavam em uma situação forçada, reduzindo drasticamente o tempo de vida (estipulado nos manuais de fabricante) dos

componentes automotivos. A figura 2 apresenta o mapa da rodovia Transamazônica, a localização do município de Humaitá e demais municípios vizinhos.

**Figura 2** - Localização de Humaitá e da Transamazônica no estado do Amazonas



Fonte: <http://g1.globo.com/>

Outro ponto observado era a raridade, após uma missão em que fossem utilizadas tais estradas, a chegada de todo o comboio de viaturas sem algum tipo de problema. Nesse momento começavam os transtornos, pois para comprar peças novas deveriam ser abertos procedimentos licitatórios extremamente burocráticos, o que gerava muita demora no ressuprimento de peças. Muitas vezes a estrada não era apenas a culpada, mas também a falta de manutenção preventiva para percorrer ela, como reapertos e lubrificação, além do zelo dos motoristas.

Analisando um comboio militar em que as viaturas são dispostas em “fila indiana” em uma estrada, podemos fazer uma analogia com uma linha de produção em série. O objetivo deste comboio é transportar pessoas, materiais e suprimentos de um ponto A (normalmente o Batalhão) até um ponto B e vice-versa. Para que esta “produção” aconteça com qualidade, todas as viaturas do comboio devem partir e retornar sem nenhuma falha ou defeito pelo caminho.

Caso alguma viatura apresente uma falha no deslocamento, seria necessário o conserto *in loco* ou rebocá-la. Fazendo novamente a comparação com uma linha de produção, é como se a velocidade de produção diminuísse. Sendo assim, se em um comboio de 30 viaturas a uma velocidade constante de 80Km/hora, teremos a eficiência alcançada no deslocamento se todas

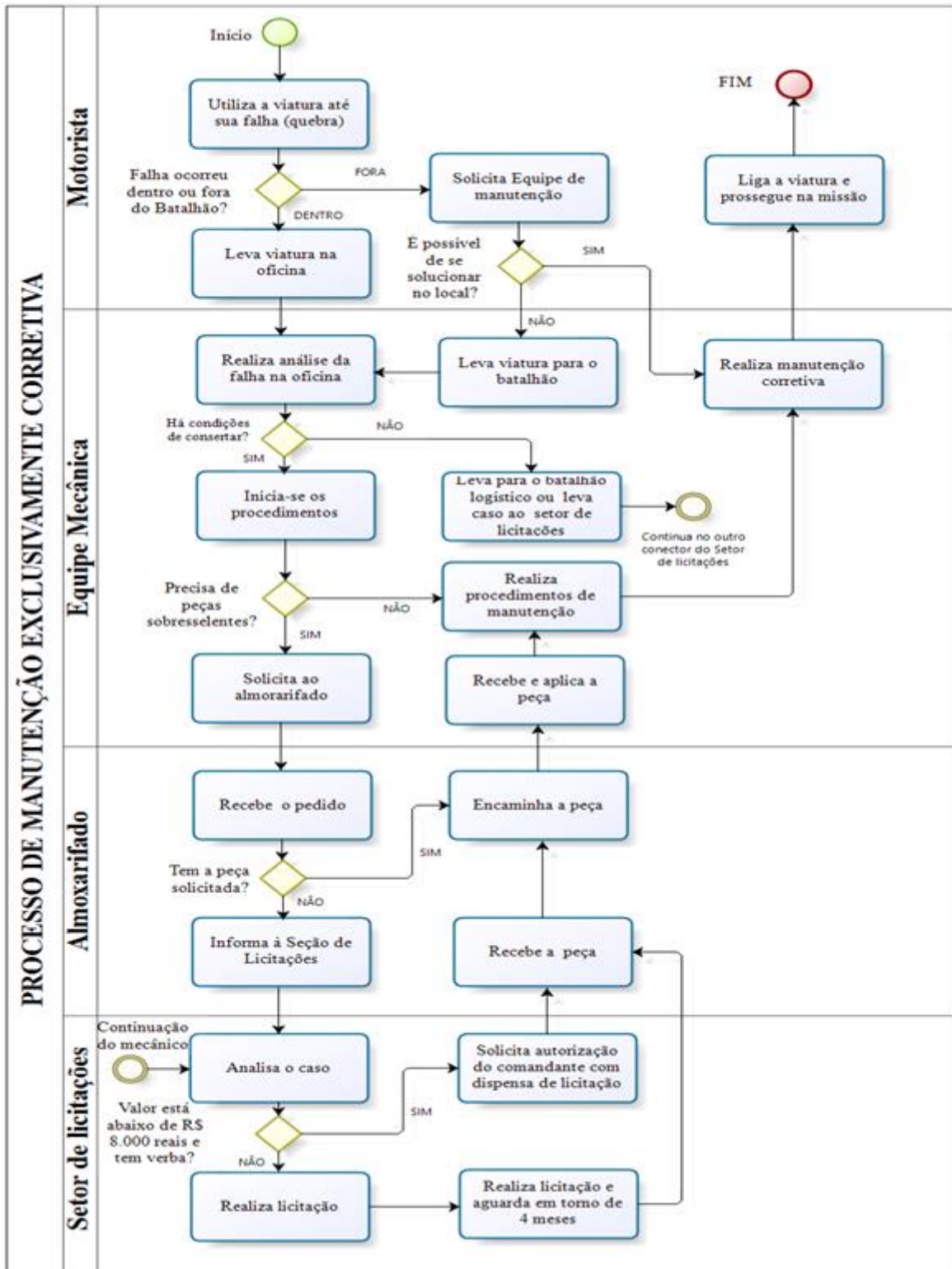
as viaturas puderem partir e retornar com segurança dentro do comboio, no tempo previsto e sem nenhuma quebra pelo caminho.

Isso se deve, pois de nada adiantaria a tropa chegar ao destino com antecedência, ficando o caminhão com suprimentos de comida atrasado, devido a viatura não ter desenvolvido a velocidade (eficiência) ou simplesmente apresentado falha (qualidade), comprometendo a efetividade do deslocamento como um todo. Esta situação, lamentavelmente, atrasaria a refeição da tropa.

Essa qualidade nos serviços de manutenção se faz necessária, pois muitas vezes, essas missões do Exército são para apoio à população amazônica, que em épocas de cheia dos rios tem suas cidades com decreto de calamidade pública. Sendo assim, os caminhões transportam os barcos e botes, comida e demais equipamentos que ajudarão a socorrer essas vítimas e transportá-las para um lugar seguro.

Outra constatação da época foi que o excesso de operações militares e de apoio aos órgãos federais, fazia com que a viatura só parasse para manutenção quando ocorria uma falha (quebra), necessitando imediatamente de intervenção corretiva. O fluxograma apresentado na figura 3 representa esta situação.

Figura 3 - Processo de manutenção corretiva da frota do 54º BIS no período de janeiro/2012 a janeiro/2014



Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado do Bizagi®.

O grande problema da manutenção corretiva é que, na maioria das vezes, ela ocorre nos momentos mais inoportunos, como em um deslocamento longínquo. Caso uma viatura apresente falha no meio de uma estrada de terra, que não tenha sinal de celular para solicitar socorro e nem povoação em volta para apoiar, gerará grandes transtornos ao motorista e tropa embarcada, ficando estes na iminência de escassez de água e comida. Ainda há a questão dos acidentes que podem ocorrer pela falta de manutenção preventiva.

A manutenção estritamente corretiva é de fato geradora de acidentes e transtornos de toda natureza, sendo também ineficiente em termos de custos. Ao deixar para comprar um suprimento quando há a quebra, corre-se o risco de se pagar mais caro. O que na prática ocorria no 54º BIS, era estacionar a viatura na garagem por vários meses e esperar o longo processo licitatório, que muitas vezes terminava com a chegada de uma peça errada para reposição. Esse é o fenômeno dos pátios lotados de veículos “quebrados”, que acontece em vários órgãos públicos do País. Este fenômeno é um misto de falta de zelo, processo licitatório demorado, falta de planejamento e desconhecimento de modernas técnicas de gestão da manutenção.

Ao ser solicitado um serviço pelo Governo Federal na região, o Exército emite uma ordem para o Comando Militar da Amazônia, que sua vez emite para a 17ª Brigada de infantaria de Selva, chegando até o 54º BIS. Em 2012 houve uma grande enchente na cidade de Boca do Acre/AM e o batalhão foi acionado para apoiar a população. Observaram-se na época grandes transtornos, pois haviam muitas viaturas inoperantes na garagem do batalhão. Isto prejudicou a rapidez no aprestamento do comboio, e o problema só foi solucionado porque uma viatura inoperante teve que ter suas peças retiradas para suprir as outras, o que não é um procedimento recomendado.

Nesse contexto, o presente estudo vem propor um modelo de gestão de manutenção mais efetivo para a frota do 54º BIS. Com isto, espera-se retardar as quebras, melhorar o desempenho das viaturas, incutir zelo nos motoristas, combater os desperdícios, diminuir os acidentes, melhorar a instrução da equipe, melhorar a gestão dos recursos financeiros e preservar o meio ambiente.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Definição de Manutenção

Segundo a NBR 5462 (1994), a manutenção é um conjunto de ações para manter ou recolocar em uso um item ou ativo, para que este possa desempenhar a sua função requerida.

De acordo com Monchy (1989, p.1), um elemento imprescindível para a produtividade nas usinas, como também para a qualidade do produto, é a manutenção de equipamentos. Para isso, é preciso, em alguns casos, rever a estrutura industrial, promovendo técnicas adequadas aos materiais.

No que tange a missão do serviço de manutenção, Monchy (1989, p.9) coloca que a gerência ótima do parque de equipamentos (do dispositivo de produção) pode acontecer com vistas aos objetivos definidos com clareza a partir do conhecimento de três fatores:

- Fator econômico: menores custos de falha, menores custos diretos de prestação, economia de energia e etc;
- Fator humano: condições de trabalho, segurança, fatores prejudiciais, etc;
- Fator técnico: disponibilidade e durabilidade das máquinas.

Com os objetivos bem definidos, a missão do serviço de manutenção passa a implicar em conhecer bem os equipamentos e os meios necessários para gerenciar e fazer com que a missão seja realizada com sucesso.

Para Xenos (1998), a manutenção basicamente existe para que se evite a degradação, tanto de instalações como de equipamentos, que podem ser causados por desgaste natural, como também pelo uso. Para o autor, a degradação se manifesta através da aparência ruim dos equipamentos, perdas de desempenho, paradas da produção, fabricação de produtos de má qualidade e poluição do meio ambiente.

Gonçalves (2015) corrobora com a mesma ideia quando informa que a degeneração ocorre de três formas:

- a) Pelo comportamento próprio – intrínseco da própria instalação e tem suas causas consideradas normais, tais como: atrito, fadiga, efeito joule, corrosão, etc. Sendo previsíveis, porém inevitáveis.
- b) Pela ação externa – decorrente do relacionamento homem X máquina; tem suas causas consideradas anormais, tais como: deficiência de manutenção, de reparo, de operação,

etc. Estas são imprevisíveis, cabendo à manutenção corrigir seus efeitos, através de inspeções que detectam efeitos indesejáveis, eliminar suas causas, através da análise de falha.

c) Pela combinação dos dois fatores acima.

### **3.2. Conceito de falha, defeito e pane**

Para Gonçalves (2015), a evolução da degeneração ocorre em estágios, até a falha, se não houver intervenções que mudem o estado das partes das instalações.

Segundo a NBR 5462 (1994):

A falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído. A falha leva o item a um estado de indisponibilidade.

Kardec e Nascif (2009) concordam com esse pensamento ao afirmarem que falha é a cessação da função de um item ou incapacidade de satisfazer a um padrão de desempenho previsto. Informam ainda que falha pode representar: interrupção da produção; operação em regime instável; queda na quantidade produzida; deterioração ou perda da qualidade do produto e perda da função de comando ou proteção.

Para se identificar a falha, torna-se muito importante conhecer o equipamento, suas funções, limitações e condições normais de funcionamento. É nesse interim que Kardec e Nascif (2009) tratam do desempenho dos equipamentos.

Branco Filho (2008) coloca que se devem diferenciar os conceitos de defeito, falha e pane. Para o referido autor defeito na área da manutenção pode ser conceituado como:

A alteração das condições de um item, máquina, sistema operacional, de importância suficiente para que sua função normal, ou razoavelmente previsível, não seja satisfatória. Um defeito não torna a máquina indisponível, não é uma falha funcional, mas se não reparado ou se não corrigido levará a máquina ou o item à falha e à consequente indisponibilidade com perda da função.



Branco Filho (2008) não foge dessa linha de pensamento quando conceitua falha de um equipamento como:

Perda da capacidade de um item para realizar sua função específica. Pode equivaler ao termo avaria. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, onde o item deverá sofrer manutenção ou ser substituído. A falha leva um item ou um item superior ao estado de indisponibilidade.

Para explicarmos o que é indisponibilidade, há que se conceituar o que é disponibilidade que, conforme NBR 5462 (1994) é quando um item ativo ou equipamento tem a capacidade de executar uma determinada função em um dado intervalo de tempo determinado. Para isso, leva-se em consideração sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção como aspectos combinados, supondo-se que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

Gonçalves (2015) concorda com o exposto acima ao afirmar que a confiabilidade e a manutenibilidade influenciam na taxa de disponibilidade de um ativo.

Finalizando o pensamento de Branco Filho (2008), quanto à diferenciação de conceitos, pane é um estado ou situação em que um equipamento não pode ser posto para trabalhar, pois traria problemas de produção com má qualidade, risco de vida ou de danos ao patrimônio. Isso porque o equipamento possui algum item em falha.

Já para Kardec e Nascif (2009), a falha é quando o equipamento não apresenta o desempenho previsto e que quanto maior o número de falhas menor a confiabilidade de um item, para as condições estabelecidas à priori. Para os autores, quanto maior a confiabilidade, melhores serão os resultados para o cliente ou usuário.

Para os autores acima, que tratam sobre o desempenho, todo equipamento é projetado segundo uma especificação. Sendo assim, ele é projetado para a função básica que irá desempenhar. O desempenho é classificado em inerente e requerido, sendo o inerente aquele em que o equipamento é capaz de fornecer e o requerido é aquele que queremos obter do equipamento.

### **3.3. Conceitos de confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade**

Conforme NBR 5462 (1994), a confiabilidade é a capacidade de um ativo desempenhar uma função específica, em condições e intervalos predeterminados.

Para Kardec e Nascif (2009), quanto maior a confiabilidade, menores serão os custos de produção. Por outro lado, os custos de manutenção aumentam significativamente na medida em que o índice de confiabilidade tende a 100%.

Já Xenos (1998) informa que a confiabilidade é a probabilidade de o equipamento desempenhar sua função sem falhas, em determinadas condições durante um período de tempo. Informa ainda que é a qualidade intrínseca do equipamento mantida ao longo de sua vida útil. Segundo o autor, para que o equipamento seja confiável, ele deve apresentar baixa ocorrência de falhas e anomalias, necessidade de poucos ajustes e regulagens, funcionamento estável e baixa frequência de refugos dos produtos causados pelos equipamentos.

A NBR 5462 (1994) informa que a manutenibilidade ou manutenibilidade trata da facilidade de um ativo em ser mantido ou recolocado no estado no qual pode executar suas funções requeridas, em condições de uso especificado, quando a manutenção é executada na condição determinada e mediante os procedimentos e meios prescritos.

Conforme Xenos (1998), a manutenibilidade apresenta características como: rapidez para detectar o local de ocorrência da falha ou anomalia; facilidade de acesso às partes internas do equipamento; facilidade para inspeção, reformas e troca de peças; facilidade para verificar nível, abastecer e trocar o óleo; facilidade para desmontagem completa e projeto modular; facilidade de teste funcional após a manutenção; facilidade para limpeza, abastecimento e troca de óleo e inspeção (fácil acesso através de painéis removíveis e visores transparentes); facilidade para recolhimento de cavacos, resíduos e verificação de condições gerais.

De acordo com Viana (2002), há como se calcular a disponibilidade e que o valor obtido pode variar de um setor produtivo para outro, inclusive entre empresas concorrentes. Para ele, a Disponibilidade Física (DF) representa o percentual de dedicação para a operação de um equipamento, ou de uma planta, em relação às horas totais de um período. Essas horas podem ser divididas em:

- a) Horas totais do período (HG), sendo essas as horas totais do ano;
- b) Dentro dessas horas, o HG, tem-se duas outras: horas planejadas (HPI) e paradas planejadas, uma vez que se tem que considerar os finais de semana e feriados;
- c) Dentro das horas planejadas para produção (HPI), tem se duas outras: horas trabalhadas (HT) e perdas por paradas, que podem ser por setup ou quebras.
- d) Dentro das horas trabalhadas (HT), tem se mais duas: horas produtivas (HP) e perdas de velocidade, que podem ser por pequenas paradas (não apontadas) e diminuição da velocidade propriamente.

Para o autor acima, temos nas horas trabalhadas (HT) e nas horas totais do período (HG), a disponibilidade de um equipamento, conforme a expressão 1:

**Expressão 1** - Cálculo Disponibilidade Física a partir de horas totais

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

Fonte: Vianna (2002)

Continuando, o mesmo autor apresenta a fórmula para se calcular a disponibilidade física (DF), sendo aquela em que temos a relação entre o total de horas acumuladas de operação e o total de horas transcorrida; o tempo total de operação (HO) e o tempo de paralisações, preventivas e corretivas (HM), conforme a expressão 2:

**Expressão 2** - Cálculo da disponibilidade Física a partir de horas de operação

$$DF = \frac{HO}{HO + HM} \times 100\%$$

Fonte: Vianna (2002)

Para Gonçalves (2015), um equipamento disponível é um equipamento que pode ser usado. Para este, o aumento da disponibilidade de um ativo consiste em reduzir, dentro de um custo adequado, o seu número de paradas e o tempo gasto para executar as manutenções. A partir do exposto a disponibilidade depende:

- a) Do número de falhas (confiabilidade operacional);
- b) Da rapidez com que são reparadas em função de facilidades incluídas no projeto (manutenibilidade/projeto);
- c) Dos processos gerenciais e da política definida para a manutenção (manutenibilidade/sistematização);

- d) Da qualidade dos meios de execução utilizados pela manutenção (manutenibilidade/logística).

Segundo Viana (2002), não afeta a disponibilidade as perdas ocasionadas pela subvelocidade, afetando apenas a produtividade. O autor ensina ainda que o índice encontrado dessa relação é primordial à manutenção, pois o DF (disponibilidade física) encontrado é o principal valor, pois conhece como disponibilizar o maior número de horas possíveis do equipamento para a operação. O valor ainda deve ser utilizado para observar o comportamento operacional do maquinário, sendo possível identificar o equipamento que consome mais DF, como o “equipamento-problema”.

### **3.4. Evolução da Manutenção**

Segundo Gonçalves (2015), no passado, a manutenção era uma atividade executada pelo próprio operador do equipamento, mesmo que esse não possuísse técnica ou habilidade alguma. Com os avanços tecnológicos, equipamentos e componentes passaram a itens complexos e de alta precisão, com diversas sistemáticas. Com isso, a manutenção foi sendo transferida, de forma gradativa, a outros setores especializados. Tendo estes, por sua vez, a função de garantir o restabelecimento do equipamento.

Branco Filho (2008) informa que, com relação ao surgimento desses setores especializados, no decorrer do tempo surgiram pessoas que eram convidados para ajudarem outros operários no reparo de máquinas. Verificou-se então que alguns trabalhadores possuíam vocação para consertar e manter a operação dos equipamentos, realizando a limpeza e lubrificação. Contudo, tratava-se de operários contratados para produzir, não para a manutenção.

Conforme Gonçalves (2015), em relação às atividades industriais, a manutenção foi o segmento que passou por mais transformações que os demais, tendo ela atualmente o desafio de diminuir as falhas de inutilização dos equipamentos.

Branco Filho (2008) ensina que se observava a necessidade de um setor ou departamento especializado em manutenção, precisando que este estivesse separado da produção. Isso porque acontecia de um setor de produção ter menos falha que outro setor, fazendo com que o primeiro deslocasse operário mais habilidoso com vista a auxiliar o segundo. Assim, sinalizava-se a necessidade de, conforme o autor, centralizar esses profissionais em um único setor.

Na mesma linha de pensamento, Kardec e Nascif (2009) também concordam sobre as transformações pelas quais a atividade de manutenção tem passado. Eles colocam que nos últimos 30 anos isso tem ocorrido de forma mais expressiva que em outros segmentos. Os autores afirmam que tais transformações são ocasionadas pelos projetos mais complexos, técnicas inovadoras de manutenção, novas responsabilidades da manutenção e novo foco com relação à organização da mesma. Também ao aumento do número de instalações, equipamentos e edificações que precisam ser mantidos e visão da manutenção como função estratégica para aumento da competitividade das empresas e melhoria dos resultados de seus negócios.

De acordo com Gonçalves (2015), para se evitar as falhas causadoras de prejuízos às organizações, bem como prorrogar a vida útil dos ativos, encontra-se nas estratégias de manutenção e ferramentas aplicadas o objetivo de manter as funções requeridas dos ativos, com vista a cumprir o processo de produção, com custos adequados, confiabilidade, e se evitando as falhas. Para o autor, a definição técnica de ativo é o conjunto de componentes que entram na formação de um equipamento. Sendo este (o equipamento) capaz de desempenhar uma função dentro do processo de produção.

Em Kardec e Nascif (2009) encontramos a evolução da Manutenção, que passou por quatro gerações a partir de 1930, a saber:

- 1ª Geração da manutenção: anterior a 1ª Guerra Mundial, possuía como peculiaridade na indústria minimamente mecanizada, equipamentos simples e superdimensionados. Não havia planejamento de manutenção e acreditava-se que o desgaste da máquina era devido ao tempo e que cabia ao seu operador a tarefa de consertá-la, contudo o mesmo só tinha conhecimento de limpeza e lubrificação.
- 2ª Geração: compreendida entre os anos 50 e 70 do século passado. Nesse período houve grande aumento da mecanização da produção, ocasionados pela falta de mão de obra e pelas demandas pós 2ª Guerra Mundial. A busca pela produtividade fez com que se aumentasse a exigência de maior disponibilidade e confiabilidade das máquinas. Assim, surgiu o pensamento de que deveria ser evitado qualquer tipo de falha nos equipamentos para não comprometer a produção, nascendo assim a Manutenção Preventiva. Nos anos 60, a Manutenção Preventiva passou a ser utilizada em intervalos fixos, todavia isso contribuiu para o aumento dos custos operacionais. Por isso, a moderna manutenção colaborou com os sistemas de planejamento e

controle da manutenção. O tempo de custo do capital ficou mais caro a medida que se investia nos itens físicos, assim os investidores procuram meios de alongar a vida útil dos equipamentos e instalações físicas.

- 3ª Geração: década de 70, época de transformação nas indústrias. Nesse período, qualquer paralização na produção elevava de forma significativa os custos e, conseqüentemente, afetava a qualidade dos produtos. Com os sistemas *Just-in-time*, onde há estoques reduzidos para a produção em andamento, qualquer pequena pausa devido à entrega de algum item, paralisava também toda a fábrica. Nesse período, firmaram-se os conceitos de automação e mecanização na indústria e em outros setores como: saúde, telecomunicações, gerenciamento de edificações etc. Assim, mostrou-se que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave. Nesta geração, a partir dos estudos da indústria aeronáutica, nasceram os conceitos de MCC (manutenção centrada na confiabilidade) ou RCM (termo em inglês).
- 4ª Geração: três alicerces são base das atividades da Engenharia de manutenção: garantia da disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade (mantenibilidade). A disponibilidade é tida como a medida de desempenho mais importante da manutenção. Através de ferramentas e análise de falhas, a manutenção objetiva diminuir as falhas prematuras nos equipamentos.

### **3.5. As diferentes formas de manutenção**

#### **3.5.1. Manutenção Corretiva**

Segundo a ABNT a manutenção corretiva é definida como: “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Branco Filho (2008, p. 35) segue essa linha de pensamento quando define a manutenção corretiva como: “Todo o trabalho de manutenção realizado em máquinas que estejam em falha”.

Já Viana (2002) coloca que, visando evitar conseqüências problemáticas para a segurança dos trabalhadores, também ao meio ambiente e/ou outro instrumento de produção, a manutenção corretiva precisa ocorrer imediatamente quando surgir uma falha. Trata-se de uma intervenção necessária para o andamento da produção e é aleatória, uma vez que não foi programada.

O uso exclusivo da manutenção corretiva é segundo Branco Filho (2008), admissível somente quando os custos de um programa contínuo e programado de manutenção são superiores a uma manutenção corretiva, geralmente onde a demanda por produtos ou serviços é pequena. Porém, essa situação apresenta elevados níveis de acidentes, deteriorização de equipamento e instalações, baixa qualidade do produto ou serviço ofertado. Por isso, o autor coloca que a manutenção somente perante falha não é aconselhável aos setores como: aviação, unidades nucleares, indústria farmacêutica e de alimentos, dentre outras.

Para Branco Filho (2008), as consequências com o uso somente da manutenção corretiva levam à degradação das instalações, podendo trazer riscos à vida, ao meio ambiente ou à própria integridade das mesmas. Existe um clima estressante de trabalho, sendo este tipo de manutenção usualmente apresentando níveis de acidente mais altos que outras estratégias de manutenção. O autor ainda informa que usualmente o uso desta estratégia de manutenção, é inicialmente utilizado pelas organizações, sendo isso fruto do desconhecimento de melhores técnicas de gestão da manutenção e por não existir um acompanhamento dos custos e suas consequências para a produção.

Como característica da conservação tradicional, a manutenção corretiva concerne equivale a uma atitude de defesa, esperando a próxima falha fortuita. (MONCHY 1989, p.37). Ainda, para o autor, manutenção corretiva termina em dois tipos de intervenções:

- A ação de tirar um equipamento do estado de pane, isto é, de recolocá-lo em um estado de funcionamento *in situ*, às vezes sem mesmo interromper o funcionamento do conjunto, tem um caráter “provisório”. Ela caracteriza a manutenção paliativa.
- Os reparos (consertos), feitos *in situ* ou na oficina central, por vezes após a retirada do estado de pane, têm um caráter “definitivo”. É caracterizada como a manutenção curativa.

Branco Filho (2008) esclarece que só deve ser utilizada a estratégia de manutenção corretiva isoladamente onde for o modo mais barato de realizar a manutenção dos equipamentos e instalações, sendo menos oneroso reparar depois da falha do que utilizar programas de inspeção ou revisões com periodicidade.

As duas formas concebíveis de manutenção corretiva, para Monchy (1989, p.38) são:

a) Um método, sendo a manutenção aplicada isoladamente como um aspecto preventivo, que se justifica:

- Quando os gastos indiretos de falha e os problemas de segurança são mínimos;
- Quando a empresa adota uma política de renovação frequente do material;
- Quando o parque é constituído de máquinas muito diferentes umas das outras e que as eventuais falhas não sejam críticas para a produção.

b) Um “complemento residual” da manutenção preventiva, pois falhas residuais acontecem e necessitam de atuações corretivas. Assim, objetivando a economicidade com a preventiva, a redução de gastos com a manutenção corretivas pode acontecer, a saber:

- Por levar em consideração a “manutenibilidade” (capacidade de sofrer manutenção) – na concepção, na compra, através de melhoramentos;
- Através de métodos de preparação eficazes (previsão de falhas, ajuda no diagnóstico, preparações antecipadas etc.);
- Através de métodos de intervenção racionais (trocas padronizadas, ferramentas específicas, dentre outros).

### **3.5.2. Manutenção preventiva**

Branco Filho (2008) informa que é a manutenção realizada em máquinas, estando estas em condições operacionais, mesmo com algum defeito. O autor também aborda a manutenção preventiva baseada na condição ou preventiva por estado, sendo esta a manutenção realizada em equipamentos que estão em condições de funcionamento, porém é realizada devida à detecção de parâmetros que sofreram degradação.

Segundo Viana (2002, p.10), a manutenção preventiva pode ser classificada como: “todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando, com isto, em condições operacionais ou em estado de zero defeito”.

Branco Filho (2008) aborda a manutenção preventiva sistemática, que é aquela realizada em equipamentos que estão em condições de funcionamento. Esta manutenção ocorre sistematicamente, podendo ser por quilômetro percorrido, tempo transcorrido ou outras variáveis.

De acordo com Monchy (1989, p.39), por mais adiantado que esteja o nível de manutenção preventiva executada, sempre existirão falhas residuais, de caráter aleatório. Os gráficos mostram que:



- Quando se dedica mais horas a manutenção preventiva, a carga de trabalho como um todo diminui;
- Para um dado material, tem-se um custo mínimo de manutenção preventiva e corretiva para cada material, cabendo ao gerente fixá-los.

Sendo assim, e ainda segundo o autor acima, os objetivos visados pela manutenção preventiva são:

- Aumentar a confiabilidade de um equipamento e assim reduzir suas falhas em serviço: redução dos custos de falhas, melhoria da disponibilidade;
- Aumentar a duração da vida eficaz de um equipamento;
- Melhorar o planejamento dos trabalhos e, assim, as relações com a produção;
- Reduzir e regularizar a carga de trabalho;
- Facilitar a gerência dos estoques (consumos previstos);
- Aumentar a segurança (menos improvisações perigosas).
- Mais globalmente, reduzindo a parte de “surpresas”, melhorar o clima das relações humanas (uma pane imprevista sempre gera tensões).

Branco Filho (2008) alerta para a maior consequência de apenas se utilizar a manutenção preventiva: a financeira. Devido às exigências de paradas para cumprir suas rotinas, ela se torna cara. Muitas vezes essa onerosidade é devido à complexidade do reparo, que podem inclusive serem desnecessários. O uso de peças sobressalentes em demasia, a não observância da carga específica de trabalho da máquina, o não tratamento especial a cada uma delas fazem com que esse tipo de manutenção não seja uma das melhores em termos de custos.

Quando se opta por uma manutenção preventiva, deve se considerar o tempo de bom funcionamento (TBF), isso segundo Monchy (1989) é possível através de visitas, que permitem apreender informações sobre o comportamento do material, a saber:

- Com os resultados da visita evidenciando a lei de degradação do equipamento, o momento adequado para uma troca sistemática fica mais preciso e evidente;
- Se elas apontarem para a existência de panes inesperadas, repetitivas, integrando um subconjunto chamado “frágil”, a melhor política de manutenção para cada caso será uma análise estatística dos resultados.

Branco Filho (2008) esclarece que para aumentar a lucratividade e redução de custos com prolongamento da vida útil das máquinas, a manutenção apenas preventiva é inaceitável. Deve-se analisar a carga de trabalho do equipamento, local onde funcionará e interações com outros sistemas e equipamentos.

### **3.5.3. Manutenção preditiva ou de condição**

Para Takahashi e Osada (2015), a manutenção preditiva consiste em uma filosofia de manutenção que evita a tendência à supermanutenção. Os autores ainda informam que esse tipo de manutenção não inclui conceitos difíceis e complexos, significando simplesmente sentir, avaliar ou controlar as mudanças físicas das instalações, prevendo e antecipando falhas e tomando medidas reparadoras apropriadas, promovendo assim, um ciclo de manutenção ótima.

Em Monchy (1989, p.48) encontramos o objetivo da manutenção preditiva que é de assegurar a contínua operação do equipamento com o foco de prevenir as falhas esperadas. Isso não consiste de que seja preciso ter conhecimento da lei de degradação. A opção pela intervenção preventiva acontece quando se tem evidências de que é preciso observar um defeito prestes a acontecer ou quando se tem um grau de degradação previamente determinada para intervenção.

Takahashi e Osada (2015) informam que para melhorar a taxa de eficácia do equipamento e da redução dos custos de manutenção é necessária a promoção da manutenção corretiva e também investimentos em manutenção preditiva, execução da manutenção por avarias com base em justificativas econômicas bem fundadas e promoção da manutenção preventiva. Deve haver também o aprimoramento da taxa de eficácia do equipamento e redução de seus custos de manutenção, através de técnicas de inspeção incomparáveis no que se refere ao nível de competitividade.

Segundo Xenos (1998), é preciso compreender que a manutenção preditiva é mais uma maneira de inspecionar os equipamentos, uma vez que esta é parte do planejamento da manutenção preventiva. Este tipo de manutenção (preditiva) é um método consideravelmente simples, mesmo contendo técnicas caríssimas e sofisticadas. Como exemplo, o autor cita o monitoramento da variação da vibração da máquina, que auxilia na previsão do momento de troca dos rolamentos e análise de óleos lubrificantes que permitem reformar componentes mecânicos.

Takahashi e Osada (2015, p.199) abordam os tópicos técnicos das atividades de manutenção preditiva:

1. Estudo da vibração;
2. Estudo da temperatura gerada;
3. Estudo das pressões e tensões anormais;
4. Estudo do desgaste e deterioração;
5. Estudo do alinhamento;
6. Estudo da corrosão e erosão.

Para Monchy (1989) a condição a ser considerada para se colocar um equipamento em operação, primeiramente, é de que o equipamento tenha uma degradação progressiva e detectável e a de que ele seja um equipamento crítico. Para escolha dos parâmetros mensuráveis é necessário encontrar uma correlação entre este parâmetro e o estado de sistema. O autor explica que um período de manutenção preditiva, ou um teste (ensaio), é necessário para fixar o patamar de admissibilidade, para além do qual se impõe uma parada (automática ou não). Assim, considerando o tempo de reação e a velocidade da degradação, é possível a fixação do patamar de alarme que antecede o patamar de admissibilidade.

Xenos (1998, p.31) informa que a manutenção preditiva somente difere das tarefas preventivas tradicionais porque normalmente não implica uma intervenção no equipamento a intervalos fixos, e a intervenção somente será feita de acordo com o resultado das inspeções.

Takahashi e Osada (2015, p.199) informam as metas da manutenção preditiva:

1. Determinar o melhor período para a manutenção;
2. Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
3. Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejado, *ad hoc*;
4. Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
5. Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
6. Reduzir os custos de manutenção;
7. Melhorar a qualidade do produto;
8. Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento.

### 3.5.4. Manutenção Detectiva

Encontramos em Kardec e Nascif (2009, p.47) a manutenção detectiva conceituada como: “a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”. Citando como exemplo alarmes em painéis e o botão de teste de lâmpadas de sinalização, os autores colocam que isso faz parte das tarefas de verificação de operacionalidade do sistema de proteção.

As falhas ocultas, aquelas que ainda não são percebidas, bem como as falhas já ocorridas, segundo Patriota (2005 apud Santos, 2007), são acontecimentos que a manutenção detectiva procura identificar.

Kardec e Nascif (2009, p.49) colocam que nesse tipo de manutenção o sistema é verificado por especialistas sem que o mesmo seja retirado de uso, podendo corrigir problemas ocultos e mantendo o sistema em operação.

Lopes (2010) alerta que a identificação de falhas ocultas é primordial para a garantia da confiabilidade. Reforça também que em sistemas complexos, tais ações devem ser conduzidas por pessoas da área de manutenção, devidamente treinadas, sendo assessoradas pela equipe de operação.

Kardec e Nascif (2009, p.48) comentam que os sistemas de segurança, (*trip* e *ashut-down*), são a última barreira entre a integridade e a falha. Eles informam, ainda, a crescente utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. Assim, todo o sistema e equipamentos industriais estão assegurados contra falhas e suas consequências, sejam elas menores e até mesmo catastróficas. Todavia, até nesses sistemas também podem acontecer falhas, sendo isso caracterizado por uma atuação imprópria e até mesmo pela sua falta de atuação.

Para os autores acima, esses sistemas são projetados para atuarem de forma automática quando surgirem desvios que possibilitem o comprometimento do maquinário, da produção e da segurança, bem como do meio ambiente. Eles deixam claro que se a confiabilidade dos sistemas não for alta, podem ocorrer problemas de indisponibilidade de equipamentos, caracterizado pelo excesso de paradas, fracasso no cumprimento da programação de trabalho entre outros problemas de produção.

### 3.5.5. Engenharia de manutenção

Branco Filho (2008, p.51) informa que aproximadamente entre 1950 e 1960, devido à necessidade de se garantir o pleno funcionamento dos equipamentos, criou-se uma equipe especializada para efetuar estudos a respeito do grau de confiabilidade do equipamento e também o que era necessário para o mesmo ser confiável.

De acordo com Viana (2002, p.82), através de conhecimentos científicos e empíricos na solução de problemas encontrados nos processos e equipamentos, a engenharia de manutenção tem por princípio suscitar o avanço tecnológico da manutenção, buscando a melhoria da manutenibilidade do maquinário, maior produtividade, a erradicação de riscos em segurança do trabalho, bem como a eliminação de danos.

Branco Filho (2008) informa que os estudos buscavam meios para: formar/tornar equipes mais eficientes, efetuar reparos mais rápidos, melhorar os métodos de trabalho em manutenção, encontrar a quantidade adequada de sobressalentes e melhorar locais de trabalho. Estes estudos também buscavam entender as características das falhas e sua repetição, passando a ser desenvolvidos e agrupando-se em torno do título “Engenharia de Manutenção”.

Kardec e Nascif (2009) apresentam a engenharia de manutenção como uma mudança cultural, sendo ela o suporte técnico da manutenção empenhada a solidificar a rotina e implantar a melhoria. Assim, entre suas principais atribuições estão:

- Aumentar a confiabilidade;
- Aumentar a disponibilidade;
- Melhorar a manutenibilidade;
- Aumentar a segurança;
- Eliminar problemas crônicos;
- Solucionar problemas tecnológicos;
- Melhorar a capacitação do pessoal;
- Gerir materiais e sobressalentes;
- Participar de novos projetos (interface com a engenharia);
- Dar suporte à execução;

- Fazer análise de Falhas e estudos;
- Elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer a sua análise crítica;
- Acompanhar os indicadores;
- Zelar pela documentação técnica.

Em Branco Filho (2008, p. 51) encontramos a informação sobre o controle de análise desenvolvido pelo processo mais sofisticado, pois com o desenvolvimento dos computadores, a Engenharia de Manutenção passou utilizar fórmulas complexas, objetivando predeterminar os períodos mais econômicos de execução da manutenção preventiva.

### **3.5.6. Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)**

Gonçalves (2015) informa que temos na Manutenção Centrada na Confiabilidade (em inglês Reliability Centered Maintenance – RCM) a aplicação de um método estruturado para estabelecer a melhor estratégia de manutenção para um determinado equipamento ou sistema.

Conforme Lafraia (2001 apud Santos, 2007), o objetivo da MCC é garantir que um sistema continue a realizar suas desejadas funções. No lugar de reestabelecer o equipamento na sua condição ideal de funcionamento, a MCC procura garantir que o mesmo continue a cumprir as funções esperadas. Para isso, o foco aqui é determinar a manutenção preventiva necessária para manter o sistema funcionando.

Em Kardec e Nascif (2009, p.140-141) encontramos uma definição de MCC como uma metodologia que estuda um equipamento ou um sistema em seus pormenores, analisando como ele pode vir a falhar para definir a melhor forma de realizar manutenção, procurando evitar a falha ou diminuir as perdas oriundas das falhas. Os autores ainda informam que as etapas do MCC são:

- a) Seleção do sistema;
- b) Definição das funções e padrões de desempenho;
- c) Determinação das falhas funcionais e de padrões de desempenho;
- d) Análise dos modos e efeitos das falhas;
- e) Histórico de manutenção e revisão da documentação técnica;
- f) Determinação de ações de manutenção – políticas, tarefas, frequência.

Segundo Moubray (2001 apud Gonçalves, 2015), MCC (ou RCM) traduz-se em um processo utilizado para estabelecer o que deve ser feito em um sistema industrial com o objetivo de garantir a funcionalidade dos itens físicos.

Para Kardec e Nascif (2009, p.153-154) a implantação da análise pela MCC (ou RCM) leva a quatro resultados primordiais:

1. Aprimoramento do entendimento da funcionalidade do equipamento ou sistema, proporcionando um amplo conhecimento aos outros colaboradores de diversas especialidades;
2. A evolução do trabalho em equipe, com uma reprodução fortemente positiva de análise, solução de problemas e estabelecimento de programas de trabalho;
3. Definição das possibilidades de falhas do equipamento e de suas causas básicas, desenvolvendo meios de evitar que possam acontecer espontaneamente ou causadas pelos usuários;
4. Elaboração dos planos para assegurar a operação/função do um equipamento em um nível de desempenho desejado. Tais planos incluem:
  - Planos de manutenção;
  - Procedimentos operacionais;
  - Lista de modificações ou melhorias, normalmente a cargo da Engenharia, que fogem ao escopo de trabalho da operação e da manutenção, e são necessárias para que o item atinja e permaneça no patamar de desempenho desejado.

Fogliatto (2006 apud Gonçalves, 2015) ensina que a confiabilidade de um item pode ser descrita matematicamente como a probabilidade do mesmo executar sua função com sucesso, tendo a possibilidade de assumir valores entre zero e um, bem como ser calculada por axiomas de probabilidade.

Conforme Kardec e Nascif (2009, p.154-155), os benefícios da MCC são:

- Aprimoramento do desempenho operacional;
- Maior custo X benefício;
- Melhoria das condições ambientais e de segurança;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;

- Criação de banco de dados de manutenção;
- Maior motivação do pessoal;
- Maior compartilhamento dos problemas de manutenção;
- Geração de maior senso de equipe.

Para Santos (2007, p.45), o sucesso da MCC na indústria de aviação não teve antecedentes. As companhias aéreas não elevaram os custos de manutenção por aeronave nos 16 anos de surgimento da MCC, mesmo que a complexidade tecnologia tenha se maximizado ao longo desse período.

Gonçalves (2015, p.34) conclui ensinando que a MCC (ou RCM) apresenta-se como uma estratégia organizacional da área de manutenção, agregando valor ao processo produtivo. O desempenho técnico dos equipamentos somado a participação dos profissionais envolvidos no processo, corrobora para o aumento da disponibilidade e confiabilidade, assim como na otimização dos custos operacionais.

### **3.6. Indicadores de Manutenção**

#### **3.6.1. Mean time between failures (MTBF) ou Tempo médio entre falhas (TMEF)**

Para Takahashi e Osada (2015, p. 72), o MTBF deve ser definido como a análise das características das diversas tarefas de manutenção provenientes do equipamento (conserto de avarias não programadas, manutenção e inspeção planejada, lubrificação, ajustes, limpeza e atividades semelhantes). Isso consiste em um acrônimo para tempo médio entre as falhas do equipamento ou de seus componentes. Sendo assim, é usado para analisar o tempo médio entre falhas, envolvendo esforços para definir um período de manutenção adequado.

Viana (2002, p.142) informa que o índice é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação (HD), pelo número de intervenções corretivas neste equipamento (NC). Segundo o autor, através desse índice é possível observar o comportamento das máquinas com relação às ações de manutenção. Um sinal positivo é de que o valor do MTBF aumente ao longo do tempo, pois indica que as intervenções corretivas estão diminuindo e, assim, os equipamentos estão operando em maior número de horas. A expressão 3, informa o cálculo:



### Expressão 3 - Cálculo do MTBF

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas disponíveis do equipamento para operação (HD)}}{\text{Número de intervenções corretivas neste equipamento (NC)}}$$

Fonte: Vianna (2002)

Nunes e Sellitto (2016) trazem como principais resultados do seu estudo, o aumento do MTBF e diminuição do MTTR (tempo médio para reparo). Com isto, os autores informam que como consequência houve um aumento da disponibilidade dos equipamentos da célula-piloto e elevação do OEE (eficiência global do equipamento, em português) da célula. Os autores continuam, ao informar também que os custos de manutenção diminuíram bastante, pois diminuíram-se as compras de sobressalentes em regime de urgência e também o número de quebras. Devido a isto houve redução de gastos com materiais e mão-de-obra.

De acordo com Takahashi e Osada (2015), através da análise da frequência de ocorrências podemos praticar as modificações de engenharia de acordo com as falhas inesperadas, bem como prolongar a vida útil dos componentes do maquinário, focando aquelas que necessitam de manutenção frequente.

#### 3.6.2. MTTR (Mean time to repair) ou TMER (Tempo médio para reparo)

Conforme Takahashi e Osada (2015, p.206), para avaliar o nível médio e as flutuações dos tempos de reparo de um componente inteiro, bem como todos os componentes do maquinário, o TMER, que é o acrônimo para tempo médio para reparo, é aplicado com o objetivo de descobrir problemas e atuar com as medidas necessárias.

Vianna Filho (2016, p.28) em seu trabalho sobre a análise da disponibilidade da instrumentação nuclear de um reator de pesquisa, traz a definição do MTTR sendo: “uma medida do intervalo de tempo médio necessário para trazer o sistema ou equipamento para a condição de operação, após a ocorrência da falha”.

Segundo Takahashi e Osada (2015), os cinco elementos que compõem as atividades de manutenção são: o tempo de expedição e chegada, o tempo de diagnóstico, o tempo de emissão das peças, o tempo de desmontagem e reparo e o tempo de ajuste e prova. Entender as peculiaridades dessas atividades e as características de utilização do tempo pode contribuir

para a indicação do tempo que foi consumido na realidade, assim é possível que determinemos a necessidade de diminuição, em uma determinada fase do gasto de tempo.

Viana (2002, p.142) ensina que o MTTR é tido como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação, devido à manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC). Porém, quanto menor o MTTR ao longo do tempo, melhor a continuidade da manutenção, isso ocorre porque reparos corretivos causam cada vez menos impactos na produção. De acordo com o mesmo autor, a expressão 4 representa o cálculo:

**Expressão 4 - Cálculo do MTTR**

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas de indisponibilidade devido a manutenção (HIM)}}{\text{Número de intervenções corretivas no período (NC)}}$$

Fonte: Vianna (2002)

Em Takahashi e Osada (2015, p.205-206) encontramos o objetivo do MTTR: desenvolver o programa de melhoria da manutenibilidade, considerando a análise do trabalho de manutenção, revisando as horas e atividades. Para esses autores, os pontos-chave que possibilita a melhoria da manutenibilidade são:

1. Padronização do trabalho de manutenção;
2. Melhoria nos métodos do trabalho de manutenção;
3. Sistema de resposta rápida;
4. Melhorias gerenciais;
5. Aumento dos níveis de conhecimento técnico sobre manutenção.

**3.6.3. MTTF (Mean Time to failure) ou TMPF (Tempo Médio para Falhar)**

Segundo Vianna Filho (2016) o MTTF é um parâmetro que expressa o tempo médio para a ocorrência de uma falha. O autor explica que em componentes não reparáveis, onde a falha implica no fim da vida destes, o MTTF deve ser utilizado. Porém, no caso de componentes

reparáveis, ele orienta a utilização de outro parâmetro como o MTBF (tempo médio entre falhas).

Viana (2002) continua nesta linha de pensamento, quando informa que existem componentes que não sofrem reparos, ou seja, ao falharem são descartados, sendo substituídos por novos. Também para o autor, a diferença entre o MTTF e o MTBF, é que o MTBF leva em consideração as falhas em componentes reparáveis e o MTTF trata de componentes não reparáveis.

Dos Reis (2009), acrescenta que o MTTF é o tempo médio de desempenho das funções até a ocorrência de uma falha, causada pela operação e/ou manutenção. Da mesma forma, e concordando com o até aqui exposto, o MTBF seria o tempo médio entre o início de falhas sucessivas, causadas pela operação e/ou manutenção.

Viana (2002) apresenta através da expressão 5, o cálculo do tempo médio para falhar (TMPF ou MTTF) de um equipamento:

**Expressão 5 – Cálculo do MTTF**

$$\text{MTTF ou TMPF} = \frac{\text{HD (Horas disponíveis)}}{\text{Nº de Falhas}}$$

Fonte: Vianna (2002)

**3.6.4 . OEE (Overall Equipment Effectiveness ou Eficiência global dos equipamentos)**

Conforme Oliveira (2014, p.23), o OEE é um índice importante para a aferição da eficácia na utilização da ferramenta TPM, sendo inicialmente sugerida por Seiichi Nakajima, em 1991.

Há casos, segundo Takahashi e Osada (2015, p.44), em que os investimentos feitos, com foco na diminuição da necessidade de mão de obra, não conseguiram chegar aos alvos pretendidos. Os problemas nos equipamentos geravam resultados indefinidos com relação à intensificação de esforços para reduzir as fases operacionais, tendo assim, a necessidade de investigação da real utilização do equipamento.

Conforme Nakajima (1989), o OEE é um índice de desempenho resultante da multiplicação de três indicadores:

- O tempo de disponibilidade do equipamento;
- A velocidade (ou eficiência, ou performance ou desempenho) do equipamento;
- A taxa de qualidade dos produtos produzidos pelo equipamento.

Outra questão que Takahashi e Osada (2015, p.44) informam é sobre a investigação do funcionamento do equipamento e das linhas de produção, isso quanto ao nível da capacidade suficiente em relação à capacidade padronizada nas especificações. Nesse sentido, deve-se observar se o equipamento está funcionando acima da capacidade de refugo ou abaixo da capacidade esperada. Outro ponto a ser observado é a utilização do equipamento durante o cronograma de produção, que se aproxima de 100%. Com isso, conclui-se que o índice advindo das perdas ocasionadas por tais problemas é o rendimento global do equipamento.

Em seu estudo, De Souza (2016) relaciona as variáveis que afetam na melhoria do OEE, onde se buscou um melhor entendimento global das situações que colaboraram para uma melhoria na eficiência industrial. O autor do trabalho procurou testar as seguintes hipóteses:

- Diferenciação da OEE por turno;
- Diferenciação da OEE por dia da semana;
- Diferenciação da OEE por mês.

Segundo Takahashi e Osada (2015, p.45), a expressão 6 representa o cálculo:

#### **Expressão 6 - Cálculo do OEE**

OEE= Tempo operacional (disponibilidade) X Velocidade operacional (eficiência) X Índice de produtos de qualidade.

Fonte: Takahashi e Osada (2015)

Takahashi e Osada (2015) informam que para o cálculo da disponibilidade no OEE, deve ser utilizado a expressão 7:

#### **Expressão 7 - Cálculo de disponibilidade no OEE**

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de carga (ou operação)}}{\text{Tempo de carga (ou operação)} + \text{Tempo de manutenção}} \times 100\%$$

Fonte: Takahashi e Osada (2015)

Takahashi e Osada (2015) informam que para o cálculo da velocidade operacional deve ser utilizado a expressão 8:

**Expressão 8** – Cálculo da taxa de velocidade de operação do OEE

$$\text{Taxa de velocidade de operação} = \frac{\text{Tempo de processamento padrão}}{\text{Tempo de processamento real}} \times 100\%$$

Fonte: Takahashi e Osada 2015

Nakajima (1991 apud Oliveira, 2014, p.27) ensina que, para o cálculo da taxa ou índice de produtos de qualidade, a fórmula deve ser conforme a expressão 9:

**Expressão 9** - Cálculo da taxa de qualidade para o OEE

$$\text{Taxa de qualidade} = \frac{\text{Quantidade processada} - \text{Produtos defeituosos}}{\text{Quantidade processada}} \times 100\%$$

Fonte: Nakajima (1991 apud Oliveira, 2014, p.27)

Para De Souza (2016), a medição do índice OEE permite uma visualização de onde estão sendo perdidos tempo e recursos em um processo produtivo, através da comparação entre a produção real com a teórica. Para o autor, a grande vantagem é o acompanhamento das ocorrências em cada minuto e a possibilidade de verificar com detalhamento onde o tempo e recursos estão sendo desperdiçados.

Após aplicação da fórmula, Nakajima (1991 apud Oliveira, 2014, p.28) informa que os valores ideais seriam de uma taxa de disponibilidade superior a 90%, uma taxa de velocidade operacional (eficiência) superior a 95% e um índice de qualidade superior de 99%. O autor ainda afirma que com esses valores é possível se chegar ao OEE ideal que, sendo este de 85% (90% x 95% x 99%), sendo pelo mesmo considerado como classe mundial.

### **3.7. Qualidade na manutenção**

#### **3.7.1. Definição de Qualidade**

De acordo com Silva (2014), a garantia da qualidade consiste na totalidade de atividades planejadas e sistematizadas que são implantadas no sistema da qualidade. Isso ocorre para prover a segurança de que o projeto irá satisfazer os padrões relevantes, devendo ser executada ao longo deste. Para que haja o controle, deve haver o monitoramento dos resultados específicos para saber se eles estão em conformidade com os padrões de qualidade relevantes, bem como verificar formas de subtrair as causas dos resultados insatisfatórios durante o projeto.

Segundo Gonçalves (2015), para que as empresas possam se manter e conquistar novos mercados, é necessário ter como base a qualidade e a produtividade. A busca por estas, perpassam por questões, como: políticas de gestão da qualidade, análise do melhor sistema de produção, treinamento, manutenção da produção e outros fatores estratégicos.

O cliente contribui no aperfeiçoamento técnico quando compartilha o histórico de falhas e soluções de produtos anteriores durante sua vida útil. Com isso enriquecem-se a análise das maneiras de falhas e seus efeitos para o produto ou processo no desenvolvimento de novo produto (SILVA, 2014).

Lobo (2010) aponta que a gestão da qualidade deve ser conduzida pela gestão principal e sua implantação deve envolver todos os membros da empresa. A gestão da qualidade são todas as atividades de gestão como um todo que estabelecem a política de qualidade, bem como os objetivos e a responsabilidade que, através de planejamento, realizam o controle de qualidade, bem como a melhoria e a garantia da mesma.

Para Silva (2014), a responsabilidade por problemas de um produto é atribuído ao projeto. Estes problemas, segundo o autor, podem estar relacionados ao processo produtivo, montabilidade, funcionalidade, durabilidade e ferramental. O Autor ainda nos traz ao conhecimento que a baixa qualidade em projetos é devido à falha de comunicação, desarticulação entre os agentes do projeto, inexperiência, negligência e deficiência no suporte técnico. Com isso, ocasionam-se custos adicionais com retrabalhos, atrasos, perda de tempo e danos à imagem da empresa.

As empresas que buscam a excelência nos serviços e produtos de sua competência são classificadas como empresas de classe mundial. Elas perseguem a inovação e procuram estar

à frente da aplicação de tecnologias em seus processos produtivos e na boa gestão de seus colaboradores internos e externos (GONÇALVES, 2015).

Deve haver a adoção de um processo de projeto eficaz para que não se tenha potenciais falhas. Para isso, deve haver ações preventivas, identificando a má qualidade, sua correção imediata, impedindo sua recorrência e incorporando as lições aprendidas (SILVA, 2014).

Para Gonçalves (2015), essas empresas de classe mundial buscam bons resultados em desempenho através de seus departamentos de manutenção, garantindo assim resultados em qualidade e produtividade, com diminuição de custos de manutenção. Com isso, há uma mudança de visão, considerando a manutenção como uma função estratégica, que soma valor ao produto. O autor ressalta ainda que é essencial para a garantia da qualidade e produtividade a utilização de ferramentas estratégicas na manutenção.

Liker (2005, p.47-48) nos traz como a Toyota observou sete notáveis perdas que não agregavam, no processo de administração ou de produção, valor a qualidade. Há ainda um oitavo tipo de perda, incluído pelo autor.

1. Com a produção de itens sem demanda, se tem a “superprodução”, levando ao gasto com pessoal e com o estoque excessivo;
2. Quando se tem funcionários sem produzir, seja por está esperando a próxima etapa no processo de montagem ou de trabalho, esperando peças ou outro item necessário à produção, surge a “espera”, que é o tempo sem trabalho;
3. Quando o estoque de materiais necessários está distante do local de produção, ou quando o produto inacabado tem que ser deslocado para outro ponto distante, ou quando o transporte é ineficiente, tem-se uma movimentação desnecessária;
4. O incorreto processamento ou o superprocessamento. Ações desnecessárias para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, levando ao movimento desnecessário e causando defeitos. Geram-se perdas na oferta de produtos com qualidade superior à que é necessária;
5. Excesso de estoque. *Lead times* prolongado é causado pelo excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados. Excesso de estoque também leva a obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. O estoque extra também oculta situações problemáticas, tais como: desbalanceamento

de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de *set up* (preparação);

6. Movimento desnecessário, sendo este qualquer movimento sem utilidade expressiva que os funcionários fazem durante o trabalho, tais como: procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas etc. Caminhadas durante o processo também é considerada perda.
7. Defeitos. Produção de peças com defeitos ou a conserto da mesma. A correção ou o retrabalhar, bem como o descarte ou substituição da produção significam perdas de manuseio, tempo e esforço;
8. Desperdício da criatividade dos funcionários. Por não envolver os funcionários com ideias para melhorias no processo, há perda de: tempo, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem etc.

No que tange a superprodução, Ohno (1997 apud Liker 2005, p.48) coloca que é a principal perda, pois dela se origina a diversos tipos de perdas. Quando se produz além do que o cliente necessita, forma-se estoque em algum lugar, gerando problemas como: o material fica a espera da próxima operação. O autor ainda informa que o estoque em excesso também contribui de modo negativo no comportamento desmotivado dos funcionários como a falta de atenção com a manutenção preventiva dos equipamentos, diminuição do foco na qualidade e outros problemas no processo produtivo.

### **3.7.2. Qualidade e lubrificação automotiva**

Gomes, Lima e Da Silva (2012) informam que a lubrificação é base da manutenção autônoma, um dos pilares do TPM. Sendo assim, a lubrificação autônoma tem grande valor e torna-se fundamental para uma produtividade de excelência, no qual manter o equipamento com a maior disponibilidade possível para a produção é objetivo-chave para organizações que objetivam aumentar sua competitividade.

Conforme coloca Carreiro e Belmiro (2006, p.255), é preciso produtos específicos para a lubrificação automotiva. Assim é possível atender a classificações e especificações de fabricantes que acompanham a evolução tecnológica da indústria. Na indústria automotiva, lubrificantes bem específicos são utilizados para atender a demanda, entre eles: os óleos de motor, os óleos de engrenagens, os fluidos de transmissão e as graxas automotivas.

De acordo com Maran (2013), há produtos como o aditivo, chamado popularmente de “pacote”, que é um conjunto de aditivos componentes incorporados aos óleos básicos. É formado principalmente pelos aditivos componentes: dispersante, detergente, antidesgaste,



anticorrosivo, antioxidante e modificador de viscosidade, abaixador do ponto de fluidez e antiespumante.

Para Carreteiro e Belmiro (2006), a legislação ambiental que versa sobre o nível de emissão veicular, os lubrificantes, o uso de combustível e o desempenho dos equipamentos, tem sido o motivo para o desenvolvimento de projetos para novos motores e novos transmissores.

Uma recomendação trazida por Maran (2013), é que o óleo do motor degrada devido à oxidação ou calor, sendo assim, deve ser trocado periodicamente. Ele informa que a constatação da degradação ou viscosidade do óleo não é visível, somente a coloração indica alteração. Caso esteja com cor de “café com leite”, indica a presença de água e deve ser trocado imediatamente. Já a coloração escura em motores a gasolina indica a presença de enxofre no combustível, porém isso não altera o óleo dentro do intervalo correto de troca.

Outro ponto a ser destacado com relação à legislação ambiental, é que a mesma contribuiu para a evolução da indústria de lubrificantes. Isso porque, com o passar do tempo, os carros vêm sendo produzidos em menores tamanhos, fazendo com que o motor trabalhe superaquecido em um espaço menor, exigindo do combustível e dos lubrificantes uma eficácia maior (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Maran (2013) informa que a degradação é o escurecimento do tom original do óleo, com perda de viscosidade e aumento do nível do cárter. Para o autor, a perda da viscosidade, é a capacidade de manter a lubrificação dos componentes do motor sem atrito.

De acordo com Carreteiro e Belmiro (2006, p.256), o desempenho dos lubrificantes automotivos é definido por critérios com base em parâmetros como: viscosidade e classificação e/ou especificação de fabricantes. Também se considera as condições de operação de motores e suas alterações de projetos, sendo os óleos projetados com os seguintes objetivos:

- Prevenir contra o atrito e desgaste das peças móveis;
- Trabalhar em uma larga faixa de temperatura permitindo uma partida rápida;
- Evitar a formação de depósitos na câmara de combustão;
- Prevenir contra ferrugem e corrosão, neutralizar os ácidos gerados na combustão, resultado do teor de enxofre do combustível;
- Evitar a formação de verniz e borra;

- Limpar e manter o motor limpo, dispersando os produtos da combustão;
- Colaborar com a refrigeração do motor;
- Vedar os anéis de compressão e não atacar os retentores;
- Reduzir os choques mecânicos;
- Fornecer informações através de sua análise físicoquímica.

O acompanhamento das funções acima pelos fabricantes de lubrificantes é possível com a introdução de produtos químicos (aditivos) nos óleos, bem como o desenvolvimento tecnológico da indústria química (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Segundo Maran (2013), a classificação mais conhecida de óleos para motor, elaborada pela SAE (*Society of Automotive Engineers* – Sociedade de Engenheiros Automotivos), baseia-se única e exclusivamente na viscosidade, não considerando fatores como qualidade e desempenho.

Carreteiro e Belmiro (2006) informam que o sistema de classificação para esses óleos lubrificantes, foi criado para uma melhor fiscalização e regulação, até mesmo para melhor entendimento do usuário, contribuído com outros fatores:

- Transmitir de modo mais eficaz aos fabricantes de equipamentos, à indústria de petróleo e ao consumidor, informações a respeito dos óleos automotivos;
- Conceber de forma mais precisa definições relevantes sobre a qualidade do óleo lubrificante para motores a gasolina e a diesel;
- Diminuir a necessidade de definições suplementares de fabricantes de equipamentos e similares;
- Concerder a introdução de novos tipos de óleos, sem alterar ou sucumbir com as existentes no mercado.

Maran (2013) comenta que os óleos para motores a diesel e para gasolina são diferentes. Para o autor, a compressão e as pressões de combustões internas nos motores a diesel são muito mais altas e as peças giratórias destes são expostas a grandes pressões. Sendo assim, os óleos utilizados nos motores a diesel devem formar uma camada resistente de óleo.

Antes disso, as classificações de desempenho para lubrificantes automotivos eram desenvolvidas com base apenas no combustível de gasolina, sendo esse combustível usado em teste com condições mais severas que normalmente utilizado em campo. Porém, o óleo

desenvolvido para motores à gasolina, usado em motores para combustíveis como álcool carburante ou gás natural veicular, pode levar a queima de combustível limpos como os citados (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006). Há de se destacar que os requisitos de lubrificantes para motores a óleo diesel são superiores aos de gasolina, pois o regime de trabalho daqueles são mais intensos.

Cunha (2005 apud Kimura, 2010) salienta que a lubrificação pode ser feita de diversas formas, dependendo da geometria dos corpos em contato, da aspereza e textura das superfícies deslizantes, da carga, da pressão, da temperatura, das velocidades de rolamento e escorregamento, das condições ambientais, das propriedades físicas e químicas do lubrificante, da composição do material e das propriedades das camadas superficiais das peças. O autor ainda salienta que outras duas funções importantes dos lubrificantes são a proteção contra a corrosão e auxílio à vedação.

Sobre os tipos básicos de engrenagem (cilíndricas, cônicas, helicoidais e hipóides), Carretero e Belmiro (2006, p. 278) colocam que os sistemas de engrenagens utilizam um ou mais dos quatro tipos. Assim, para a otimização da vida útil do sistema, a cada caso se faz necessária uma lubrificação adequada. Geralmente, sistemas de engrenagens automotivos realizam funções variadas e, assim, estimulam ações de deslizamento em conjunto com rolamento em situações de forte pressão, com isso, aditivos do tipo EP são utilizados sem modificações em óleos lubrificantes para engrenagens. Os óleos lubrificantes, dependendo da aplicação, precisam promover proteção contra oxidação, degradação térmica, corrosão e espuma.

Maran (2013) trata dos diversos contaminantes do óleo de motor, para ele três grupos são os mais comuns: abrasivos (poeiras, partículas de metais), produtos provenientes da combustão (água, ácidos e fuligem) e produtos provenientes da oxidação do óleo (verniz).

No que tange a viscosidade do óleo, constata-se que é uma propriedade importantíssima dos lubrificantes, sendo isso reconhecido quando o SAE, em 1911, estabeleceu o primeiro sistema de classificação para óleos de motor baseado exclusivamente na viscosidade. Em 1923, uma revisão no sistema de classificação incluiu, para 10 tipos de óleos novas especificações, conforme as faixas de viscosidade. Essas especificações baseavam-se nos dois primeiros dígitos da viscosidade média Saybolt, medida em segundos (SUS) a 100° F e a 210° F, para os óleos menos viscosos e mais viscosos, respectivamente (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Maran (2013) informa os procedimentos para medição da pressão do óleo do motor:

- Óleo dentro do nível especificado;

- Manômetro instalado no orifício do interruptor de pressão;
- Motor quente e funcionando;
- Efetuar a medição a 1000 rpm e 3000 rpm e conferir as especificações.

Antes de um diagnóstico final, recomenda-se efetuar um novo teste com filtro e óleo novo. Na maioria dos motores a 1000 rpm (motor quente), a pressão não deve ser inferior a 1 bar (MARAN, 2013).

O SAE classifica os óleos multiviscosos (ou multigrav) como àqueles que atendem as condições básicas e necessárias para mais de um grau de viscosidade. Trata-se de óleos com boa fluidez em baixas temperaturas, porém apresentam proteção adequada ao motor quando o mesmo está em operação. Essa característica somente é alcançada por óleos com elevado índice de viscosidade, apresentando variação mínima com as mudanças de temperatura (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Quando a lâmpada indicadora da pressão do óleo do motor acende ou permanece acesa após a partida do motor, tem como causa provável, o baixo nível de óleo no cárter, avaria na bomba de óleo, avaria no filtro de óleo ou válvula reguladora de pressão, restrição de passagem do óleo nas galerias por borra ou desgaste excessivo nos mancais do comando de válvulas e bronzinas do virabrequim (MARAN, 2013).

Ainda, com relação à viscosidade, Carreteiro e Belmiro (2006, p.278) chamam a atenção para a adequação da mesma no que se refere à temperatura. Ela deve corresponder perfeitamente às exigências de temperatura do equipamento, seja ela alta ou baixa, considerando o ambiente em que atua.

O aditivo modificador de viscosidade visa transformar os óleos básicos de baixa velocidade em óleos mais viscosos, melhorando a relação viscosidade *versus* temperatura, se comparando com os óleos de graus simples (MARAN, 2013).

Em 1947 o *American Petroleum Institute* (API) estabeleceu e regulamentou uma classificação dos óleos para motor, considerando as condições operacionais do mesmo. Anterior a isso a qualidade referente aos óleos para motores era classificada exclusivamente pela viscosidade do lubrificante, sem se pensar no projeto do motor, a qualidade e o tipo de combustível do mesmo e a qualidade dos óleos para motores era definida inicialmente como exclusivamente pela sua viscosidade, sem considerar do motor: seu projeto, seu ambiente operacional e o tipo e qualidade do combustível utilizado. Após a classificação, estabeleceram-se categorias de

desempenho baseadas na severidade do serviço, a saber: Regular, Premium e Heavy Duty (HD), baseadas na severidade do serviço (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Sobre estas novas classificações, Carreteiro e Belmiro (2006, p.261) pontuam:

- Os óleos do tipo Regular - óleos minerais puros adequados apenas para serviços muito leves em motores a gasolina e a diesel. Eram correspondentes aos óleos que anteriormente foram definidos com base somente no grau de viscosidade.
- Os óleos Premium – são produtos mais elaborados e com aditivos antioxidante, anticorrosivo e antiespumante, sendo mais apropriado para motores a gasolina. São sujeitos a condições normais de operação.
- Os óleos HD - formulados com aditivos detergentes que os tornavam úteis para motores a gasolina em serviços severos e imprescindíveis para motores a diesel.

Gomes, Lima e Da Silva (2012) finalizam seu estudo, informando que fica evidente que a lubrificação autônoma é uma das ferramentas primordiais para o estabelecimento do pilar manutenção autônoma. Para os autores, este pilar é extremamente importante dentro da TPM, metodologia esta que segundo eles, serve para impetrar o aumento da disponibilidade e da confiabilidade do equipamento.

### **3.8. Sistemas Automotivos**

#### **3.8.1 Sistema de Direção**

Segundo Chollet (2002) este sistema é composto por elementos que contribuem para a condução do veículo. Para o autor eles têm uma importância bastante especial: do seu estado e regulagem dependem o comportamento do veículo em movimento, a segurança dos passageiros e dos demais usuários da via.

Costa (2002) corrobora com esse pensamento, ao informar que o motorista não tem força para comandar as rodas da frente se estas estivessem ligadas diretamente ao volante. Para ele o sistema de direção inclui um mecanismo de redução e, às vezes, um dispositivo de assistência mecânica para multiplicar o esforço que o motorista aplica ao volante.

Chollet (2002) cita os seguintes componentes do sistema de direção:

1) Em veículos de rodas independentes:

- Barra de direção;
- Caixa de engrenagens de direção;

- Alavanca de comando;
- Semibarras de direção;
- Barra Central de ligação;
- Relê de direção;
- Alavancas de direção;
- Travessa dianteira.

2) Em veículos de eixo rígido:

- Eixo rígido;
- Chapa de mola;
- Suporte de esterçamento;
- Eixo de rotação;
- Ponta do eixo;
- Braço de comando e de ligação;
- Barra de direção;
- Barra de ligação;
- Alavanca de direção.

Costa (2002) explica que são requisitos fundamentais, em qualquer mecanismo de direção, a facilidade de manobra e a tendência das rodas da frente para se endireitarem após descreverem uma curva. Assim, a direção não deve transmitir ao motorista os efeitos das irregularidades do pavimento, embora deva proporcionar-lhe certa sensibilidade a esses efeitos.

Chollet (2002) vai ao encontro desta ideia, quando aborda que todas as caixas de direção efetuam uma desmultiplicação do movimento que o motorista imprime ao volante. Isto facilita a esterçagem das rodas e absorve as reações do solo. O autor informa que os tipos de caixas de direção se distinguem pelo sistema mecânico de desmultiplicação, da seguinte maneira:

- Direções com setor e rosca sem-fim;
- Direções com rosca sem fim e porca;
- Direções com rosca sem fim esférica;
- Direções com lingueta, Roos;
- Direções com cremalheira;
- Direções com esferas;
- Direções servo-assistidas.

Costa (2002) faz uma abordagem da direção hidráulica. Para o autor este tipo de sistema de direção reduz o esforço necessário para mover o volante e facilita as manobras à baixa velocidade, como por exemplo, o estacionamento em um espaço pequeno. O autor ainda informa que este sistema contribui para a segurança, pois aumenta a estabilidade, caso um pneu fure ou se uma roda enfrentar uma instabilidade do terreno.

Chollet (2002) continua, ao informar que para facilitar o esterçamento das rodas diretrizes, durante as manobras do veículo, os elementos de direção podem ser auxiliados por um dispositivo (servomecanismo) com pressão hidráulica ou pneumática, sendo que o de pressão hidráulica é o mais utilizado. Além dos elementos habituais, estas direções são auxiliadas por um servomecanismo que contém um reservatório de óleo, uma bomba, um distribuidor e um bloco com um pistão central que aciona os elementos de direção.

Baseado em Costa (2002), no sistema Adwest (com pinhão e cremalheira) de direção servoassistida, a pressão hidráulica é comandada e dirigida por uma válvula rotativa. Ao ser virado o volante, a coluna da direção faz girar esta válvula de comando, dirigindo a pressão hidráulica para um ou outro dos lados do pistão acoplado a própria cremalheira. Esta pressão faz mover-se a cremalheira para a esquerda ou direita, aumentando o esforço que o condutor aplica ao volante. É devido a uma barra de torção que liga a coluna de direção à válvula, a assistência fornecida é proporcional à resistência oferecida pelos pneus à mudança de direção.

Para Chollet (2002) é preciso que os veículos se desloquem no solo com a mínima resistência a rodagem. Para conseguir isto, é preciso que cada roda gire livremente na extremidade de seu eixo, mas também que a superfície de contato no solo seja isenta de esforços laterais que tendem a deformar os pneus ou provocar alisamento da banda de rodagem.

Para o autor acima estes esforços laterais resultam de erros na posição geométrica das rodas em relação ao solo e ao sentido de locomoção. Esta posição é acertada, por certo número de ângulos, cujo conjunto constitui a geometria da direção, sendo medidos com relação à vertical ou com relação ao eixo longitudinal do veículo. Deve-se seguir uma ordem lógica de regulagem:

1. Ângulo de inclinação ou queda da roda;
2. Ângulo de rotação;
3. Inclinação do eixo;
4. Ângulo de convergência da roda;

## 5. Ângulo de esterçamento.

Costa (2002) comenta que teoricamente as rodas da frente devem ser paralelas quando apontadas para frente, porém na prática se obtém melhores resultados quanto a uma direção mais firme e um menor desgaste dos pneus, quando as rodas se apresentam convergentes ou divergentes.

Chollet (2002) informa os principais defeitos da direção e suas causas:

1. Bordejo (tendência a desviar para a esquerda ou para a direita), é causada por:

- Calibragem insuficiente dos pneus traseiros;
- Convergência insuficiente;
- Folga dos rolamentos, de junta universal, de caixa de direção e das pontas de eixo;
- Caixa de direção frouxa;
- Excesso de dureza da caixa de direção e folga das alavancas;
- Inclinação de eixo insuficiente ou desigual.

2. Oscilação em baixa velocidade (vibrações laterais das rodas abaixo de 50Km/h), é causada por:

- Calibragem insuficiente das rodas dianteiras;
- Folga exagerada dos elementos de direção;
- Inclinação exagerada do eixo, combinada com um dos defeitos anteriores;
- Inclinação nula.

3. Oscilação em alta velocidade (vibrações laterais das rodas acima de 50Km/h), é causada por:

- Mau balanceamento das rodas (equilíbrio estático e dinâmico);
- Roda empenada;
- Convergência incorreta;
- Inclinação insuficiente;
- Frequência incorreta do ricochete das rodas, devido ao afastamento de uma mola, à desregulagem de um amortecedor ou à folga exagerada nas articulações da suspensão.



4. Direção dura é causada por:

- Aperto excessivo das articulações ou da caixa;
- Inclinação exagerada do eixo;
- Calibragem insuficiente dos pneus;
- Deficiência do dispositivo “servo” (nas direções servo-assistidas);
- Falta de óleo;
- Ausência da correia que aciona a bomba.

5. Direção frouxa é causada por:

- Folga exagerada dos órgãos de direção;
- Caixa frouxa.

6. Rangido dos pneus nas curvas é causado por:

- Calibragem insuficiente dos pneus;
- Posição incorreta das rodas nas curvas, devida a um defeito do princípio de Jeantaud.

7. Tração para um lado é causada por:

- Pressão desigual dos pneus;
- Desgaste desigual dos pneus;
- Dimensão diferente dos pneus;
- Setores de freios que pegam;
- Chassi deformado;
- Queda da roda desigual;
- Ângulo de inclinação insuficiente do lado em que se produz a ação.

### **3.8.2. Sistema de Suspensão**

Segundo Marco Rache (2004) a suspensão deve reduzir os solavancos e pancadas que os passageiros e a carga do veículo podem sofrer durante o tráfego nas vias, oferecendo segurança e estabilidade em altas velocidades. Sendo que estabilidade é a capacidade que o veículo tem em seguir o caminho traçado, sem se desviar.

Conforme Costa (2002), um bom sistema de suspensão deve incluir molojamento e amortecimento. Sendo que o primeiro é a resistência elástica a uma carga e o segundo é a capacidade de absorver parte da energia de uma mola após esta ter sido comprimida. O autor ainda informa que caso esta energia não seja absorvida, a mola ultrapassará bastante a sua posição original e continuará a oscilar para cima e para baixo até que as oscilações cessem. Sendo assim, o amortecimento converte a energia mecânica em energia calorífica e para reduzir o ruído e aumentar a suavidade, as molas são montadas sobre borrachas.

Para Marco Rache (2004) a suspensão tem como componentes principais as molas e amortecedores. Segundo o autor os tipos de molas são:

1. Molas de lâmina;
  - Molas parabólicas;
  - Molas semielípticas
2. Molas helicoidais ou espirais;
3. Molas de barras de torção;
4. Molas pneumáticas.

Já os amortecedores segundo o autor podem ser de:

1. De ação simples;
2. De ação dupla.

### **3.8.3. Sistema de freios**

Conforme Costa (2002), o freio funciona graças ao atrito resultante do contato entre um elemento não rotativo do veículo e um disco ou tambor (polia) que gira com a roda. Segundo o autor o atrito produz a força necessária para reduzir a velocidade do automóvel, ao converter em calor que se dissipa no ar, a energia mecânica do veículo.

Segundo a NBR 10.966, de março de 1990, da ABNT, o sistema de freio é uma “combinação de peças cuja função é reduzir progressivamente a velocidade de um veículo em movimento, ou fazê-lo parar, ou conservá-lo imóvel se já estiver parado”, consistindo ainda, “no controle da transmissão e do freio propriamente dito”.

A norma ABNT NBR 14778, de novembro de 2001, informa os componentes do sistema de freio:

- Cilindro mestre;
- Servofreio;
- Reservatório de líquido de freio;
- Líquido de freio;
- Cilindros de roda;
- Cabos;
- Válvula de retenção de vácuo;
- Haste de acionamento;
- Válvula reguladora de pressão ou equalizadora, ou proporcionadora, ou corretora;
- Tubulações e flexíveis;
- Conexões;
- Flanges;
- Disco;
- Pinça ou cavalete;
- Carcaça;
- Pistão de acionamento;
- Coifa, capa protetora e/ou guarda-pó;
- Pastilha;
- Tambor;
- Lonas ou sapatas;
- Molas de retorno e de fixação ou trava;
- Pino guia, pino deslizante e parafuso sangrador;
- Mangueira de vácuo;
- Coletor de ar;
- Alavanca do freio de estacionamento.

Baseado em Prieto (2014), ao ser acionado o pedal de freio, é gerado uma pressão pelo cilindro mestre que atua na área dos êmbolos do cilindro de roda gerando força. Esses êmbolos ao avançarem empurram as sapatas primária e secundária (que são revestidas com lona de freio) contra a superfície interna do tambor de freio. Na placa de ancoragem fixada no espelho, apóia-se a outra extremidade das sapatas. Ao ser solto o pedal de freio, deixa-se de existir a pressão hidráulica do sistema, fazendo com que as sapatas primária e secundária retornem, por intermédio das molas tensoras, à posição de repouso.

No freio a disco, a pressão vai atuar nos êmbolos da pinça, gerando uma força maior, que empurrará as pastilhas contra o disco, fazendo este reduzir a sua rotação. Devido ao disco ser solidário à roda do veículo, e a pinça de freio ser solidária ao veículo, a roda também terá sua rotação reduzida (PRIETO, 2014).

Conforme a ABNT NBR 14778, os tipos de freio são:

- Freios a tambor;
- Freios a disco;
- Freios a disco com ABS (antitravamento);
- Freio de estacionamento (freio de mão).

#### **3.8.4. Sistema do Motor**

Conforme Costa (2002), o motor é a fonte de energia do automóvel, convertendo a energia calorífica produzida pela combustão em energia mecânica capaz de imprimir movimento nas rodas. Sendo assim, o movimento dos pistões para cima e para baixo é convertido em movimento rotativo pelo virabrequim ou eixo das manivelas, que por sua vez, transmite às rodas através da embreagem.

Marco Rache (2004), corrobora com o mesmo pensamento ao informar que todos os motores de êmbolos alternativos funcionam baseados no mecanismo do pedal da bicicleta; e quando o gás da queima do combustível se expande, empurra o pistão para baixo, fazendo girar a árvore de manivelas. Segundo o autor, um motor diesel é constituído pelos seguintes componentes:

1. Bloco de cilindros;
2. Cárter de óleo;
3. Cabeçote;
4. Cilindros;

5. Pistões;
6. Anéis de segmento;
7. Bielas;
8. Bronzinas;
9. Virabrequim;
10. Volante;
11. Mecanismo de comando de válvulas;
12. Válvulas;
13. Eixo de comando de válvulas;
14. Filtros de ar;
15. Filtros de combustível;
16. Velas incandescentes;
17. Sistema de injeção de óleo;
18. Sistema de lubrificação;
19. Sistema de refrigeração;
20. Sistema de superalimentação.

Costa (2002) aborda motores de 4 cilindros em V, motores de 6 cilindros em V, motores de 8 cilindros em V e motores a 2 tempos. Já a refrigeração pode ser a ar ou água. Quanto aos combustíveis, o autor cita aqueles movidos a gasolina e diesel. Porém outros autores fazem referência a motores movidos também a álcool e querosene.

Segundo Bosch (2007), um motor a diesel é um motor com pistão alternativo com formação interna de mistura (heterogênea) e autoignição. Durante o tempo de compressão, o ar de admissão é comprimido entre 30 e 50 bar em motores aspirados naturalmente, ou entre 80 a 110 bar em motores sobrealimentados, de modo que sua temperatura aumenta para 700° a 900°. Esta temperatura é suficiente para induzir a autoignição no combustível injetado nos cilindros um pouco antes do final do tempo de compressão, quando o pistão se aproxima do TDC.

Ainda para Bosch (2007), a energia cinética de pulverização varia de acordo com o diferencial de pressão no orifício do injetor. O padrão de pulverização é determinado pela geometria do injetor, a velocidade de saída do combustível, a configuração do espaço no qual o ar e o combustível interagem e a faixa de tamanhos das gotículas na câmara. A energia de pulverização é influenciada pela taxa de vazão da bomba de injeção de combustível e dimensões do orifício do bico injetor. A energia térmica armazenada nas paredes da câmara de combustão e o ar comprimido vaporizam o combustível injetado (como uma camada de filme sobre as paredes e como gotículas).

Marco Rache (2004) informa que os quatro tempos de um motor a diesel são: admissão, compressão, combustão e escape. Já os tipos de motores a diesel podem ser: motores lentos, motores com velocidade média ou para uso em automóveis (velocidade rápida). Já o combustível (óleo diesel) utilizado em um caminhão tem os seguintes índices:

- O poder calorífico;
- O número ou índice Cetano;
- O índice de viscosidade;
- Pureza ou isenção de matérias estranhas;
- Baixo teor de enxofre;
- Ponto de névoa.

Bosch (2007) explica que nos processos heterogêneos, a formação de mistura é decisiva para a determinação da qualidade da combustão que se segue e a eficiência com a qual o ar de combustão introduzido é utilizado e para a definição dos níveis disponíveis de pressão média efetiva.

Maran (2013) cita os principais problemas apresentados pelo motor:

- Motor de arranque gira, porém não funciona;
- Motor funciona, mas “morre” logo depois;
- Motor demora a funcionar;
- Marcha lenta irregular;
- Motor engasga com carga;
- Motor morre durante as paradas;

- Motor demora a responder;
- Barulho de “explosão” no sistema de escapamento ou admissão;
- Falta de potência;
- Torque irregular;
- Marcha lenta alta;
- Ruídos no motor;
- Alto consumo de combustível;
- Alto consumo de óleo;
- Detonação;
- Vibrações no motor;
- Motor funciona sempre frio;
- Motor esquenta excessivamente;
- Fumaça no escapamento;
- Cheiro de combustível.

Marco Rache (2004) salienta as características que um motor moderno precisa ter para competir no mercado:

1. Menor peso por CV;
2. Menor consumo de combustível;
3. Maior elasticidade, dentro do seu campo de aplicação;
4. Durabilidade e robustez;
5. Custo de fabricação baixo;
6. Reduzido perigo de incêndio;
7. Baixo índice de emissões poluentes.

### **3.8.5. Carroceria**

Para Costa (2002) a carroceria é uma viga suportada em cada extremidade por rodas, devendo ser forte para não dobrar na parte central, ou seja, resistente à flexão. Segundo o autor, um

veículo deve ser também resistente aos esforços de torção impostos pelas irregularidades do pavimento na qual roda e determinadas cargas, como o peso do motor, o impulso das molas, pequenos embates, entre outros. Segundo o autor, a carroceria é composta por:

- Pára-choque traseiro;
- Porta mala;
- Coluna traseira;
- A coluna da porta (onde estão montadas as dobradiças e fechaduras das portas, servindo também como apoio para o teto);
- Portas e painéis laterais suficientemente fortes para resistirem a um choque lateral;
- Batente inferior;
- Coluna do pára-brisas;
- Capô;
- Pára-choque dianteiro.

Conforme Marco Rache (2004), a carga que o caminhão vai transportar fica alojada na carroceria, que deve ser resistente o suficiente para aguentar o peso e proteger a carga das sacodidas que sofre durante o transporte. O autor informa que existem carrocerias de madeira, aço e alumínio, dependendo do material a ser transportado. Algumas vezes, as necessidades de manuseio rápido das cargas exigem modificações tão grandes no caminhão que ele se torna especializado no transporte de determinada carga, como os caminhões de carroceria basculante, especializados no transporte de cargas a granel.

Costa (2002) continua com este raciocínio ao abordar que a carroceria deve ser resistente, proporcionando espaço para os ocupantes e para as bagagens e também proteger aqueles em caso de acidentes. Uma carroceria demasiadamente rígida absorverá pouca energia resultante do impacto em uma colisão, aumentando assim a que é transmitida aos ocupantes do veículo. Já uma carroceria demasiadamente fraca, poderia abater-se sobre os mesmos.

### **3.8.6. Sistema elétrico**

Marco Rache (2004) explica, que o sistema elétrico fornece energia elétrica para os faróis, faroletes, luzes de iluminação da cabine e painel de instrumentos, e para o motor de arranque, através da energia armazenada pela bateria. Para manter a bateria carregada, existe o alternador, e nos caminhões antigos havia o gerador de corrente contínua.



Baseado em Chollet (2002), todos os equipamentos elétricos em um veículo funcionam com a corrente contínua, sendo as tensões utilizadas de 6, 12 ou 24 volts. As de 6 ou 12 volts equipam os carros de passeio, já os caminhões e veículos pesados utilizam as tensões de 12 ou 24 volts. Devido à alta energia elétrica necessária ao acionamento do motor, geralmente os veículos a diesel utilizam uma tensão de 24 volts.

Segundo Marco Rache (2004), um sistema elétrico automotivo é composto pelos seguintes componentes:

1. Lâmpada dos faroletes de funcionamento;
2. Lâmpada com filamentos de faróis altos;
3. Lâmpadas com filamentos de luz baixa;
4. Interruptor da buzina;
5. Alternador ou gerador de corrente contínua;
6. Regulador de voltagem;
7. Motor de arranque ou partida;
8. Bateria;
9. Cabo terra;
10. Lâmpada do farolete traseiro;
11. Caixa de fusíveis;
12. Luz do painel de instrumentos;
13. Amperímetro;
14. Buzina

Chollet (2002) informa que em uma instalação elétrica, faz-se sempre a ligação de um dos pólos com a massa. O chassi e todas as partes metálicas a ele ligadas funcionam como condutores. Existem diversos circuitos elétricos como: de arranque, de carga e de consumo. Existem ainda componentes como o amperímetro e o contator.

Marco Rache (2004) descreve o funcionamento do sistema elétrico, informando que o alternador geralmente está conectado a uma polia, que é acionada por uma correia de borracha revestida com lona, e esta passa por outra polia que esta conectada ao motor. Quando o motor gira, a correia se move, fazendo girar o alternador. O alternador, por sua vez, ao girar produz

energia elétrica que alimenta a bateria, carregando esta. Cada componente elétrico é produzido para aguentar certa quantidade de corrente elétrica, ou amperagem, e se esta amperagem for ultrapassada, o componente será danificado, queimando-se. Ao ser ligado os faróis, ou o motor de arranque, a voltagem tende a cair, o que poderá fazer aumentar a intensidade de corrente elétrica, ou amperagem, o que poderá danificar os componentes do sistema elétrico.

Para evitar a oscilação da tensão da corrente elétrica, para maior ou para menor voltagem, é colocado no circuito elétrico o regulador de voltagem. Na partida do veículo, ao se ligar a chave de partida, é conectado o circuito que aciona o motor de arranque, que faz passar corrente elétrica pelo motor de arranque. Esta corrente faz girar o motor de arranque, e uma bobina situada no seu eixo empurra o pinhão de acionamento da engrenagem coroa do motor, fazendo-o engrenar com a engrenagem coroa do volante do motor, e a faz girar até funcionar. Quando o motor estiver girando a uma velocidade suficiente para não necessitar do empurrão do motor de arranque para funcionar, um dispositivo desconecta o pinhão da engrenagem coroa. A corrente passa pelos fios condutores de corrente elétrica, para chegar até os componentes, chamando-se o conjunto destes fios de chicote (MARCO RACHE, 2004).

### **3.8.7. Sistema de Transmissão**

Segundo Costa (2002), o sistema de transmissão comunica às rodas a potência do motor transformada em energia mecânica. O autor informa que em um veículo convencional com motor dianteiro, a transmissão tem início no volante do motor, prolongando-se através da embreagem, caixa de câmbio, eixo de transmissão e diferencial até as rodas de trás. Já os automóveis com motor na frente e com tração dianteira ou com o motor atrás e tração nas rodas de trás, dispensam o eixo de transmissão, sendo neste caso, o movimento transmitido por meio de eixos curtos.

Baseado em Eckert *et al* (2013), a embreagem transmite por atrito o torque do motor, por meio da placa e volante, ao qual ligam o virabrequim do motor à caixa de redução de marchas. Esta interação entre placa e volante é controlada pelo pedal de embreagem, que ao ser acionado, determina a distância entre as partes, caracterizando o grau de acoplamento da embreagem. Segundo os autores, há o acoplamento máximo quando ocorre à liberação do pedal, e nesta condição, uma mola pressiona a placa contra o volante.

Para Santos (2006), ainda existem sistemas automatizados (câmbio automático) que dispensam a utilização de pedal, pois fazem uso de um sistema eletrônico que identifica a

troca de marchas através de uma alavanca convencional, determinando a melhor condição de troca de marchas. Com isto não compromete a durabilidade do sistema e nem o conforto dos passageiros.

O autor acima ainda relata que este sistema pode ser utilizado com câmbio convencional sincronizado, onde há a solicitação da embreagem em todas as trocas, ou com câmbios sem sincronizadores. Para este último, a sincronização é realizada através de um frio no eixo intermediário do câmbio, e a embreagem é utilizada somente quando há a partida do veículo.

A seguir os componentes do sistema de embreagem:

1. Platô de embreagem;
2. Disco de embreagem;
3. Sistema de acionamento;
4. Alavanca pedal;
5. Pedaleira;
6. Cavalete de fixação;
7. Cilindro mestre;
8. Cilindro auxiliar ou servo de embreagem;
9. CSC (Concentric Slave Cylinder);
10. Garfo de embreagem;
11. Mancal;
12. Eixo Piloto.

Para Simionatto (2011) a embreagem possui quatro funções básicas:

- a) Transmitir o torque do volante de inércia para a transmissão;
- b) Interromper a transmissão de torque entre estes componentes;
- c) Modular o torque transmitido para a transmissão;
- d) Filtrar as vibrações mecânicas vindas do motor.

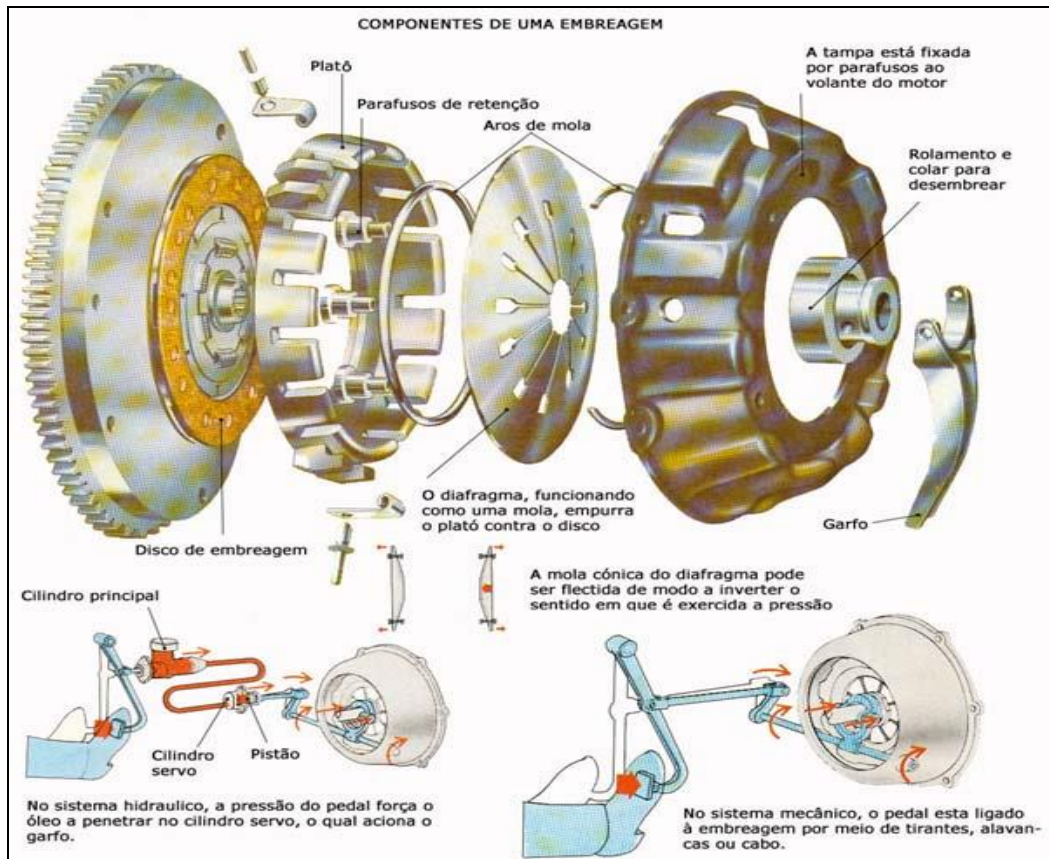
Conforme Santos (2006), o platô de embreagem é solidário ao motor e acompanha o seu movimento a todo o instante. A placa de pressão do platô tem certo grau de liberdade, além da rotação, que permite movimentação axial liberando e acionando o disco de embreagem. O

autor ainda informa que o platô pode ser do tipo empurrado ou puxado, sendo que neste o rolamento de embreagem é solidário axialmente à mola membrana e no outro, o rolamento é um componente independente do platô.

A figura 4 traz a representação de um Kit de embreagem, sendo que para Santos (2006) os principais elementos de um Kit de embreagem são:

1. Carcaça do Platô de Embreagem
2. Placa de Pressão
3. Mola Membrana
4. Anel de Apoio
5. Chapa de Condução
6. Pacote Torcional
7. Revestimentos do Disco de Embreagem
8. Cubo do Disco de Embreagem
9. Volante
10. Virabrequim
11. Eixo Piloto do Câmbio
12. Tubo Guia do Mancal
13. Mancal e Rolamento de Acionamento do Platô
14. Garfo de Acionamento

**Figura 4-** Componentes de um Kit de embreagem



Fonte: Extraído de Costa (2002)

Costa (2002) aborda que um automóvel ao se locomover ou subir uma encosta, necessita de um torque superior àquele de que precisa quando se desloca a uma velocidade constante em uma superfície plana. Sendo assim, a caixa de câmbio permite ao motor fornecer às rodas a força motriz apropriada a todas as condições de locomoção. Segundo o autor, ao mover-se a alavanca do câmbio, engata-se o par de engrenagens que proporciona a redução mais conveniente, ou seja, a mais adequada relação entre o regime de rotação do motor e das rodas. Na posição de neutro ou “ponto morto” há o desligamento da caixa de mudanças da embreagem.

Segundo Marco Rache (2004), as caixas de câmbio podem ser:

- Mecânicas;
- Semiautomáticas;
- Automáticas.

Santos (2006) explica que o sistema de embreagem normalmente está fechado, encontrando-se acoplado quando o pedal de embreagem não é solicitado pelo motorista. Não havendo marchas engrenadas, o motor transmite movimento somente para o eixo piloto do câmbio, mantendo o veículo sem movimento.

Baseado em Costa (2002), o eixo de transmissão transmite a energia da caixa de mudanças para o diferencial. Ele consiste em um tubo metálico resistente para transmitir a potência total do motor multiplicada pelo sistema de engrenagens. Costa (2002) ainda informa que os cardans, existentes em ambas as extremidades do eixo de transmissão, permite que o ângulo deste varie, enquanto o eixo secundário da caixa de mudanças e o eixo do pinhão de ataque do diferencial permaneçam sensivelmente paralelos. Segundo o autor o eixo de transmissão é fabricado de modo que seu peso se distribua uniformemente em torno do seu eixo, a fim de evitar qualquer desequilíbrio que daria origem à vibração capaz de danificar os rolamentos da caixa de mudança e do diferencial.

Quando o motorista aciona o pedal da embreagem, a seleção de marchas é permitida, e o motor não transmite movimento. Neste momento o platô (carcaça e placa de pressão) segue o movimento do motor e o disco de embreagem possui rotação igual à do câmbio. (SANTOS, 2006).

Costa (2002) afirma que o desembrear faz-se separar três partes do conjunto da embreagem: o volante do motor, o disco e o platô. O autor ainda informa que o volante do motor está fixado por meio de parafusos ao virabrequim e gira solidário a este; o disco de embreagem encaixa, por meio de estrias, no eixo primário da caixa de câmbio e, assim, roda com este. Já o platô da embreagem fixa o disco de encontro ao volante do motor.

Assim o acionamento da embreagem elimina a comunicação do trem de força com o motor, sendo que nessa condição torna-se possível impor a rotação adequada ao eixo intermediário, piloto e disco de embreagem, permitindo o acoplamento das engrenagens e corpos de sincronização do eixo principal que tem rotação dependente da velocidade do veículo. (SANTOS, 2006).

A caixa de redução aumenta o torque fornecido pelo motor, ao mesmo tempo em que reduz a velocidade. Desta forma, o caminhão pode ter maior força em certas situações, por exemplo, na partida em uma subida íngreme com o veículo totalmente carregado. Trata-se de um conjunto de engrenagens de tamanhos diferentes, geralmente helicoidais, colocadas na entrada do diferencial, podendo ser desconectadas, possibilitando que o movimento do eixo cardã seja

transmitido diretamente ao diferencial. Quanto ao acionamento, pode ser pneumático, controlado por um botão na alavanca de mudanças ou perto dela. Existem fabricantes que colocam esta caixa no eixo de saída da caixa de câmbio, enquanto outros a colocam na entrada do diferencial (MARCO RACHE, 2004).

Conforme Costa (2002), na última fase do percurso até as rodas motrizes, a energia que vem do motor passa através do diferencial, que reduz a velocidade do eixo de transmissão para a velocidade exigida pelas rodas, de modo que em uma curva, a roda de dentro rode mais lentamente que a de fora. Excetuando-se os veículos com motor transversal, o diferencial também tem a função de transmitir a rotação do motor às rodas, segundo um ângulo de 90°.

Segundo Marco Rache (2004), os eixos da roda giram dentro da carcaça do eixo traseiro, apoiados em mancais de rolamento, e transmitem o movimento giratório do diferencial até as rodas. Na maioria dos caminhões os eixos traseiros suportam a carga, e nele é fixada a suspensão, com as molas e o amortecedor.

Baseado em Chollet (2002), a roda livre é um dispositivo que costuma situar-se à saída da caixa de câmbio e faz o veículo movimentar-se com o próprio embalo, sem ser preciso ligar o motor. A ligação do motor com as rodas opera-se pelo acunhamento dos órgãos da roda livre no momento em que o regime do motor tende a ultrapassar o que corresponde à velocidade do automóvel. O autor informa que os elementos do acunhamento são formados tanto por rolos cilíndricos situados entre duas superfícies ligeiramente cônicas como por rolos ovais colocados entre duas superfícies concêntricas. A roda livre pode ser travada à vontade, graças ao deslocamento de um anel dentado. Faz-se então uma ligação rígida da transmissão (roda serva).

O autor acima informa que este travamento efetua-se automaticamente no momento do engate da marcha à ré. O travamento da roda livre fica sob o controle da embreagem, só podendo ocorrer com o motor debreado. Graças a este dispositivo há a possibilidade de passagem das marchas sem parar.

Marco Rache (2004) discorre sobre vários tipos de rodas. Podendo elas ser movidas ou sem capacidade de tração, quando apoiadas diretamente em mancais de rolamentos. Há ainda, aquelas que possuem rodas motrizes, quando estas são apoiadas em mancais de rolamentos, mas seus eixos são conectados diretamente, ou indiretamente, aos eixos de tração. Geralmente, as rodas dianteiras são movidas, e podem virar para mudar a direção do veículo.

### 3.9. Ferramentas estratégicas aplicadas

#### 3.9.1. Programa 5S

Segundo Imai (2014, p. 20), “o princípio de *Kaizen* do 5S representa cinco palavras japonesas que constituem uma boa organização do local de trabalho.” Sendo *Kaizen* uma palavra que significa “melhoria contínua”.

De Oliveira e Ferreira (2016, p.20) definem o programa 5S como: “uma filosofia empregada em cinco etapas, tendo como metas a conscientização e responsabilidade mútua, disciplina, segurança e produtividade no ambiente de trabalho”.

Para Muniz Junior *et al* (2010, p. 285), as cinco etapas da limpeza, com os seus nomes japoneses, são conforme o quadro 2:

**Quadro 2 -Metodologia 5S**

Palavra japonesa	Significado
<i>Seiri</i>	Distinguir os itens necessários e desnecessários no <i>Kaizen</i> e descartar estes últimos
<i>Seiton</i>	Organizar todos os itens restantes após o <i>seiri</i> de forma ordenada
<i>Seiso</i>	Manter máquinas e ambientes de trabalho limpos
<i>Seiketsu</i>	Estender o conceito de limpeza para si mesmo e continuar pondo em prática as três etapas anteriores
<i>Shitsuke</i>	Desenvolver a autodisciplina e criar o hábito de envolver no 5S por meio do estabelecimento de padrões

Fonte: Adaptado de Muniz Junior *et al* (2010)

##### 3.9.1.1. Etapa 01 – senso de utilização (*seiri*)

Nesta etapa, há um levantamento, descartando tudo aquilo que não possui serventia. A ideia é conseguir liberar espaço através do descarte de materiais desnecessários. Com isto há redução de acidentes, provocados por excesso de materiais dispostos sem nenhum controle.

Para Abrantes (2007), facilita-se a reciclagem de materiais antes desperdiçado, com liberação de máquinas, equipamentos e materiais que estavam parados e sem uso. Elimina-se também o tempo de procura de ferramentas, materiais e documentos. O mesmo autor ainda enfatiza que poderá haver a realocação de mão-de-obra, por verificar-se a desnecessidade desta após a aplicação deste senso.

Silva *et al* (2016) informam em seu trabalho sobre a implantação deste senso em uma empresa, que houve a necessidade da quebra de algumas barreiras oferecidas por alguns funcionários, que não queriam se desfazer de objetos e documentos. Pois segundo eles, poderiam vir a ser úteis. O autor ainda informa que muitos materiais de uso individual



passaram a ser de uso coletivo, outros foram descartados e a equipe de Tecnologia da informação ainda descartou todos os arquivos que estavam em duplicidade.

### **3.9.1.2. Etapa 02 - senso de ordenação (*seiton*)**

Para Imai (2014), este senso significa classificar os itens conforme o uso e arrumá-los adequadamente, para que haja diminuição do tempo e esforço para a sua busca. Cada componente deve ter nome, endereço e volume designados.

Segundo o autor acima, cada item deve ter seu “endereço”. Deve haver numeração nas paredes, marcações no chão, nas gavetas, nas pastas, nos armários, de modo que, tudo esteja o mais próximo possível do usuário que irá manusear.

Para Abrantes (2007), os materiais mais pesados devem ser guardados o mais próximo do chão e os mais leves acima, de modo, a evitar acidentes e prejuízos. Também devem colocar os materiais e documentos mais utilizados em locais próximos dos usuários. Todas as caixas deverão ser identificadas com material, ano, assunto, quantidade e qualquer outra informação que se julgar necessário.

As organizações devem usar de ampla comunicação visual. Deve-se utilizar código de cores, avisos, símbolos, quadros e frases localizadas em pontos de fácil observação. Deve-se utilizar etiquetas, *banners*, placas e todo material necessário para auxiliar na comunicação.

Segundo Tanaka e Araldi (2015) a finalidade é a diminuição do tempo de procura, determinando um lugar de fácil localização para cada recurso, com isto, este senso oferece uma boa comunicação visual com a identificação correta de cada recurso.

Abrantes (2007) ainda informa que pode haver informações de como utilizar o banheiro, velocidade e sentido de circulação dos automóveis no pátio; voltagem das tomadas; saídas de emergência; indicação do sentido de abertura de válvulas, indicação com etiqueta da última data de troca de filtros dos bebedouros, ar-condicionado, lâmpadas, fusíveis, limpeza de calhas, dedetização; informações para desligamento de luzes, computadores e ar-condicionado; avisos de economia de água e papel de impressora (aproveitando os rascunhos); quadros e painéis de iluminação e disjuntores com indicação da voltagem e setor abrangido, entre outros.

A padronização do layout ajuda na organização do fluxo de trabalho, deixando os recursos o mais próximo possível das pessoas, diminuindo os tempos e movimentos necessários para realizar uma atividade. Deve-se levar também em consideração, aspectos ergonômicos, como

a altura, peso, grau de deficiência visual, auditiva ou motora de cada colaborador (IMAI, 2014).

Abrantes (2007) enfatiza os ganhos desta etapa: a melhoria do moral dos funcionários; melhoria do ambiente físico da instituição (ganhando inclusive mais espaço); redução de níveis de acidente em virtude de melhor comunicação visual; economia de tempo e energia pela redução de movimentos desnecessários; aumento da rapidez, segurança e facilidade na procura de materiais, documentos e dados; melhoria no processo de comunicação entre as pessoas e atendimento e ação mais rápida em casos de acidentes.

### **3.9.1.3. Etapa 03 – senso de limpeza (*seiso*)**

Nesta etapa será verificada a limpeza dos ambientes. Não se trata apenas de limpar, mas criar-se uma cultura de não sujar. Aproveita-se também para fazer uma rígida inspeção nos diversos ambientes da instituição, verificando a fonte destas sujeiras e pontos potenciais de falhas e desperdícios. O intuito desse senso é delegar aos funcionários a limpeza mínima de seu ambiente de trabalho, devendo dedicar menos de 10 minutos diário a esta.

Para Abrantes (2007), os principais setores onde deve haver uma atenção especial é a área dos banheiros, vestiários e refeitórios. É importante que o coordenador do programa escolha facilitadores em cada departamento, de modo a estar mantendo essas áreas em um alto grau de limpeza e promovendo o rodízio trimestral desses colaboradores.

Silva *et al* (2016) comentam em seu estudo, que este senso foi implantado em uma empresa através de treinamentos realizados por um grupo gestor e equipe que deu início ao processo 5S's. Também houveram posteriores visitas aos departamentos para analisar rotinas com geração de sujeira ou acúmulo de documentos desnecessários.

É importante o estabelecimento da coleta seletiva, aumentando o número de lixeiras, flanelas, esponjas e material de limpeza pelas diversas áreas da instituição. Pode-se utilizar também a fixação de diversos cartazes para a boa utilização dos banheiros e práticas adequadas de higiene na cozinha (ABRANTES, 2007).

Tanaka e Araldi (2015) implantaram este senso em uma sala de aula e compararam os resultados com outra sala em que não foi implantado. Após quatro semanas, verificou-se que na sala em que tinha sido implantado este senso haviam sido recolhidos apenas 15 unidades de papel fora do lixo. Já a sala em que não foi implantado, havia 67 unidades de papel fora do lixo, ou seja, mais de quatro vezes a quantidade de sujeira.

Para Martinelli (2009), a organização deve marcar um dia para que os colaboradores façam um “mutirão da limpeza”, sendo jogado fora tudo que não é utilizado, como móveis, papéis, equipamentos, canetas quebradas etc. Devem-se tirar fotos de antes e depois para que todos percebam a importância do programa.

Abrantes (2007) destaca ainda como principais benefícios do senso de limpeza: a prevenção de acidentes com redução de afastamentos e gastos com tratamentos; redução de doenças relacionadas aos aspectos ergonômicos; melhoria do moral e satisfação de servidores e funcionários terceirizados por trabalharem em ambientes limpos e seguros; maior inspeção de máquinas e instalações, permitindo uma maior disponibilidade; maior combate aos desperdícios; embelezamento dos postos de trabalho; redução de riscos à saúde dos colaboradores; melhoria da qualidade de vida no trabalho e redução da poluição e agressões ao meio ambiente.

#### **3.9.1.4. Etapa 04 – senso de sistematização (*seiketsu*)**

Neste senso serão mantidos todos os outros sentidos anteriores, através da melhoria contínua. Os sentidos de limpeza, organização e utilização não devem ser esquecidos no dia a dia. Para isso deve haver uma padronização das melhorias e sistematização por todos os trabalhadores.

Para Imai (2014) a alta administração deve implantar sistemas e procedimentos que garantam a continuidade do seiri, seiton e seiso. Deve haver por parte dos gerentes a determinação de quantas vezes por mês deve rodar o programa e os responsáveis (coordenador e facilitadores), tornando-se parte do calendário de planejamento anual da organização.

#### **3.9.1.5. Etapa 05 – senso de autodisciplina (*shitsuke*)**

Essa etapa influencia na cultura e comportamento das pessoas. Também não é implantada, sendo fruto das implantações anteriores. A autodisciplina depende da vontade e cooperação das pessoas. Ela serve para manter os outros sentidos sendo cumpridos diariamente.

Conforme Abrantes (2007), a melhor forma de divulgar este senso é através do exemplo, através de atos e atitudes de seus superiores hierárquicos. Nesta etapa, surgem muitos padrões e normas e os existentes são revisados e aperfeiçoados. Deve haver a prática constante e perseverança para cumprir cotidianamente o programa 5S, sendo mantido um clima de relacionamento pessoal que valorize o trabalho em equipe, a cooperação, confiança e solidariedade.

Após a implantação do programa 5S, espera-se melhorar a gestão através da eliminação de ineficiências e desperdícios, que outrora, estavam escondidos atrás de grandes estoques, papéis, equipamentos e processos que além de não agregar valor, ocupam espaço, tempo e recursos valiosos. Através de uma Instituição enxuta, tanto em estrutura como em materiais e processos, a mesma pode focar a sua atividade-fim.

Para Tanaka e Araldi (2015) este senso é o mais complexo de todos, já que os funcionários já implantaram as tarefas, mas imaginam que tudo está funcionando bem e que não há mais nada a ser feito ou melhorado.

### **3.9.2. Método FMEA (Análise do Modos e Falhas e seu Efeitos)**

Segundo Silva (2014), o FMEA (do inglês: *failure mode and effects analysis*) ou análise dos modos de falhas e seus efeitos, originou-se na década de 40 nos E.U.A. como uma norma militar que avaliava a confiabilidade dos equipamentos.

Gonçalves (2015) define a análise do modo de falha e efeito (FMEA) como:

“Um estudo sistemático e estruturado das falhas potenciais que podem ocorrer em qualquer parte de um sistema para determinar o efeito provável de cada uma sobre todas as outras peças do sistema e no provável sucesso operacional, tendo como objetivo melhoramentos no projeto, produto e desenvolvimento do processo, ou seja, funciona como uma ferramenta para a estratégia que tem o objetivo de evitar erros, ou possíveis problemas durante um processo industrial”.

Segundo a norma 5462 (1994) da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a FMEA é um método que utiliza variáveis qualitativas para analisar os possíveis modos de falhas que podem originar-se dos componentes e gerar um efeito sobre a função de todo o conjunto.

Lobo (2010, p.148) coloca que, atualmente, a FMEA está sendo cada vez mais utilizada não somente na indústria, mas também na prestação de serviços (FMEA de processo), focando a diminuição de potenciais falhas que venham a surgir também durante o planejamento/projeto de um serviço (FMEA de projeto).

Silva (2014) informa que o FMEA também pode ser utilizado para analisar as prováveis formas de falhas que podem ocorrer em processos produtivos, denominado (PFMEA). O autor ainda coloca que esses modos de falhas têm impacto no desempenho de produtos e na segurança dos operadores e operações produtivas.

A análise FMEA segundo Lobo (2010, p.144), pode ser aplicada nos seguintes casos:

- Para reduzir a possibilidade de ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos;
- Para reduzir a possibilidade de potenciais falhas em produtos e/ou processos já em operação;
- Para elevar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram;
- Para diminuir as chances de erros e aumentar a qualidade nos procedimentos administrativos.

Conforme Silva (2014), o objetivo primordial da FMEA é a identificação de falhas em potencial, tendo assim uma aplicação preventiva, antes que se produza um produto/projeto ou realize-se um processo. Deve-se agir no sentido de diminuir a probabilidade de causas potenciais de falhas. Também pode ser utilizada para se diagnosticar se uma forma de falha ou causa tenha ocorrido.

O objetivo da metodologia é o mesmo, seja qual for o tipo de FMEA, ou seja: se é FMEA de produto, processo ou procedimento, ou se é utilizada em produtos/processos novos ou operando. (LOBO, 2010, p. 144-145).

Para Gonçalves (2015), o FMEA foi o primeiro passo de um estudo de confiabilidade de sistemas. Para o autor, seu objetivo é a identificação de possíveis falhas, suas causas e efeitos, revendo todos os componentes, montagens e subsistemas. São utilizados para cada componente, uma planilha específica FMEA, registrando os modos de falhas e seus efeitos resultantes sobre o resto de todo o sistema.

Basicamente, a análise compreende na criação de uma equipe que identificará para o produto/processo suas funções, os tipos de falha que possam surgir, bem como seus efeitos e as causas possíveis de tais falhas. A partir disso, os riscos de cada causa de falha são avaliados por meio de índices. Com base nessa avaliação, podem-se tomar decisões e estabelecer ações necessárias para dirimir os riscos, elevando a confiabilidade do produto/processo (LOBO, 2010, p. 145).

### **3.9.3. Diagrama de causa e efeito, lista de verificação 6M ou espinha de peixe**

Martinelli (2009, p.145) ensina que o diagrama é utilizado para colocar em evidência a relação que existe entre o resultado, que é o efeito, e os fatores, que são as causas do processo.

Ele ainda informa que é um meio prático de observar os *inputs* que influenciam na qualidade, identificando as principais causas de problemas. Auxilia também na diferenciação da causa principal e determina as ações que precisam ser colocadas em prática, visando a melhor atuação nos problemas apontados.

Carvalho *et al* (2015) abordam em seu estudo um caso sobre o tempo de permanência dos veículos (TPV) em uma usina, aguardando o carregamento. Segundo os autores, quanto menor o TPV, maior o faturamento. Através da aplicação do diagrama de causa e efeito, eles relatam que houve uma diminuição do TPV em todos os setores analisados, sendo de 6,61% do custo da transportadora e de 28% do TPV, em três meses.

Lobo (2010, p.45-46) apresenta as fases da elaboração do diagrama de causa e efeito:

1. Inicie o processo precisando uma definição que descreva o problema escolhido de forma clara: onde ocorre, quando ocorre e sua extensão.
2. A pesquisa das causas para a elaboração do diagrama de causa e efeito é feita com base em um dos seguintes métodos:
  - i) Um *brainstorming* conduzido sobre as possíveis causas, sem preparação prévia;
  - ii) Incutindo aos membros da equipe a necessidade de dispensar algum tempo entre as reuniões no uso da folha de verificação para detectar causas e examinar as etapas do processo com mais afinco.
3. Construa o diagrama de causa e efeito;
4. Interpretação: no sentido de pesquisar e identificar as causas básicas do problema.

Tendo isso definido, Lobo (2010, p.46) informa como montar o diagrama:

- Apresente o problema utilizando as informações obtidas no diagrama de Pareto, colocando para cada coluna crítica um diagrama de causa e efeito;
- Faça um delimitamento uma reta da esquerda para a direita com uma seta perpendicular ao retângulo;
- Estabeleça as causas primárias potenciais, tendo como base as tradicionais;
- A cada causa primária estabelecida, defina também as secundárias e terciárias.

Martinelli (2009) considera que se trata de uma técnica que permite apontar, analisar e detalhar os problemas. O diagrama não faz diferença entre uma causa da outra e não aponta quais as causas principais a serem corrigidas em primeiro lugar.

#### **3.9.4. Fluxograma**

Marshal et al (2006, p.103 apud Martinelli, 2009, p. 74) coloca que o fluxograma é: “uma representação gráfica que permite a fácil visualização de um processo”.

Costa, Silva e Trevisani (2015) continuam na mesma linha de pensamento, quando informam que esta é uma ferramenta que mostra o que é realizado a cada etapa, com seus materiais envolvidos ou serviços que entram e saem do processo. Quando se deseja representar de forma simples, ordenada e de fácil compreensão as várias fases de qualquer processo, método de fabricação ou funcionamento de máquinas, é uma das ferramentas mais importantes para essa tarefa.

Lobo (2010, p.54) concorda com o exposto acima, quando pontua que existem diversos tipos de gráficos, mas o fluxograma é o mais indicado e adequado para o processamento de análise administrativa. Trata-se de um gráfico universal com a representação do fluxo ou a sequência normal processo, seja ele trabalho, produto ou documento. O autor aponta suas vantagens:

- Possibilita a verificação do real funcionamento de todos os componentes de um sistema, seja ele mecanizado ou não, contribuindo para análise de sua eficácia;
- Compreensão mais simplificada e objetiva com relação a outros métodos descritivos;
- Facilidade de localização das deficiências pela fácil visualização dos passos, transportes, operações, formulários, etc;
- Utilização em qualquer sistema, desde os mais simples aos mais complexos;
- O rápido entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes, por mostrar claramente as modificações introduzidas.

Martinelli (2009) corrobora quando coloca que o controle do fluxo das informações é de suma importância a origem da informação, sua utilidade e seu destino seja compreendido por todos participantes da organização. A monitoração de um planejamento, bem como e a revisão de um processo, não importando sua natureza (administrativo, da área comercial, da linha de produção etc.), é possível com o registro das sequências de eventos e atividades, tornando-os sistemáticos e de fácil entendimento a qualquer um que tenha acesso as informações. Com isso, segundo o autor, a identificação de erros e falhas no meio do processo fica mais fácil.

Lobo (2010, p.55) elenca itens essenciais para elaboração de um fluxograma:

1. Comunicação;
2. Coleta de dados;
3. Fluxogramação;
4. Análise do fluxograma;
5. Relatório de análise;
6. Apresentação do trabalho.

Mesmo definido os itens de um fluxograma, Martinelli (2009, p. 74) contribui quando coloca que a descrição clara, objetiva e lógica de um processo é primordial quando se quer garantir que determinado processo chegue ao objetivo desejado, atendendo os requisitos exigidos e proporcionando a satisfação do cliente.

### **3.9.5. Análise de Pareto**

Conforme Martinelli (2009, p. 144), para separar as causas de um problema, identificando e estabelecendo prioridades de concentrar recursos em lugares necessários, a análise de Pareto é um método simples e indicado. Para o autor, trata-se de um gráfico, um diagrama com barras que classificam e ordenam dados por frequência de ocorrência. Para a identificação dos problemas que primeiro receberão atenção, uma curva pode ser incluída no diagrama com a soma acumulada dos valores em porcentagem.

Já Lobo (2010, p.43) informa que o princípio do diagrama de Pareto é conhecido pela proporção 80/20, ou seja, 80% dos problemas são resultantes de 20% de causas potenciais.

Martins, Ribeiro e Paulista (2015) utilizaram a análise de Pareto para priorizar as causas mais importantes no consumo de energia elétrica de uma instituição federal. Após esta priorização, os autores informam que poderão ser tomadas medidas para correção de erros, que estão ocasionando o alto consumo de energial, como: redução de pontos de iluminação, restrição do uso de aparelhos em certos horários, palestras, substituição de lâmpadas, uso consciente de aparelhos, dentre outros.

Vieira (2007, p.58 apud Martinelli, 2009, p.145) ainda contribui quando coloca que: “esta ferramenta é importante na medida em que indica as ações prioritárias, para que não gastemos energia com coisas pequenas, deixando as mais importantes em segundo plano”.



### 3.9.6. Guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge)

Segundo Melo (2012, p. 1): “o principal objetivo do Guia PMBOK é fornecer uma visão geral do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos que é amplamente reconhecido como boa prática”. Para o autor os processos, as ferramentas e as técnicas de gerenciamento de projetos usados no Guia PMBOK, apresenta um padrão de gerenciamento usado na maioria dos projetos de vários seguimentos econômicos.

Heldman (2009, p.232), informa que em relação aos riscos do projeto, tais riscos vão mudando no decorrer da execução do mesmo, por isso a necessidade de mantê-los em contínua observação. Quando se aproxima de um evento perigoso ou arriscado, deve-se considerar avaliar as colocações originais a seu respeito e seus planos, para reagir ao risco, realizando as adaptações necessárias.

O PMBOK Guide (2004 apud Heldman, 2009, p.233), afirma que a base para todo o processo de risco é o processo de Planejar o Gerenciamento de Riscos. Com o plano de gerenciamento de riscos tem-se assegurada que a quantidade adequada de recursos e o tempo apropriado são direcionados ao gerenciamento de riscos. Isso é determinado com base nos níveis, na importância e nos tipos de riscos. A função primordial do plano de gerenciamento de riscos é ser uma linha de base acordada para avaliar e analisar os riscos do projeto.

Para Angeloni (2016) *et al* o Guia PMBOK® contempla a gestão do conhecimento, porém de forma indireta, estando ela inserida na gestão da comunicação, área de extrema importância, pois as informações e conhecimentos circulam dentro de um projeto, interprojetos, intraorganização ou interorganizações, por meio de um sistema de comunicações eficiente. Desta forma, os integrantes das organizações e dos projetos poderão dispor de informações e conhecimento de qualidade em um tempo hábil no apoio de suas ações.

Segundo o guia PMBOK (2013) o gerenciamento de projetos pode ser dividido em nove etapas, conforme o gerenciamento de: integração, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições.

O PMBOK Guide (2004 apud Heldman, 2009, p.236) ainda coloca a importância do plano de gerenciamento de riscos ao incluir:

- Metodologia;
- Funções e responsabilidades;
- Elaboração do orçamento;

- Cronologia;
- Categoria de riscos;
- Definições de probabilidade e impacto dos riscos;
- Índice da matriz de probabilidade;
- Tolerâncias das partes interessadas revisadas;
- Relatório de formatos;
- Monitoramento.

Tapparo *et al* (2015) realizaram um estudo que teve como finalidade descrever de forma prática uma metodologia de implantação desenvolvida em uma empresa, para ajudar no controle dos problemas inerentes ao processo de gerenciamento de projetos, descrevendo todas as etapas de trabalho necessários para o controle do projeto. Segundo os autores, este trabalho foi fundamentado no Guia PMBOK 2004, onde foi realizado um comparativo das práticas da metodologia de implantação na organização estuda com as melhores práticas do Guia.

Heldman (2009, p. 232) ainda ensina que em um projeto pode ocorrer riscos por razões diversas, levando a variados impactos. Durante um projeto, caso venha um risco a se confirmar, podem-se gerar consequências. Assim, para se evitá-las, é importante entender que todos os riscos possuem causas.

### **3.10. Manutenção Produtiva Total**

#### **3.10.1. Conceito de TPM**

Nakajima (1989) aborda a TPM como uma manutenção onde todos participam na condução, significando o envolvimento da alta direção ao mais simples operário, envolvendo o pessoal administrativo dos departamentos; tudo isso de forma voluntária.

Takahashi e Osada (2015) corroboram com o mesmo pensamento quando tratam do objetivo da utilização máxima do equipamento e da TPM, que realiza um conjunto de atividades voltadas para isso. Assim, a promoção da integração de todos no trabalho é um fator importante.

Conforme Kardec e Nascif (2009), o objetivo da TPM é a eficácia da empresa através de maior qualificação dos trabalhadores e melhorias introduzidas nas máquinas.

Para Nakajima (1989) o Sistema Toyota de Produção necessita do TPM para funcionar. Isso se deve ao fato desse sistema de produção não poder parar, necessitando de máquinas disponíveis permanentemente.

Takahashi e Osada (2015) informam que a TPM representa um dos métodos mais eficazes para que uma fábrica se transforme em uma operação com gerenciamento com foco nas máquinas, em consonância com as transformações da sociedade atual. Para estes autores desde a alta gerência, supervisores e operários devem ter suas atenções voltadas para os componentes da fábrica, como: matrizes, dispositivos, ferramentas, instrumentos industriais e sensores.

Para Nakajima (1989), alguns conceitos como a maximização da eficiência do equipamento são conseguidos através da melhoria deste. O alto desempenho e utilização da M.A., como melhoria dos níveis de manutenção e obtenção de equipamentos a baixo custo, são preconizados pela TPM. Ela enfatiza, ainda, a atuação de pequenos círculos de trabalhadores.

A compreensão do gerenciamento voltado para as máquinas torna-se vital, pois a confiabilidade, a segurança, a manutenção e características de operação são vitais para a qualidade, a quantidade e o custo (TAKAHASHI; OSADA, 2015).

Kardec e Nascif (2009) alertam para um futuro onde as fábricas serão dotadas de automação, fazendo com que a TPM exija preparo e desenvolvimento de pessoas e organizações para que estejam aptas a conduzi-las.

Para Takahashi e Osada (2015), a inovação tecnológica deve ser introduzida nas operações de produção. Entretanto, alguns pontos devem ser lembrados como:

- 1) Restrição de investimento em equipamentos desnecessários;
- 2) Utilização ao máximo dos equipamentos existentes;
- 3) Melhoria da taxa de equipamento para produção;
- 4) Garantia da qualidade dos produtos através da melhoria dos equipamentos;
- 5) Redução da mão-de-obra de baixo custo, através de melhoria das máquinas;
- 6) Redução dos custos de energia e materiais adquiridos, através de inovações nos equipamentos e melhorias nos métodos de sua utilização.

Biehl e Sellitto (2015) informam que a TPM é uma tecnologia gerencial que pode auxiliar as empresas na redução de ocorrências de falhas e quebras de máquinas. Os autores ainda

apresentam um estudo em que os resultados do programa-piloto foram: aumento em mais de 700% no tempo médio entre falhas, redução de mais de 40% do tempo médio até o reparo, e como consequência um aumento de mais de 5 pontos percentuais na disponibilidade. Ainda tiveram uma redução de 60% no custo de materiais de manutenção, concluindo que a TPM, e em particular o pilar manutenção autônoma, pode aumentar a eficiência da manutenção como fator estratégico, contribuindo também para a competitividade.

Takashi e Osada (2015) consideram a TPM como uma campanha que abrange toda a organização, onde todos participam com a finalidade de se conseguir a máxima utilização dos equipamentos existentes, com uma filosofia orientada para os mesmos. Para os autores, algumas atividades da TPM seriam:

1. Investigação e melhoria de máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios, para que o sejam confiáveis, seguros e de fácil manutenção e com padronização dessas técnicas;
2. Determinação de como fornecer e garantir a qualidade do produto através do uso dessas máquinas, matrizes, dispositivos e acessórios. Isso com o treinamento de todo o pessoal nessas técnicas;
3. Aprendizagem da melhoria da eficiência da operação e maximização de sua durabilidade;
4. Estudar como despertar o interesse dos trabalhadores e educá-los para que cuidem dos equipamentos da fábrica.

Para Gonçalves (2015, p. 40) o objetivo global do TPM é a melhoria da estrutura da organização em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimento, habilidades e atitudes). Para o autor o rendimento operacional global é a meta a ser alcançada e ainda deve abranger todos os departamentos, a saber: manutenção, operação, transportes e outras facilidades, engenharia de projetos, engenharia de planejamento, estoques e armazenagem, compras, finanças e contabilidade.

Takashi e Osada (2015) não fogem desta linha de pensamento ao afirmar que o objetivo das atividades da TPM é uma produção perfeita, com respectiva redução de custos de manutenção. Enfatizam ainda, que a TPM foca seus pontos de gestão em máquinas, matrizes e dispositivos, ressaltando aspectos como:

- Qualidade do produto determinada através de equipamentos adequados;

- Produção e entrega controlada através da adequação de equipamentos;
- Proteção ambiental e segurança garantida através da gestão das máquinas;
- Educação dos trabalhadores, fazendo com que seja despertado seu interesse pelos equipamentos, matrizes e dispositivos que utilizam, havendo a noção de respeito à máquina e familiarização com esta.

Biehl e Sellitto (2015) trazem como resultados não tangíveis de sua pesquisa, um aumento expressivo no nível de comprometimento da equipe de operadores na busca de um estado ideal de zero falha de máquina e zero defeito de produto, surgimento de relação sinérgica positiva entre operadores e técnicos da manutenção na busca de aperfeiçoamento dos processos produtivos e uma primeira experiência de autogestão dos recursos.

Conforme Takahashi e Osada (2015), as atividades de manutenção produtiva (MP) não são apenas uma manutenção preventiva, mas uma MP mais ampla, fundada na aplicabilidade econômica vitalícia de máquinas, matrizes e gabaritos que realizam as atividades mais importantes na produção. Como requisitos e exigências para a implantação da TPM, os autores informam:

1. Criação de equipamentos com o maior rendimento global possível;
2. Definição de uma MP total que considere todo o ciclo de vida da máquina;
3. Motivação na organização mantida através de trabalhos de pequenos grupos independentes;
4. Abordagem do planejamento, a utilização e a manutenção das máquinas;
5. Ampla participação de toda a empresa, dos altos executivos aos operários do chão de fábrica.

Para os autores acima essas exigências devem-se à importância dos procedimentos seguintes:

1. Fazer o investimento na fábrica e nas máquinas o mais eficaz possível em termos de custos;
2. Promoção dos engenheiros com habilidade para inovação nas linhas de montagem e processos baseados em equipamento e também para aprimoramento da eficiência do ciclo de vida destes e de sua aplicabilidade econômica;

3. Desenvolvimento de uma grande base de trabalhadores capazes de entender e lidar com os procedimentos básicos de manutenção de fábrica e com as operações de fabricação.

Suzuki (1994) comenta que há três principais razões da rápida difusão do TPM na indústria japonesa e cada vez mais em todo o mundo: garantia de grandes resultados, transformação visível do ambiente de trabalho e elevação do nível de conhecimento e capacitação dos operadores e equipe de manutenção.

Takahashi e Osada (2015) informam que a manutenção produtiva trata especificamente das seguintes questões:

1. Qual o tipo de planejamento de equipamentos e máquinas necessário para obtenção do volume de produção desejado?
2. Existe um equilíbrio adequado entre o número de máquinas que se pretende utilizar e suas capacidades?
3. As características do projeto de máquinas, ferramentas e outros equipamentos podem atender aos requisitos de qualidade dos produtos a serem manufaturados?
4. Qual a relação entre o desgaste das máquinas e os índices de refugos de produtos, já que o rendimento das máquinas cai com a continuidade da produção?
5. Qual a relação entre as perdas e as máquinas? Até que ponto as perdas provocadas por paralisações e a redução do rendimento são causadas por avarias inesperadas? E qual é a relação entre as exigências de requisitos de energia elétrica ou outros combustíveis da unidade e as avarias da máquina?
6. Como se podem reduzir os custos de manutenção das máquinas, ou seja, os custos com inspeção, lubrificação e reparo?
7. Como as avarias nas máquinas afetam o tempo de entrega e o volume de pedidos liberados para a fábrica dentro de um determinado cronograma de produção?
8. Que relações existem entre a deterioração das máquinas e os aspectos de segurança e controle da poluição?
9. O que deve ser levado em conta na relação entre a opinião dos operários e a automação, já que as tarefas manuais da produção ficam cada vez mais automatizadas?
10. Existe interesse em relação às máquinas e uma noção de respeito por sua manutenção?

11. Os grupos de controle da qualidade estão promovendo atitudes voltadas à operação e manutenção das máquinas e sugerindo melhorias nas máquinas e em outros componentes auxiliares, tais como matrizes e dispositivos?

Em seu estudo, que aborda a implantação da TPM em uma cooperativa agroindustrial, Rosa (2014) informa que foi possível obter várias melhorias no setor, como: empregados com maior capacitação devido ao treinamento, maior interação entre estes e a manutenção, resolução de problemas com maior rapidez, melhor conservação de equipamentos e diminuição da rotatividade de pessoal.

### **3.10.2. Implementação da Manutenção Produtiva Total**

Gonçalves (2015, p.40) ensina que se faz necessário, para implementação da TPM, 12 etapas, incluindo a fase preparatória e pilares:

- 1) Declaração da diretoria comunicando a todos os funcionários sobre a implantação do programa. Isso de modo claro para que todos compreendam os objetivos e resultados esperados pela direção, levando os funcionários a uma postura de alerta em relação à introdução do sistema;
- 2) Educação introdutória e campanha do sistema TPM. Tal ação possibilitará a compreensão de todos sobre o que vem a ser o sistema TPM, isso através do uso de uma linguagem comum, focada nos propósitos da cultura TPM;
- 3) Estabelecimento da estrutura da promoção do TPM e um modelo piloto. Cabendo a organização do matricial pela organização horizontal (comitê de promoção TPM ou equipe de projeto) e pela organização vertical, que combinem com a organização regular da empresa;
- 4) Estabelecimento da política e metas básicas voltadas ao TPM. Para isso, cabe a alta administração dos departamentos elaborar e apresentar ao presidente da organização uma proposta do sistema e os efeitos pela TPM, objetivando que o presidente venha a se convencer das vantagens, passando a ser um dos defensores do programa. Isso porque o comunicado da implantação deve sempre ser feito pela direção superior, não cabendo aos funcionários subordinados essa tarefa;
- 5) Criação de um plano piloto para implantação do TPM. Construir um plano que cubra todo o processo TPM, iniciando pelo estágio introdutório até a avaliação para concessão do conceito de excelência;

- 6) Início do sistema TPM. Através de um aviso é informado a todos os funcionários a data em que se iniciará o programa, que objetiva eliminar os oito tipos principais de perdas em equipamentos;
- 7) Estabelecimento de sistemas para aperfeiçoamento da eficiência produtiva;
  - 7.1) Melhoria individual. Inicia-se com a criação de uma equipe de projetos constituída por engenheiros de produção, pessoal de manutenção, gerentes de linha e pequenos grupos integrantes de círculos de produção, para selecionar o equipamento piloto para início da aplicação do TPM;
  - 7.2) Estabelecimento da Manutenção autônoma;
  - 7.3) Fazer com que todos os funcionários entendam a Manutenção Autônoma, desde a direção até os operários de linha, desde o conceito até a execução.
  - 7.4) Manutenção planejada. Educação e treinamento, com objetivo de elevar os níveis de operação e manutenção;
- 8) Sistema de controle inicial para novos equipamentos;
- 9) Estabelecimento do sistema *Hinshitsu-Hozen* (manutenção da qualidade);
- 10) Obtenção de eficiência operacional nos departamentos administrativos;
- 11) Estabelecimento de condições de segurança, higiene e ambiente de trabalho;
- 12) Aplicação plena do TPM e elevação dos respectivos níveis.

Da Costa *et al* (2015) relatam em seu estudo sobre a implantação da TPM no segmento industrial de embalagens de latas de alumínio para bebidas. Os autores relatam os obstáculos encontrados no dia a dia para a correta utilização desta ferramenta no ramo. Eles concluíram que a TPM não pôde ser totalmente implantada nesse segmento, e entre os fatores que contribuem para isto, estão os de ordem técnica e cultural.

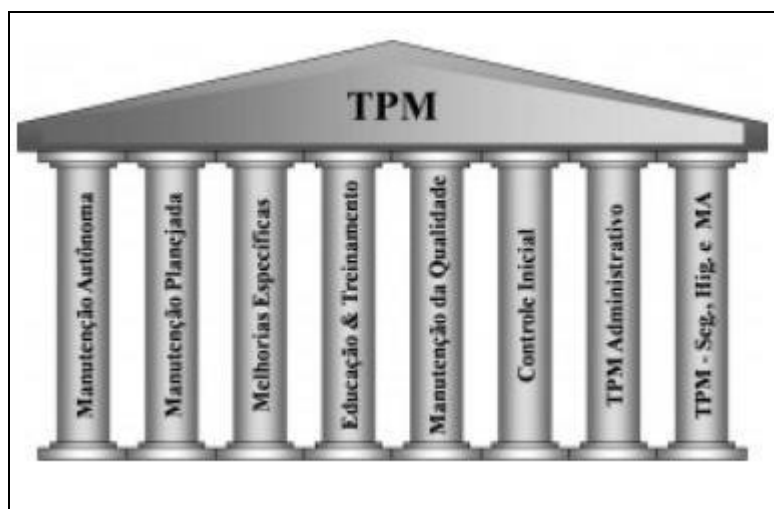
### **3.10.3. Os oito pilares da manutenção Produtiva Total**

Conforme Nakajima (1989) a implantação do programa TPM, depende da cultura da empresa e da nova cultura a ser implantada para viabilização do programa. Para o autor, esses fatores influenciam na adequação dos pilares, visando diminuir perdas na produção.

Segundo Gonçalves (2015, p.42-45) o programa TPM é composto de oito pilares de sustentação. A figura 5 traz a representação destes pilares.



**Figura 5** - Os oito pilares da manutenção produtiva total



Fonte: Extraído de Freitas (2009)

### 3.10.3.1. 1º pilar: Manutenção autônoma (*Jishu Hozen*)

Para Xenos (1998, p. 240) podemos conceituar a manutenção autônoma como:

Uma estratégia simples e prática para envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção diária, tais como a inspeção, limpeza e lubrificação. O objetivo fundamental da manutenção autônoma é evitar, no dia-a-dia da produção, a deterioração dos equipamentos, detectando e tratando suas anomalias num estágio inicial, antes que estas se desenvolvam e resultem em falhas.

De acordo com Suzuki (1994), a atividade de Manutenção Autônoma é uma das características primordiais da TPM. O autor ainda acrescenta que os operadores, atuando na manutenção de rotina e em atividades de melhoria, ajudam a evitar a rápida degradação, ajudam no controle da contaminação, contribuindo para melhor manutenção do equipamento.

Conforme Nakajima (1989), essa etapa precisa ser iniciada com a TPM, passando o operador a assumir a responsabilidade sobre o equipamento com o qual trabalha da seguinte forma: “Da minha máquina cuido eu”. Tem-se, assim, uma característica diferente à função formal: “A Produção produz e a Manutenção conserta”.

Gonçalves (2015) continua na linha de raciocínio ao afirmar que a melhoria da eficiência dos equipamentos é o objetivo deste pilar, com a execução de pequenos reparos e inspeções sendo

desenvolvidas nos operadores. É mantido o processo de acordo com padrões estabelecidos, antecipando-se aos problemas, com cada operador cuidando de seu equipamento.

Para Xenos (1998) a prática do 5S consiste em uma base fundamental para uma bem-sucedida implantação da manutenção autônoma. São necessárias sete etapas para implantar a manutenção autônoma. Conforme este autor, as etapas para implantar a manutenção autônoma são:

- Etapa 0 – Implantação do programa 5S;
- Etapa 1 - Fazer a limpeza inicial;
- Etapa 2 – Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas;
- Etapa 3 – Padronizar as atividades de MA;
- Etapa 4 – Desenvolver habilidades de inspeção geral dos equipamentos;
- Etapa 5 – Promover a inspeção dos equipamentos;
- Etapa 6 – Organizar e gerenciar o local de trabalho;
- Etapa 7 – Consolidar a implantação da M.A.

Observa-se que a MA é organizada em etapas, sendo iniciada pela limpeza. Em algumas indústrias ou organizações, isso já pode acontecer, porém trata-se de uma imposição, e não de uma cultura. Com isso, o resultado pode ser a quebras, consequência das: folgas, vibrações, atritos, sujeiras e corrosões. Por isso, Nakajima (1989) ensina que a implantação da M.A. não deve ser feita num “relance de olhos”, devendo preparar o operador da máquina, habilitando-o e capacitando-o para atuação nessas funções adicionais.

### **3.10.3.2. 2º pilar: Manutenção planejada**

De acordo com Suzuki (1994), a manutenção planejada consiste em três tipos de manutenção: pós-quebra, preventiva e preditiva. O objetivo de se realizar a manutenção preventiva e preditiva é dirimir as quebras. Porém, mesmo se realizando essas manutenções, quebras inesperadas podem acontecer, revelando erros na frequência e conteúdo dos planos de manutenção, apontando que estão sendo usadas medidas ineficazes de prevenção de quebras.

Para o autor acima, as atividades de manutenção planejada na TPM apontam para a importância de se controlar o tempo médio entre falhas (MTBF) e de se usar tal análise para especificar os intervalos das intervenções. O mesmo informa que as etapas de implantação do pilar manutenção planejada consistem em seis etapas:

- 1°. Avaliar o equipamento e compreender a situação inicial;
- 2°. Restaurar a deterioração e corrigir debilidades;
- 3°. Criar um sistema de gestão de informações;
- 4°. Criar um sistema de manutenção periódica;
- 5°. Criar um sistema de manutenção preditiva;
- 6°. Avaliar o sistema de manutenção planejada.

Consoli *et al* (2015) informam que quando o setor de engenharia industrial não está preparado e estruturado para executar a manutenção na empresa de forma planejada e eficaz, podem ser gerados problemas como:

- Alta taxa de retrabalho;
- Falta de pessoal qualificado;
- Convivência pacífica com problemas crônicos;
- Falta de peças de reposição e compras sempre urgentes;
- Número elevado de serviços não previstos;
- Baixa produtividade (taxa de utilização de mão-de-obra);
- Histórico de manutenção inexistente ou não confiável;
- Atendimentos solicitados verbalmente, sem controle da ordem de serviço;
- Abuso de improvisos;
- Horas extras em excesso;
- Falta de planejamento prévio de manutenção;
- Taxa de manutenção corretiva não planejada muito alta;
- Moral da equipe muito baixa;
- Prazos não sendo cumpridos;
- Constante reclamação do gerente por falta de pessoal;
- Baixa disponibilidade;
- Tempo médio de bom funcionamento baixo e tempo médio para reparos alto;

- Constantes perdas de produção por parada dos equipamentos.

Monchy (1989, p.39-40) alerta para a implantação de uma política preventiva, que implica no desenvolvimento de um serviço “método-manutenção” de forma eficaz. Para o autor é óbvio que não é possível fazer preventivas sem um serviço “método” que elevará, em curto prazo, os custos diretos de manutenção, porém contribuirá com:

- A gerência da documentação técnica, dos dossiês das máquinas, dos históricos;
- As análises técnicas do comportamento do material;
- A preparação das intervenções preventivas;
- O acerto com a produção.

### **3.10.3.3. 3º pilar: Melhorias específicas (*Kobetsu-Kaizen*)**

Segundo De Menezes, Santos e Chaves (2015), o pilar de melhoria específica é responsável pelo gerenciamento das informações de funcionamento dos equipamentos. Sua finalidade é o desenvolvimento da melhoria contínua no processo de manutenção dos equipamentos.

Suzuki (1994) informa que engenheiros de produção, pessoal de manutenção e operadores, compõem a equipe de profissionais que desempenham as melhorias específicas do projeto multifuncional. Tais atividades objetivam diminuir as perdas, e para isso, a equipe atua analisando e documentando as perdas principais para estudarem e identificarem uma forma de garantir as condições ideais que evitarão perdas no processo. Ela estuda cuidadosamente, de modo, a identificar as condições ideais do processo e garantir que o mesmo satisfaça as condições e não gere perdas. Para isso, a equipe de melhoria faz uso do método de análise de causas.

Para *Consoli et al* (2015) o pilar melhorias específicas deve seguir alguns pressupostos:

- A quantidade a ser produzida deve ser determinada unicamente pelo número de pedidos;
- Se os processos de mais baixa capacidade podem produzir a quantidade requerida, a operação de processo de maior capacidade é mantida no mesmo nível do processo de baixa capacidade, através da diminuição da velocidade de processamento ou via operação intermitente;
- Se a capacidade de processamento mais baixa (Gargalo), é insuficiente para produzir a quantidade necessária, ela deve ser melhorada.

#### **3.10.3.4. 4º pilar: Educação e Treinamento**

A JIPM (*Japan Institute Productive Management*) informa que a finalidade deste pilar é desenvolver o conhecimento e as habilidades dos funcionários, suportando os outros pilares no desenvolvimento das atividades do TPM.

Suzuki (1994) ensina que nesse pilar a formação do funcionário precisa ser condizente com a necessidade individual. Cada pessoa deve ser avaliada no tocante a assimilação dos conhecimentos, competência requerida para a função, bem com suas dificuldades. Com isso, é programado a sua capacitação de forma eficaz.

De Menezes, Santos e Chaves (2015), não fogem desta ideia, ao afirmarem que este pilar é o responsável por controlar o conhecimento dos operadores, equipe de manutenção e pessoas com funções de líder na manutenção.

Para Suzuki (1994), é importante que supervisores e trabalhadores, a cada ano, analisem os resultados dessa avaliação para que se possa estabelecer objetivos e planos para a fase seguinte. Ao se decidir pelo nível do profissional que se deseja ter em determinado prazo, deve-se estabelecer planos para a formação, que pode ser no local de trabalho e/ou fora deste, como, por exemplo, a participação em seminários. É preciso se pensar e traçar sólidos programas de treinamento com vista a alcançar os objetivos.

Consoli *et al* (2015) abordam o treinamento como um meio de atingir o objetivo. Eles concordam com o exposto pelos autores anteriores, quando explicam que junto com o treinamento há a necessidade de acompanhamento das habilidades adquiridas, sendo sempre supervisionadas pela chefia imediata do funcionário. Ainda lembram que o ser humano gosta de ser elogiado e entende críticas construtivas que aprimoram seus conhecimentos.

#### **3.10.3.5. 5º pilar: Manutenção da Qualidade (*Hinshitsu Hozen*)**

Conforme Suzuki (1994), a manutenção da qualidade consiste em um método a ser utilizado quando se tem o objetivo de se fabricar com qualidade logo na primeira vez, bem como evitar defeitos causados pelos equipamentos.

De Menezes, Santos e Chaves (2015) informam que é através do eficiente reparo das máquinas de produção, que o TPM alcança a meta de “zero defeito” de produtos. Sendo assim, o departamento responsável por controlar a qualidade e a gestão do sistema da qualidade, deve atuar em conjunto com a gestão da manutenção, para o alcance dos objetivos iguais.

Suzuki (1994) esclarece que nesse tipo de manutenção, monitoram-se as condições dos componentes do equipamento, e se tem um controle sobre a variabilidade das características de qualidade de um produto. Essas características são, segundo o autor, influenciadas, principalmente, pelos quatro “inputs” de produção: equipamentos, materiais, ações das pessoas (no tocante a habilidades) e métodos.

Sendo assim, os autores acima corroboram com o que apregoa a JIPM (*Japan Institute Productive Management*), pois este instituto informa que este pilar visa garantir zero defeito de qualidade, mantendo materiais, equipamentos, métodos e pessoas em condições ideais.

Consoli *et al* (2015) em seu trabalho, que aborda a manutenção como meio de preservação ambiental nas empresas, informam que neste pilar é necessário seguir sete etapas, sendo:

- Levantamento da situação atual da qualidade;
- Restauração da deterioração;
- Análise das causas;
- Eliminação das causas;
- Estabelecimento das situações livres de defeitos;
- Controle das situações livres de defeito;
- Melhorias das condições livres de defeitos.

Para Suzuki (1994), a primeira atitude para uma manutenção de qualidade é a classificação das relações entre os quatro fatores e as peculiaridades de um produto com qualidade. É primordial a identificação dos componentes que podem afetar as características de qualidade do produto. Tais componentes são denominados “componentes de qualidade”. Após isso, identificam-se as condições que esses componentes precisam estar para se manterem as características de qualidade do produto.

#### **3.10.3.6. 6º pilar: Controle Inicial**

Para Suzuki (1994), nesse pilar ocorre o controle inicial tratado, incluindo o controle inicial de equipamentos e de produtos. O objetivo dessas atividades é de se chegar a produtos de fácil fabricação e a equipamentos de fácil operação, aliando rapidez a economicidade.

De Menezes, Santos e Chaves (2015) alertam que a execução da manutenção dos equipamentos pode ter deficiência por falta de informações referentes ao histórico de

funcionamento. Para eles, é imprescindível uma gestão única de manutenção de equipamentos novos.

Consoli *et al* (2015) continuam na mesma abordagem, ao informarem que a ideia básica é conceber equipamentos capazes de garantir as características de confiabilidade, qualidade, segurança, como também a economia de recursos. Os autores, ainda informam que, além do desenvolvimento de novos equipamentos e instalações, este conceito deve ser aplicado no desenvolvimento de novos produtos.

De acordo com Suzuki (1994) um projeto envolve todas as atividades pensadas para um equipamento, incluindo sua instalação e teste. Todo projeto tem início com desenho do processo, o projeto básico da planta e os planos e especificações detalhados que incluem o orçamento, a fabricação, a construção e o teste de funcionamento.

O autor acima informa que a equipe de projeto traça no planejamento os níveis técnicos de equipamentos e planta, isso com os níveis de disponibilidade (confiabilidade, manutenibilidade etc). Com isso, faz os orçamentos e programas para se chegar aos objetivos. Após isso as equipes instalam as máquinas, fazem operações de teste e dão início à fase de partida, que é uma atividade alinhada com vistas a se alcançar as condições de produção estável de produtos com qualidade e zero defeitos. Isso é a denominada partida vertical que, na TPM, consiste em procedimentos eficientes para o alcance de uma produção em grande escala e estável.

#### **3.10.3.7. 7º pilar: TPM Administrativo**

Segundo Consoli *et al* (2015) este pilar consiste em processar informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade, a fim de aperfeiçoar processos administrativos e reduzir perdas administrativas.

Suzuki (1994) aponta para importância do apoio dos departamentos administrativos, sendo este suporte da produção. Isso porque as informações passadas por esse departamento têm uma grande influência sobre as atividades de produção. Por isso, a equipe administrativa e de apoio que participam da TPM também devem procurar melhorar suas próprias funções e atividades, aprimorando sua cultura de organização. O autor coloca que um programa TPM nessas áreas deve criar uma “fábrica de informações” e trabalhar com a análise de processos para organizar o fluxo de informações. Os departamentos administrativos e de apoio também devem ser considerados como parte da planta de processo, tendo com função principal receber, processar e disseminar informações.

### **3.10.3.8. 8º pilar: Segurança, Saúde e Meio Ambiente**

A gestão ambiental para Andrade (2000 apud Seiffert, 2011, p.7) é concebida como um processo adaptável e contínuo, sendo possível, através deste, as organizações definirem, bem como redefinem, seus objetivos e metas no que tange à:

- Proteção do ambiente, à saúde de seus empregados, clientes e comunidade;
- Selecionar estratégias e meios para atingir os objetivos anteriores num tempo determinado através de constante avaliação de sua interação com o meio ambiente externo.

De acordo com Suzuki (1994), a segurança deve ser colocada como parte integrante das atividades de TPM, devendo ser realizada sistematicamente passo a passo. Para se possuir uma segurança eficaz, faz-se necessário um estudo de operacionalidade combinado com o treinamento para prevenir acidentes e as análises de falhas.

Para Menezes, Santos e Chaves (2015) este pilar é uma frente de gestão que tem como objetivo o nível zero de acidentes, tanto de trabalho quanto ambientais. Para isso, é necessário manter o ambiente de trabalho limpo, seguro e em boas condições.

### **3.11. Licitações Públicas e Pregão eletrônico**

A lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e institui normas para licitações e contratos da Administração Pública. O seu artigo 2º preconiza que as obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da Administração Pública, quando contratadas com terceiros, serão necessariamente precedidas por licitação, ressalvadas as hipóteses previstas na lei.

Esta lei ainda informa que a licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo, e dos que são correlatos.

Analisando este trecho da lei, verifica-se que há o princípio da seleção mais vantajosa para a administração, ou seja, há o interesse da Administração Pública em comprar ou contratar pelo menor preço, desonerando-se assim os cofres públicos.



No artigo 6º inciso II da lei 8.666/93, define serviço como:

“Toda atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração, tais como: demolição, conserto, instalação, montagem, operação, conservação, reparação, adaptação, manutenção, transporte, locação de bens, publicidade, seguro ou trabalhos técnico-profissionais.”

A mesma lei define, ainda compra, como: “toda aquisição remunerada de bens para fornecimento de uma só vez ou parceladamente”. Geralmente o PMT licita serviços de manutenção e compras de peças e suprimentos.

Par ser realizada uma compra, deve ser caracterizado seu objeto e indicado os recursos orçamentários para seu pagamento, sob a pena de nulidade do ato e responsabilidade de quem lhe tiver dado causa, segundo preconiza o artigo 14 da lei 8.666/93. Ou seja, o objeto que será comprado deve ter todas as características descritas com detalhamento e informado no termo de referência os motivos da necessidade da sua compra.

O artigo 15 da lei 8.666/93 informa que as compras, sempre que possível, deverão:

- I. Atender ao princípio da padronização, que imponha compatibilidade de especificações técnicas e de desempenho, observadas, quando for o caso, as condições de manutenção, assistência técnica e garantias oferecidas;
- II. Ser processada através de registro de preços;
- III. Submeter-se às condições de aquisição e pagamentos semelhantes às do setor privado;
- IV. Ser subdivididas em tantas parcelas quantas necessárias para aproveitar as peculiaridades do mercado, visando à economicidade;
- V. Balizar-se pelos preços praticados no âmbito dos órgãos e entidades da Administração Pública.

A lei de licitações ainda traz em seu artigo 15 os seguintes parágrafos:

- 1º. O registro de preços será precedido de ampla pesquisa de mercado;
- 2º. Os preços registrados serão publicados trimestralmente para orientação da Administração na imprensa oficial;
- 3º. O sistema de registro de preços será regulamentado por decreto, atendidas as peculiaridades regionais, observadas as seguintes condições:
  - I. Seleção feita mediante concorrência;

- II. Estipulação prévia do sistema de controle e atualização dos preços registrados;
- III. Validade do registro não superior a um ano.

Continuando no artigo 15, o parágrafo 7<sup>a</sup> traz observações importantes sobre as compras no serviço público:

- I. A especificação completa do bem a ser adquirido sem indicação de marca;
- II. A definição das unidades e das quantidades a serem adquiridas em função do consumo e utilização prováveis, cuja estimativa será obtida, sempre que possível, mediante de adequadas técnicas quantitativas de estimação;
- III. As condições de guarda e armazenamento que não permitam a deterioração do material.

Verifica-se através de todos estes artigos da lei de licitações, que há uma preocupação da Administração pública em comprar apenas o necessário para fornecer serviços de qualidade para a sociedade e pelo menor preço possível. A finalidade deste trabalho é justamente criar condições de manutenção capazes de diminuir estas necessidades de compras, permitindo o remanejamento da verba orçamentária para outras necessidades não atendidas ou para a melhoria na frota e do PMT.

O artigo 16 da lei de licitações aborda que será dada publicidade, mensalmente, em órgão de divulgação oficial ou em quadro de avisos de amplo acesso público, a relação de todas as compras feitas pela Administração Direta ou Indireta, de maneira a clarificar a identificação do bem comprado, seu preço unitário, a quantidade adquirida, o nome do vendedor e o valor total da operação, podendo ser aglutinada por itens as compras feitas com dispensa e inexigibilidade de licitação.

Por este artigo, verifica-se que todos os gastos da frota de viaturas estudada, tiveram seus gastos divulgados para que qualquer cidadão possa ter acesso a eles. Devido a isto, este trabalho utilizou o Portal da Transparência dos gastos públicos federais. Como preconiza a lei, neste portal estão todos os gastos do 54º BIS referentes à sua frota de viaturas, com identificação dos bens e serviços contratados, preços unitários e totais, a quantidade adquirida de peças, suprimentos ou serviços e o nome dos vendedores.

O artigo 24, incisos I e II da lei de licitações e contratos (Lei 8.666/93), estabelece que a dispensa de licitação, tem seu limite atrelado a 10% do valor da licitação na modalidade convite. Sendo assim, os valores máximos para dispensa de licitação, são de R\$ 8.000 reais

para compras e R\$ 15.000 reais para obras. Esse tipo de compra se caracteriza pela excepcionalidade e baixo valor.

A lei 10.529, de 17 de julho de 2002, trata da modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Esta lei informa que são considerados bens e serviços comuns aqueles cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais no mercado.

Na fase preparatória do pregão, a lei 10.529/2002 aborda a necessidade da autoridade competente (no caso o comandante do Batalhão) justificar a necessidade da contratação e definição do objeto do certame, as exigências de habilitação, os critérios de aceitação das propostas, as sanções por inadimplemento e as cláusulas do contrato, inclusive com fixação dos prazos para fornecimento.

Segundo a lei 10.529/2002, a definição do objeto deverá ser precisa, suficiente e clara, vedadas especificações que, por excessivas, irrelevantes ou desnecessárias, limitem a competição.

Na modalidade pregão vence o licitante que ofertar o menor lance, podendo ser também na forma eletrônica. Através de sistema eletrônico ou presencial, o pregoeiro abre o pregão e cada licitante oferta seus lances até um determinado tempo ou valor que não seja inexequível. Terminado a fase de lances, segue-se a fase de aceite do objeto ofertado, habilitação (conferência da documentação habilitatória), adjudicação e assinatura do contrato.

Verifica-se novamente, um interesse da Administração pública em proporcionar igualdade de competição entre os licitantes, ao mesmo tempo em que objetiva pagar o menor preço. Portanto esse objetivo da Administração vem ao encontro da proposta deste estudo, que é cumprir o princípio da eficiência, racionalizando os gastos públicos, com vistas a oferecer um serviço com preço justo e qualidade ao contribuinte.

#### **4. PESQUISA NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA**

Foi realizada uma pesquisa de dados no portal de transparência, que tem como fonte o SIAFI (Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal). Com isso foram analisadas as compras acima de R\$ 8.000,00, realizadas através de pregão eletrônico, e as dispensas de licitação que são para compras abaixo de R\$ 8.000,00. Foram selecionadas apenas as despesas concernentes ao Pelotão de Manutenção como: peças, lubrificantes, combustíveis, pneus, serviços entre outros no período de 2010 a 2015.

##### **4.1. Codificação no Portal da Transparência**

A categoria de despesas escolhidos foram Despesas Correntes (código - 3) e Despesas de Capital (código - 4). Abaixo a codificação segundo o Portal da Transparência:

##### 3. Categoria de despesa: Despesas Correntes

###### 3.3. Grupo de Despesas: Outras Despesas Correntes

###### 3.3.30. Elemento da Despesa: Material de Consumo

###### 3.3.30.39. Material para Manutenção de Veículos

###### 3.3.30.28. Material de Proteção e Segurança

###### 3.3.30.25. Material para Manutenção de Bens Móveis

###### 3.3.39 Elemento da Despesa: Outros Serviços de Terceiros: Pessoa Jurídica

##### 4. Categoria de Despesas: Despesas de Capital

###### 4.4. Grupo de Despesas: Investimentos

###### 4.4.52. Material Permanente

Com estes dados foi possível estudar os principais problemas que ocorreram através das principais peças, suprimentos e serviços contratados em cada ano. Com o estudo da frequência e tipo dessas compras, foi possível analisar se houve investimentos em manutenção preventiva, eficiência no consumo de pneus e combustíveis e detalhamento dos tipos de manutenções e falhas mais comuns no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015.

## **4.2. Subitem de despesa 39 – Material para Manutenção de Veículos**

Para o levantamento de dados no Portal da transparência relativo à compra de peças e conjuntos de peças foi necessário acessar a seguinte ordem no Portal da Transparência:

3. Categoria de despesa: Despesas Correntes

3.3. Grupo de Despesas: Outras Despesas Correntes

3.3.30. Elemento da Despesa: Material de Consumo

3.3.30.39. Material para Manutenção de Veículos

Para pesquisar os gastos em cada ano relativo a este gasto no Portal da Transparência foi necessário seguir alguns passos:

1º Passo: Acesso ao link <http://www.portaltransparencia.gov.br/>

2º Passo: Ir na aba despesas/Gastos diretos do governo e clica em “por tipo de despesa” e seleciona o ano da pesquisa.

3º Passo: A partir daí, ir na página 4 e procura por Grupo de Despesa intitulado “Outras Despesas Correntes” e clicar no elemento de despesa 30 – Material de consumo.

4º Passo: Selecionar o Ministério da Defesa e em seguida o Comando do Exército

5º Passo: Procurar na ordem numérica o número do batalhão e clica no 54º Batalhão de Infantaria de Selva

6º Passo: A partir daí irão aparecer todas as empresas contratadas pela O.M. para material de consumo, sendo selecionadas apenas aquelas que forneceram materiais relativos a peças de viaturas no elemento de despesa 30 (material de consumo) e subitem de despesa 39 (material para manutenção de veículos).

Em seguida foram montadas as tabelas, com os gastos relativos a cada ano na categoria de despesas 3 (despesas correntes), grupo de despesas 3 (outras despesas correntes), elemento de despesa 30 (material de consumo) e subitem 39 (material para manutenção de veículos).

Para o ano de 2010 foram coletadas 45 aquisições de peças para manutenção de veículos (subitem de despesa 39) ficando os gastos para este subitem em R\$ 28.845,41, conforme o ANEXO A.

Já no ano de 2011 foram coletadas 189 aquisições de materiais para manutenção de veículos (subitem de despesa 39), ficando os gastos para este subitem em R\$ 76.701,90, conforme os ANEXOS B, C e D.

Em 2012 foram coletadas 80 compras de materiais para manutenção de veículos (subitem de despesa 39) que tiveram suas características descritas no Portal da Transparência e mais 20 itens que não foram descritos, somando-se assim gastos totais em R\$ 25.638,13, conforme ANEXO E.

Em 2013 foram coletadas 40 compras de materiais para manutenção de veículos (subitem de despesa 39) que tiveram suas características descritas no Portal da Transparência e mais 18 itens que não foram descritos, somando-se assim gastos totais em R\$ 15.289,00, conforme ANEXO F.

Em 2014 foram coletadas 121 compras de materiais para manutenção de veículos (subitem de despesa 39) que somaram R\$ 64.311,89, conforme ANEXOS G e H.

E finalizando, no ano 2015 foram coletadas 145 compras de materiais para manutenção de veículos (subitem de despesa 39) que somaram R\$ 77.352,97, conforme ANEXOS I e J.

#### **4.3. Subitem de despesa 39 – Material para Manutenção de Veículos (Suprimentos: Óleos Lubrificantes, Pneus, Câmaras de ar e baterias automotivas)**

Devido às características de consumo, desgaste e troca destes materiais, optou-se por caracterizá-los como suprimentos dentro do subitem de despesa 39. Sendo assim, os diversos óleos lubrificantes, fluídos, pneus, câmaras e baterias, foram enquadrados à parte. Para o ano de 2010 não foi encontrado compras para estes itens. Já os anos seguintes de 2011 a 2015 apresentaram valores somados de R\$ 122.130,38, conforme o ANEXO K.

#### **4.4. Tratamento dos dados**

Os dados coletados foram tratados e analisados de forma qualitativa e quantitativa, a partir do estabelecimento de categorias analíticas, que foram quantificados para tratamento estatístico. Primeiramente todas as informações coletadas sobre as compras de peças efetuadas foram classificadas em sete sistemas automotivos, a saber: carroceria, direção, elétrico, freios, motor, suspensão e transmissão.

Para não aumentar o rol de classificação de sistemas, procurou-se considerar os sistemas de alimentação, arrefecimento, escape e admissão como parte do sistema do motor, devido ao

fato de estar interligado com este. Da mesma forma, as lanternas foram consideradas parte do sistema elétrico e não itens de segurança. Já o cubo de roda foi considerado como parte do sistema de freios, pois sobre ele estão montados estes componentes, sendo que alguns autores o consideram como parte da transmissão.

O objetivo é poder analisar os sistemas, conjuntos ou peças que mais demandaram compras e seus impactos nos gastos do Pelotão de Manutenção e Transporte no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015. Com a análise dessas compras foi possível realizar um estudo das características desses gastos e traçar estratégias no tocante ao planejamento da manutenção a ser realizada no pilar Manutenção Planejada. Sendo assim, será possível buscar alternativas para diminuir a ocorrência dessas falhas e economizar recursos.

Foi apresentada uma tabela de cada ano (que se encontram nos anexos) para visualização das compras de peças, com o tratamento dos dados coletados no Portal da Transparência do Governo Federal e posterior classificação desses gastos nos sistemas citados.

#### 4.4.1. Tratamento dos dados no ano de 2010

Analisando o ANEXO L, foi possível montar a tabela resumida 1, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2010.

Analisando os dados relativos neste ano, verificou-se que ocorreram 168 aquisições de materiais no valor total de R\$ 28.845,41. Foram analisados o quantitativo de peças adquiridas e seu valor total por cada sistema automotivo, conforme a tabela 1, sendo o valor médio por peça de R\$ 171,69.

**Tabela 1-** Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2010

Descrição do sistema	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
Carroceria	3	9600
Direção	4	306
Elétrico	22	958,1
Freios	51	9364,2
Motor	11	875,94
Suspensão	8	249
Transmissão	69	7492,17
<b>Total Geral</b>	<b>168</b>	<b>28845,41</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.4.2. Tratamento dos dados no ano de 2011

Analisando os ANEXOS M e N, foi possível montar a tabela resumida 2, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2011.

Sendo assim, ao ser analisado a frequência de compras para o ano de 2011, que foram de 1140 itens, verificou-se que o ano de 2011 foi o ano em que houve maior número de compras no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015. Também ao ser analisado o valor total das compras que foi na ordem de R\$ 76.701,90, verificou-se que além da frequência, este ano foi o que apresentou o maior valor global de compras entre todos os anos estudados. O valor médio de cada peça foi de R\$ 67,28.

**Tabela 2** - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2011

Descrição do item	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
Carroceria	40	10563,68
Direção	51	13966,87
Elétrico	431	6162,45
Freios	45	10835,81
Motor	171	14444,05
Suspensão	299	6653,6
Transmissão	103	14075,44
<b>Total Geral</b>	<b>1140</b>	<b>76701,9</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.4.3. Tratamento dos dados no ano de 2012

Analisando o ANEXO O, foi possível montar a tabela 3, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2012. Lembrando que o ano de 2012 apresentou um gasto total de peças no valor de R\$ 25.638,13 reais, sendo que desse valor houve um montante de R\$ 3.995,72 que não foram discriminados no Portal da Transparência.

Sendo assim, ao ser analisado a frequência de compras para o ano de 2012, foi levado em consideração apenas o quantitativo identificado, que foram de 314 itens. Porém ao ser analisado o peso que cada sistema ou peça teve no gasto total, foi tomado como base o valor de peças identificadas (R\$ 21.642,41) mais o de peças não identificadas (R\$ 3.995,72), resultando como dito anteriormente, no total de R\$ 25.638,13 reais. Já o valor médio das peças identificadas foi de R\$ 68,92.



**Tabela 3** - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2012

<b>Rótulos de Linha</b> ▼	<b>Soma de Quantidade</b>	<b>Soma de Valor total</b>
Carroceria	18	2672,4
Direção	16	1854,86
Elétrico	132	4046,69
Freios	51	3524,06
Motor	79	5056,67
Transmissão	18	4487,73
<b>Total Geral</b>	<b>314</b>	<b>21642,41</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.4.4. Tratamento dos dados no ano de 2013

Analisando o ANEXO P, foi possível montar a tabela 4, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2013. Lembrando que o ano de 2013 apresentou um gasto total de peças no valor de R\$ 15.289 reais, sendo que desse valor houve um montante de R\$ 4.993,01 que não foram discriminados no Portal da Transparência.

Sendo assim, ao ser analisado a frequência de compras para o ano de 2013, foi levado em consideração apenas o quantitativo identificado, que foram de 70 itens. Porém ao ser analisado o peso que cada sistema ou peça teve no gasto total, foi tomado como base o valor de peças identificadas (R\$ 10.295,99) mais o de peças não identificadas (R\$ 4.993,01), resultando como dito anteriormente, no total de R\$ 15.289 reais. Já o valor médio das peças identificadas compradas foi de R\$ 147,08.

**Tabela 4** - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2013

<b>Rótulos de Linha</b> ▼	<b>Soma de Quantidade</b>	<b>Soma de Valor total</b>
Carroceria	8	747,75
Direção	10	336
Elétrico	4	164,86
Freios	8	1609,59
Motor	24	3080,86
Suspensão	6	2141,2
Transmissão	10	2215,73
<b>Total Geral</b>	<b>70</b>	<b>10295,99</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.4.5. Tratamento dos dados no ano de 2014

Analisando os ANEXOS Q e R, foi possível montar a tabela 5, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2014.

Sendo assim, ao ser analisado a frequência de compras para o ano de 2014, verificou-se que foram de 328 itens. Já o valor total gasto em peças e acessórios no ano estudado ficou em R\$ 64.311,89. O valor médio de cada peça foi de R\$ 196,07.

**Tabela 5** - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2014

Descrição dos itens	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
Carroceria	8	10099,98
Direção	8	2120,6
Elétrico	60	9697,75
Freios	118	15262,09
Motor	48	7557,82
Suspensão	51	5077,75
Transmissão	35	14495,9
<b>Total Geral</b>	<b>328</b>	<b>64311,89</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.4.6. Tratamento dos dados no ano de 2015

Analisando o ANEXO S, foi possível montar a tabela resumida 6, em que é apresentado cada sistema com seu quantitativo de peças compradas (frequência) e o valor gasto de cada um no ano de 2015.

Sendo assim, ao ser analisado a frequência de compras para o ano de 2015, verificou-se que foram de 227 itens. Já o valor total gasto em peças e acessórios no ano estudado ficou em R\$ 77.352,97. O valor médio de cada peça foi de R\$ 340,76.

**Tabela 6** - Número de compras e valores gastos por sistema no ano de 2015

Descrição do item	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
Carroceria	12	1995,97
Direção	2	703,86
Elétrico	38	12420,09
Freios	39	12782,3
Motor	47	8593,57
Suspensão	35	7277
Transmissão	54	33580,18
<b>Total Geral</b>	<b>227</b>	<b>77352,97</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.5. Análise dos dados

Tomando como base os dados coletados, foram montadas diversos quadros e gráficos baseados na análise de Pareto. Com isso pode-se ordenar os sistemas que tiveram maior frequência de compras e impacto financeiro no PMT. Da mesma forma, foram selecionadas e priorizadas também as peças que tiveram maior frequência e impacto no pelotão.

O objetivo é separar e focar a manutenção dos sistemas e peças que apresentaram maiores incidências de compras e impacto no orçamento, diminuindo assim a frequência dessas quebras e desperdício de recursos. A ideia é focar os sistemas e peças que representem em torno de 50% ou mais das ocorrências de compras e gastos, que muitas vezes são causados por menos de 30% dos itens.

Essa análise das compras efetuadas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 representam os principais sistemas e peças passíveis de apresentar problemas, tornando o planejamento da manutenção mais eficaz.

Parte-se do pressuposto que as peças mais compradas e também aquelas que mais impactaram no orçamento, pelo valor global de suas compras, possuem uma tendência de se repetirem nos próximos anos. Daí a necessidade de se conhecer as características dos gastos dos últimos anos, para manter-se um banco de dados, bem como traçar estratégias de manutenção de acordo com o objetivo traçado.

A partir do quadro 3, verifica-se que no período pesquisado de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, foram adquiridas 2.247 unidades de peças, com o valor total de R\$ 279.150,57. O valor médio de cada unidade ficou em R\$ 124,23.

**Quadro 3-** Valor médio, número de compras e gastos totais por sistema, referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54º BIS

Descrição do sistema	Valor gasto	Frequência de compras	Média
Carroceria	R\$ 35.679,78	89	R\$ 400,89
Direção	R\$ 19.288,19	91	R\$ 211,95
Elétrico	R\$ 33.449,94	687	R\$ 48,68
Freios	R\$ 53.378,05	312	R\$ 171,08
Motor	R\$ 39.608,91	380	R\$ 104,23
Suspensão	R\$ 21.398,55	399	R\$ 53,63
Transmissão	R\$ 76.347,15	289	R\$ 264,17
<b>Total</b>	<b>R\$ 279.150,57</b>	<b>2247</b>	<b>R\$ 124,23</b>

Fonte: Portal da Transparência

#### 4.5.1. Cálculo da inflação sobre os valores gastos por sistema automotivo, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos até janeiro de 2016

Realizando uma análise do período estudado (janeiro de 2010 a dezembro de 2015), levando em consideração a taxa de inflação do período, chegamos a outros valores. O índice de inflação utilizado foi o IPCA (Índices de Preços ao Consumidor Amplo), que é utilizado amplamente pelo governo para suas metas. Ele leva em consideração gastos entre 1 a 40 salários mínimos e sua divulgação é mensal, sendo realizado pelo IBGE.

Para o presente trabalho, foram analisados os gastos dos seis anos estudados, sendo que foram calculadas as taxas de inflação até janeiro de 2016 de ambos os períodos. Utilizou-se para o cálculo, uma calculadora de inflação disponível no site do Banco Central do Brasil. O quadro quatro apresenta a taxa de inflação dos anos estudados:

**Quadro 4** - Taxa de inflação referente ao período de janeiro de 2010 a janeiro de 2016

Período	Jan 10 a jan 16	Jan 11 a jan 16	Jan 12 a jan 16	Jan 13 a jan 16	Jan 14 a jan 16	Jan 15 a jan 16
Total de meses	76 meses	61 meses	49 meses	37 meses	25 meses	13 meses
Taxa de inflação	50,79%	42,38%	33,68%	26,31%	19,26%	12,08%

Fonte: Banco Central

Portanto, os gastos nos períodos estudados, tiveram seus valores reajustados de acordo com a taxa de inflação. O quadro cinco informa o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012.

**Quadro 5** - Valores gastos pelo 54º BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2012 reajustados pela inflação até janeiro de 2016

Sistema	2010 (76 meses)		2011 (61 meses)		2012 (49 meses)	
	Gasto	Correção (50,79%)	Gasto	Correção (42,38%)	Gasto	Correção (33,68%)
Carroceria	R\$ 9.600,00	R\$ 14.475,86	R\$ 10.563,68	R\$ 15.040,31	R\$ 2.672,40	R\$ 3.572,56
Direção	R\$ 306,00	R\$ 461,42	R\$ 13.966,87	R\$ 19.885,69	R\$ 1.854,86	R\$ 2.479,64
Elétrico	R\$ 958,10	R\$ 1.444,72	R\$ 6.162,45	R\$ 8.773,95	R\$ 4.046,69	R\$ 5.409,76
Freios	R\$ 9.364,20	R\$ 14.120,30	R\$ 10.835,81	R\$ 15.427,76	R\$ 3.524,06	R\$ 4.711,09
Motor	R\$ 875,94	R\$ 1.320,83	R\$ 14.444,05	R\$ 20.565,09	R\$ 5.056,67	R\$ 6.759,94
Suspensão	R\$ 249,00	R\$ 375,47	R\$ 6.653,69	R\$ 9.473,36	Sem dados	Sem dados
Transmissão	R\$ 7.492,17	R\$ 11.297,46	R\$ 14.075,44	R\$ 20.040,27	R\$ 4.487,73	R\$ 5.999,36
<b>Total</b>	<b>28845,41</b>	<b>43.496,06</b>	<b>76701,99</b>	<b>109.206,43</b>	<b>21642,41</b>	<b>28.932,35</b>

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

O quadro 6 informa os gastos por sistema automotivo no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015. Relembrando que todos os valores reajustados, segundo a inflação do período, foram calculados trazendo estes valores de cada ano para o mês de janeiro de 2016, ou seja, a inflação acumulada no período.

**Quadro 6** - Valores gastos pelo 54º BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015 reajustados pela inflação até janeiro de 2016

Sistema	2013 (37 meses)		2014 (25 meses)		2015 (13 meses)	
	Gasto	Correção (26,31%)	Gasto	Correção (19,26%)	Gasto	Correção (12,08%)
Carroceria	R\$ 747,75	R\$ 944,48	R\$ 10.099,98	R\$ 12.045,23	R\$ 1.995,97	R\$ 2.237,05
Direção	R\$ 336,00	R\$ 424,40	R\$ 2.120,60	R\$ 2.529,03	R\$ 703,86	R\$ 788,88
Elétrico	R\$ 164,86	R\$ 208,23	R\$ 9.697,75	R\$ 11.565,53	R\$ 12.420,09	R\$ 13.920,24
Freios	R\$ 1.609,59	R\$ 2.033,06	R\$ 15.262,09	R\$ 18.201,55	R\$ 12.782,30	R\$ 14.326,20
Motor	R\$ 3.080,86	R\$ 3.891,41	R\$ 7.557,82	R\$ 9.013,45	R\$ 8.593,57	R\$ 9.631,54
Suspensão	R\$ 2.141,20	R\$ 2.704,53	R\$ 5.077,75	R\$ 6.055,72	R\$ 7.277,00	R\$ 8.155,95
Transmissão	R\$ 2.215,73	R\$ 2.798,67	R\$ 14.495,90	R\$ 17.287,79	R\$ 33.580,18	R\$ 37.636,13
<b>Total</b>	<b>10295,99</b>	<b>13004,78</b>	<b>64311,89</b>	<b>76.698,30</b>	<b>77352,97</b>	<b>86.695,99</b>

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

O quadro 7 apresenta os valores gastos por sistema e por ano de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, já corrigidos pela inflação. Na linha horizontal foram somados todos os gastos por ano de cada sistema e chegado ao valor final gasto pelos mesmos. Já na coluna vertical foram calculados os valores gastos por ano, somando-se todos os gastos de cada sistema, também já atualizados pela inflação do período. Ao final verificou-se que houve um gasto total de R\$ 358.033,91 em valores reais, ou seja, valor corrigido pela taxa de inflação até janeiro de 2016.

**Quadro 7** - Valores gastos por ano pelo 54º BIS, por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 atualizados pela inflação até janeiro de 2016

Sistema	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Carroceria	R\$ 14.475,86	R\$ 15.040,31	R\$ 3.572,56	R\$ 944,48	R\$ 12.045,23	R\$ 2.237,05	R\$ 48.315,49
Direção	R\$ 461,42	R\$ 19.885,69	R\$ 2.479,64	R\$ 424,40	R\$ 2.529,03	R\$ 788,88	R\$ 26.569,06
Elétrico	R\$ 1.444,72	R\$ 8.773,95	R\$ 5.409,76	R\$ 208,23	R\$ 11.565,53	R\$ 13.920,24	R\$ 41.322,43
Freios	R\$ 14.120,30	R\$ 15.427,76	R\$ 4.711,09	R\$ 2.033,06	R\$ 18.201,55	R\$ 14.326,20	R\$ 68.819,96
Motor	R\$ 1.320,83	R\$ 20.565,09	R\$ 6.759,94	R\$ 3.891,41	R\$ 9.013,45	R\$ 9.631,54	R\$ 51.182,26
Suspensão	R\$ 375,47	R\$ 9.473,36	Sem dados	R\$ 2.704,53	R\$ 6.055,72	R\$ 8.155,95	R\$ 26.765,03
Transmissão	R\$ 11.297,46	R\$ 20.040,27	R\$ 5.999,36	R\$ 2.798,67	R\$ 17.287,79	R\$ 37.636,13	R\$ 95.059,68
<b>Total</b>	<b>R\$ 43.496,06</b>	<b>R\$ 109.206,43</b>	<b>R\$ 28.932,35</b>	<b>R\$ 13.004,78</b>	<b>R\$ 76.698,30</b>	<b>R\$ 86.695,99</b>	<b>R\$ 358.033,91</b>

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

O quadro 8 apresenta os gastos com peças por sistema automotivo no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, atualizados pela taxa de inflação até janeiro de 2016. A partir daí, esses valores foram divididos pelo número de compras dos 6 anos, gerando assim, um novo gasto-médio por sistema automotivo no período total estudado.

**Quadro 8** - Valor médio gasto pelo 54º BIS, por sistema automotivo, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 atualizado pela inflação até janeiro de 2016

Descrição do sistema	Valor gasto	Frequência de compras	Média
Carroceria	R\$ 48.315,49	89	R\$ 542,87
Direção	R\$ 26.569,06	91	R\$ 291,96
Elétrico	R\$ 41.322,43	687	R\$ 60,14
Freios	R\$ 68.819,96	312	R\$ 220,57
Motor	R\$ 51.182,26	380	R\$ 134,69
Suspensão	R\$ 26.765,03	399	R\$ 67,08
Transmissão	R\$ 95.059,68	289	R\$ 328,92
<b>Total</b>	<b>R\$ 358.033,91</b>	<b>2247</b>	<b>R\$ 159,33</b>

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

#### **4.5.2. Resultado da Pesquisa e geração de priorizações de manutenção dos sistemas automotivos**

Como resultado da pesquisa no Portal da Transparência, foram destacados os sistemas automotivos que apresentaram maiores frequências de compras e valores gastos, sendo geradas diversas priorizações de manutenção desses sistemas, levando em consideração quatro critérios a saber: maior frequência de compras, maior valor gasto, maior preço-médio e maior valor da correlação de frequência de compras X impacto no orçamento do PMT dentro da matriz.

##### **4.5.2.1. Priorização por maior frequência de compras dos sistemas automotivos**

No quadro 9 são apresentados os sistemas automotivos e número de aquisições no período total estudado. Se o objetivo for aumentar a operacionalidade e disponibilidade, com diminuição dos defeitos apresentados na frota, deverá ser utilizada a estratégia de diminuição dos itens que demandam mais compras, pois isto é forte indicativo que estão apresentando mais falhas.

**Quadro 9** - Frequência de compras e porcentagem dos sistemas em relação a quantidade total comprada referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54º BIS

Sistema	Ordem	Quantidade	%Rel	%Acum
Elétrico	1ª	687	30,57%	30,57%
Suspensão	2ª	399	17,76%	48,33%
Motor	3ª	380	16,91%	65,24%
Freios	4ª	312	13,89%	79,13%
Transmissão	5ª	289	12,86%	91,99%
Direção	6ª	91	4,05%	96,04%
Carroceria	7ª	89	3,96%	100,00%
<b>Total</b>		<b>2247</b>		

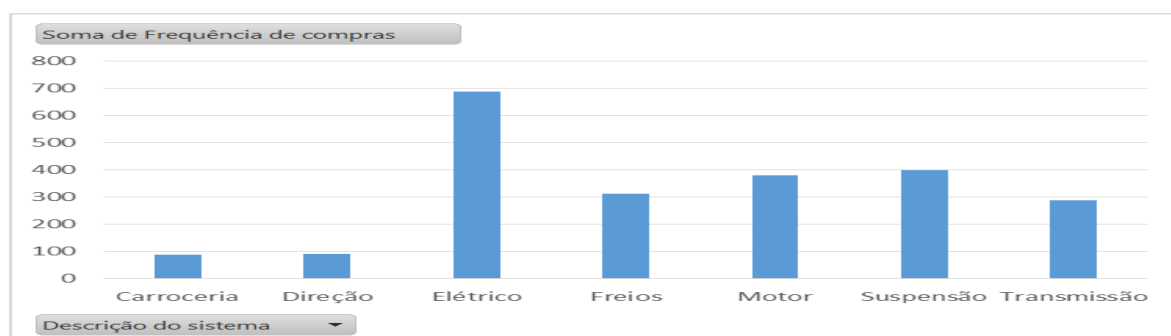
Fonte: Portal da Transparência

Neste caso, o sistema elétrico apesar de não ter o maior impacto nos gastos totais, ficando em quinto lugar (R\$ 33.449,94) e ter a menor média de preço por compra de peça (R\$ 48,68), é o sistema que apresenta mais demanda de peças.

Mesmo que o item seja bastante barato, ele pode impossibilitar uma viatura de funcionar, como é o caso do relé de partida. Portanto caso a Organização Militar tenha como estratégia focar os itens que representam 70% do número de compras, deverá focar principalmente na ordem os sistemas de: elétrico, suspensão, motor e uma pequena fração do sistema de freios.

A figura 6 apresenta o gráfico em barras, onde é representada a participação de cada sistema no período total estudado. O sistema elétrico apresentou uma frequência de compras significativamente superior aos demais sistemas.

**Figura 6**-Distribuição conforme a frequência de compras de cada sistema pelo total gasto referente ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54º BIS



Fonte: Portal da Transparência

#### 4.5.2.2. Priorização da manutenção dos sistemas automotivos baseado no maior valor gasto, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, já cálculo a inflação do período

O quadro 10 apresenta um escalonamento dos sistemas automotivos segundo o critério de maior valor gasto com peças, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, atualizado pela taxa de inflação até janeiro de 2016. Verifica-se neste quadro também, o percentual de cada sistema no valor gasto total no período de 6 anos, que foi de R\$ 358.033,91.

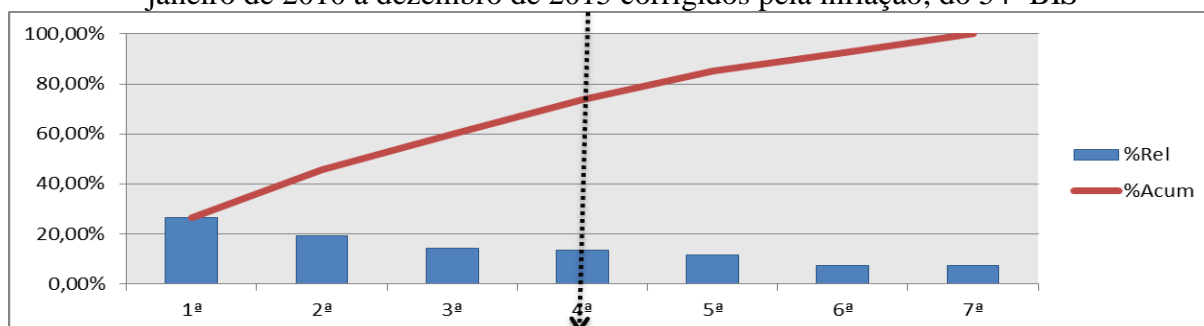
**Quadro 10** - Escalonamento dos sistemas automotivos pelo critério de gastos totais no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 já corrigidos pela inflação e seu percentual, do 54º BIS

Sistema	Ordem	Valor	%Rel	%Acum
Transmissão	1ª	95.059,68	26,55%	26,55%
Freios	2ª	68.819,96	19,22%	45,77%
Motor	3ª	51.182,26	14,30%	60,07%
Carroceria	4ª	48.315,49	13,49%	73,56%
Elétrico	5ª	41.322,43	11,54%	85,10%
Suspensão	6ª	26.765,03	7,48%	92,58%
Direção	7ª	26.569,06	7,42%	100,00%
	<b>Total</b>	<b>358.033,91</b>		

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

A figura 7 representa o gráfico em barras do percentual que cada sistema apresentou no período total estudado de 6 anos. Verifica-se que os sistemas de transmissão, freios, motor e carroceria responderam por praticamente 70% dos gastos totais atualizados pela taxa de inflação corrigida até janeiro de 2016.

**Figura 7**-Gráfico em barras do percentual de cada sistema nos gastos totais no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 corrigidos pela inflação, do 54º BIS



Fonte: Adaptado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central



#### 4.5.2.3. Priorização da manutenção dos sistemas automotivos baseado no maior preço-médio, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, com cálculo da taxa de inflação

O quadro 11 apresenta um escalonamento dos sistemas automotivos, segundo o critério de preço-médio gasto por cada um desses em peças veiculares, já corrigidos pela inflação até janeiro de 2016. Verifica-se que o sistema automotivo que apresentou o maior preço-médio foi o de carroceria.

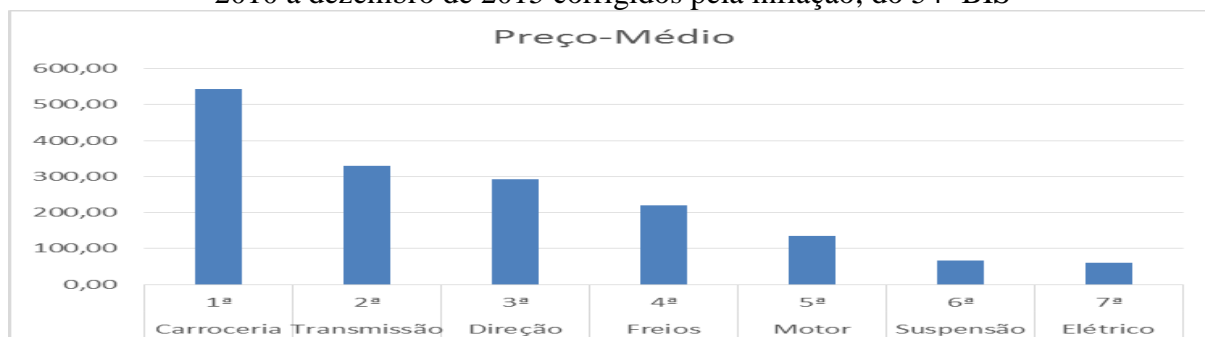
**Quadro 11** - Escalonamento dos sistemas automotivos pelo critério de preço-médio corrigido pela inflação, relativo a gastos no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54º BIS

Sistema	Ordem	Preço-Médio
Carroceria	1ª	542,87
Transmissão	2ª	328,92
Direção	3ª	291,96
Freios	4ª	220,57
Motor	5ª	134,69
Suspensão	6ª	67,08
Elétrico	7ª	60,14

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

A figura 8 apresenta o gráfico em barras, onde representa o preço-médio corrigido pela inflação por cada sistema no período total estudado de 6 anos. Verifica-se que o preço-médio por peça da carroceria ficou muito acima de outros sistemas como o elétrico e suspensão. É um forte indicativo se deve tomar cuidado na conservação de itens com preço-médio elevado.

**Figura 8**-Gráfico em barras do preço-médio gasto por cada sistema no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 corrigidos pela inflação, do 54º BIS



Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

#### 4.5.2.4. Priorização baseado na correlação dos valores de frequência de compras X impacto nos gastos por sistemas automotivos

Outra sugestão de estratégia a ser adotada para priorização das peças dos sistemas que terão a manutenção preventiva é a utilização do quadro de frequência X impacto dos sistemas na compra de peças e orçamento do Pelotão de Manutenção e Transporte. Este critério poderá ser adotado, caso seja desejado atacar o maior quantitativo de problemas possíveis que causam a indisponibilidade da frota e ao mesmo tempo economizar recursos financeiros.

Como visto anteriormente, pode ser priorizada a manutenção de peças que tiveram as maiores incidências de compras no período estudado, como também daquelas que mais impactaram no orçamento do Pelotão. A outra opção dada fica por conta do preço médio gasto por cada sistema, que foi obtido dividindo-se o valor gasto pelo quantitativo de peças adquiridas.

Primeiramente é montado um quadro de pontuação do impacto que cada sistema teve nos gastos gerais do período estudado, conforme o quadro 12.

**Quadro 12** - Pontuação do impacto das compras de peças no orçamento por sistema, do 54º BIS

<b>Pontuação do impacto das compras de peças no orçamento por sistema</b>		
<b>Valor gasto em peças</b>	<b>Impacto</b>	<b>Valor na matriz</b>
De 0 a R\$ 15.270,00	Desprezível	0,05
De R\$ 15.271,00 a R\$ 30.540,00	Baixo	0,1
De R\$ 30.541,00 a R\$ 45.811,00	Moderado	0,2
De R\$ 45.812,00 a R\$ 61.081,00	Alto	0,4
Acima de R\$ 61.081,00	Muito Alto	0,8

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Guia PMBOK

Foi utilizado o maior valor gasto de todos os sistemas e divididos em cinco frações. Cada fração, por sua vez, foi classificada em desprezível, baixo, moderado, alto e muito alto. A cada tipo de impacto no orçamento do PMT foi dado uma pontuação para ser utilizada na matriz de correlação.

Por sua vez, também foi utilizado o maior número de frequência de compras de peças e dividido em cinco frações. Sendo que cada fração teve sua frequência de compras, classificadas em desprezível, baixa, moderada, alta e muito alta. Cada uma dessas frequências também ganhou uma pontuação para ser utilizada na matriz de correlação, conforme o quadro 13.

**Quadro 13** - Pontuação de frequência das compras de peças por sistema, do 54º BIS

<b>Pontuação da frequência de compras de peças pelos sistemas</b>		
<b>Número de compras de peças</b>	<b>Frequência</b>	<b>Valor na matriz</b>
De 0 - 137	Desprezível	0,1
De 138 - 274	Baixa	0,3
De 275 - 411	Moderada	0,5
De 412 - 548	Alta	0,7
Acima de 548	Muito Alta	0,9

Fonte: Portal da Transparência

Ao ser montado o quadro 14, referente à correlação de Impacto X Frequência dos sistemas automotivos, foi utilizado os dados pesquisados anteriormente do período de Janeiro de 2010 a dezembro de 2015. Verificou-se que por este critério, deveria ser dada mais ênfase ao sistema de transmissão que apresentou impacto muito alto no orçamento e frequência de compras moderada, gerando uma correlação na matriz de (-0,40), ficando na área de risco em vermelho.

**Quadro 14** - Valores da Correlação de frequência de compras X impacto no orçamento do PMT por sistemas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 e priorização, do 54º BIS

<b>Descrição do sistema</b>	<b>Impacto (I)</b>	<b>Frequência (F)</b>	<b>Valor na matriz ( I X F)</b>	<b>Cor na matriz</b>	<b>Prioridade</b>
Transmissão	Muito Alto	Moderada	(-0,40)	Vermelha	1º
Freios	Alto	Moderada	(-0,20)	Vermelha	2º
Elétrico	Moderado	Muito Alta	(-0,18)	Vermelha	3º
Motor	Moderado	Moderada	(-0,10)	Azul	4º
Suspensão	Baixo	Moderada	(-0,05)	Laranja	5º
Carroceria	Moderado	Desprezível	(-0,02)	Laranja	6º
Direção	Baixo	Desprezível	(-0,01)	Laranja	7º

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o Guia PMBOK com base no Portal da Transparência

A figura 9 representa a matriz de correlação de valores de frequência de compras X impacto dos gastos para a aquisição de peças pelos diversos sistemas automotivos. Verifica-se que os itens que estão nos quadrantes vermelhos merecem maior prioridade, que são os sistemas de transmissão (-0,40), freios (0,20) e elétrico (0,18).

**Figura 9**-Matriz de correlação da frequência de compras X impacto no orçamento por sistemas automotivos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, do 54º BIS

		IMPACTO				
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
FREQUÊNCIA	0,90	-0,05	-0,09	-0,18	-0,36	-0,72
	0,70	-0,04	-0,07	-0,14	-0,28	-0,56
	0,50	-0,03	-0,05	-0,10	-0,20	-0,40
	0,30	-0,02	-0,03	-0,06	-0,12	-0,24
	0,10	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	-0,08
	0,00					

Fonte: Adaptado do Guia PMBOK

O motor que ficou no quadrante azul (0,10) é um sistema que merece um pouco menos de atenção na manutenção preventiva, já que seu impacto no orçamento e frequência de compras não foi tão alto.

Já os itens nos quadrantes laranja que foram os sistemas de suspensão (-0,05), carroceria (-0,02) e direção (-0,01) não tiveram um impacto tão expressivo no orçamento, bem como na frequência de compras de peças, podendo ser preteridos inicialmente pelos outros sistemas na manutenção preventiva.

#### **4.5.3. Estratégias de priorização da manutenção a ser utilizadas, segundo os objetivos a serem alcançados**

O quadro 15 nos apresenta os diversos critérios que poderão ser utilizados para a estratégia de priorização das manutenções preventiva e preditiva, bem como aos objetivos quanto à sua utilização. Também apresenta os três principais sistemas dentro da ordem de prioridade, após cálculo da taxa de inflação, de cada critério a ser adotado para as manutenções da frota do 54º BIS. Foram selecionados apenas três deles, pois do estudo realizado constatou-se, que na maioria das vezes equivalem de 50% a 70% dos problemas levantados.

**Quadro 15** - Critérios e prioridades de manutenção dos sistemas automotivos segundo os objetivos a serem alcançados pelo PMT, do 54º BIS

<b>Critério</b>	<b>Utilização</b>	<b>Prioridade 1</b>	<b>Prioridade 2</b>	<b>Prioridade 3</b>
Frequência de compras	Ataque ao maior número de defeitos	Elétrico	Suspensão	Motor
Impacto no orçamento	Orçamento baixo ou peças caras no mercado	Transmissão	Freios	Motor
Maior preço-médio de peças	Monitorar peças pouco demandas, mas com alto custo financeiro	Carroceria	Transmissão	Direção
Correlação de valores de Impacto X frequência	Ataque ao maior nº de defeitos em conjunto com economia de recursos.	Transmissão	Freios	Elétrico

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

#### **4.6. Resultado da Pesquisa e priorização da manutenção por peça**

Como resultado da pesquisa realizada no Portal da Transparência do Governo Federal, foram destacadas as peças automotivas que apresentaram as maiores frequência de compras e valores dispendidos da frota de viaturas do 54º BIS. Após isto, foi realizado uma análise de Pareto em cada ano estudado e consequente priorização para manutenção baseado em quatro critérios.

Nesta análise de Pareto, foram selecionadas em cada ano as peças que apresentaram as maiores frequências de compras e valores dispendidos. Sendo assim, foram selecionadas as peças que somadas, foram as causas de mais de cinquenta por cento dessas ocorrências de compras ou valores gastos por ano estudado.

Com isso foram analisadas 14 peças de cada ano (as sete mais compradas e as sete que dispenderam mais gastos), sendo que algumas figuraram tanto como de maior frequência de

compras, como de maior valor dispendido. Após isto, calculou-se a inflação do período, para que fosse evitado que uma peça comprada em 2015 tivesse maior impacto do que uma peça comprada em 2010, ao ser priorizado por valor gasto. Os ANEXOS T e U informam a relação de peças que apresentaram as maiores frequências de compras, maiores valores gastos ou ambos e o cálculo da inflação sobre o preço destas, conforme o período, até janeiro de 2016. Para isso também foi utilizado uma calculadora de inflação disponível no site do Banco Central.

O quadro 16 informa as peças automotivas que apresentaram as maiores frequências de compra ou valores gastos, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015. As peças que se repetiram em mais de um ano, tiveram seus quantitativos e valores somados, para que assim pudessem ter um único valor de frequência de compra e valor total para todos os anos.

Com isso foi possível chegar ao número de 37 peças, onde além da frequência de compra e valor gasto de cada uma, foi possível calcular também o preço-médio para o período total analisado. A seguir é apresentado o quadro 16 com as 37 peças que se destacaram nos anos de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 após a análise de pareto, com seus quantitativos, valores e preços médios corrigidos pela taxa de inflação até janeiro de 2016.

**Quadro 16** - Relação das peças que se destacaram após a análise de pareto no período estudado de janeiro de 2010 à dezembro de 2015, com seus valores gastos, quantidades e preços-médios corrigidos pela taxa de inflação, do 54º BIS

Peça ou conjunto	Valor gasto corrigido	Quantidade	Preço-médio
Alternador e peças	R\$ 7.295,04	11	R\$ 663,18
Amortecedor	R\$ 11.917,81	47	R\$ 253,57
Banco	R\$ 2.938,37	2	R\$ 1.469,18
Bomba hidráulica do sistema de direção	R\$ 13.525,87	6	R\$ 2.254,31
Bucha do amortecedor	R\$ 3.597,31	262	R\$ 13,73
Catraca de freio	R\$ 1.798,44	18	R\$ 99,91
Cilindro auxiliar de embreagem	R\$ 9.295,07	48	R\$ 193,64
Cilindro mestre de embreagem	R\$ 1.941,97	12	R\$ 161,83
Compressor de ar	R\$ 6.476,96	6	R\$ 1.079,49
Conjunto (fechadura e maçaneta da porta)	R\$ 628,30	13	R\$ 48,33
Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna)	R\$ 14.166,33	398	R\$ 35,59
Coroa e pinhão do diferencial	R\$ 19.002,22	5	R\$ 3.800,44
Correia da direção hidráulica	R\$ 121,26	8	R\$ 15,15
Cruzeta do cardan	R\$ 2.419,99	21	R\$ 115,23
Cubo de roda	R\$ 1.451,80	8	R\$ 181,47
Embreagem viscosa	R\$ 4.906,73	4	R\$ 1.226,68
Filtro de ar	R\$ 730,93	12	R\$ 60,91
Filtro de combustível	R\$ 1.349,60	35	R\$ 38,56
Filtro de óleo	R\$ 164,81	10	R\$ 16,48
Jogo de abraçadeira do escapamento	R\$ 427,39	10	R\$ 42,73
Jogo de feixe de molas	R\$ 3.093,36	2	R\$ 1.546,68
Kit de embreagem	R\$ 32.063,89	28	R\$ 1.145,13
Mangueiras do motor	R\$ 2.202,30	11	R\$ 200,20
Pára-brisa	R\$ 4.540,07	4	R\$ 1.135,01
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	R\$ 679,54	2	R\$ 339,77
Porca da roda	R\$ 100,76	10	R\$ 10,07
Radiador	R\$ 2.273,56	2	R\$ 1.136,78
Relé	R\$ 1.031,67	49	R\$ 21,05
Reparo da bomba hidráulica da direção	R\$ 1.336,84	2	R\$ 668,42
Retentor da caixa de transferência	R\$ 3.601,19	26	R\$ 138,50
Retentor do cubo de roda	R\$ 12.064,29	101	R\$ 119,44
Retentor do diferencial	R\$ 1.108,31	15	R\$ 73,88
Rolamento tensor das correias do hidráulico	R\$ 4.157,42	8	R\$ 519,67
Tambor de freio	R\$ 9.306,37	32	R\$ 290,82
Terminais de cabo elétrico	R\$ 42,71	60	R\$ 0,71
Toldo	R\$ 32.116,82	8	R\$ 4.014,60
Travessa da caixa de transferência (suporte)	R\$ 1.960,27	2	R\$ 980,13
<b>Total</b>	<b>R\$ 215.835,57</b>	<b>1298</b>	<b>R\$ 166,28</b>

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

#### **4.6.1. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de frequência de compra realizada pelo PMT no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015**

O quadro 17 apresenta um escalonamento das peças conforme a frequência. Procurou-se focar apenas as 25 peças que apresentaram maior ocorrência de compras. Se a estratégia adotada pela gestão do PMT for atacar o maior número de defeitos e falhas possíveis, sem levar em consideração aspectos financeiros ou orçamentários, esta é a melhor opção.

Essa estratégia pode ser bem sucedida quando a Organização Militar dispuser de recursos ou as peças automotivas não sofrerem uma alta no mercado, principalmente de componentes importados.

Outro fator que corrobora com o uso desta estratégia é tentar rapidamente aumentar o índice de disponibilidade da frota e atacar problemas que mesmo sendo pequenos, porém repetitivos, consomem grande quantidade de tempo para seu reparo, se somado ao longo do ano. Isto evidencia claramente um aumento do tempo médio para reparo (MTTR). Com o aumento do MTTR da frota, faz com que a equipe de manutenção gaste seu tempo em manutenções simples, quando poderia dedicar-se a manutenções mais complexas.

Outro indicador que poderia ser diminuído com esta estratégia seria o MTBF (tempo médio entre falhas), pois com o ataque ao maior número de falhas e defeitos possíveis, a tendência dele seria cair. Assim, uma viatura demoraria mais tempo até apresentar a mesma falha ou outra qualquer.

As peças analisadas desta pesquisa tendem a ser em parte componentes simples, como por exemplo: os fusíveis, lâmpadas, relés, correias, porcas, filtros, entre outros, que apesar de possuírem uma manutenção extremamente simples, demandam uma frequência de reparo muito alta.

Essa alta frequência sobrecarrega, por sua vez, a equipe de manutenção, que como dito anteriormente, deixa de se dedicar a serviços mais complexos. Apesar de muitos desses defeitos não paralisar a viatura, devido à legislação eles devem ser sanados, como exemplo uma lâmpada de farol ou seta.

Concluindo a análise, deve se tomar muito cuidado ao assumir esta estratégia isoladamente, pois o fator financeiro é essencial, principalmente em épocas de corte orçamentário. Devido aos avanços tecnológicos, a tendência também é da manutenção se tornar cada vez mais onerosa. Abaixo o quadro 17, com um gráfico de barras de análise rápida, representado o número de compras de cada peça no período total estudado e seu grau de prioridade segundo o critério de frequência.



**Quadro 17** - Número de compras de cada peça no período total estudado e seu grau de prioridade segundo o critério de frequência de compras pelo PMT, do 54º BIS

Peça ou conjunto	Prioridade	Quantidade
Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna)	1º	398
Bucha do amortecedor	2º	262
Retentor do cubo de roda	3º	101
Terminais de cabo elétrico	4º	60
Relé	5º	49
Cilindro auxiliar de embreagem	6º	48
Amortecedor	7º	47
Filtro de combustível	8º	35
Tambor de freio	9º	32
Kit de embreagem	10º	28
Retentor da caixa de transferência	11º	26
Cruzeta do cardan	12º	21
Catraca de freio	13º	18
Retentor do diferencial	14º	15
Conjunto (fechadura e maçaneta da porta)	15º	13
Cilindro mestre de embreagem	16º	12
Filtro de ar	17º	12
Alternador e peças	18º	11
Mangueiras do motor	19º	11
Filtro de óleo	20º	10
Jogo de abraçadeira do escapamento	21º	10
Porca da roda	22º	10
Correia da direção hidráulica	23º	8
Cubo de roda	24º	8
Rolamento tensor das correias do hidráulico	25º	8
<b>Total</b>		<b>1253</b>

Fonte: Extraído do Portal da Transparência

#### **4.6.2. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de maior valor global gasto pelo PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigido pela taxa de inflação até janeiro de 2016**

O quadro 18 apresenta as mesmas peças, ou seja, aquelas que apresentaram maior frequência ou impacto no orçamento do PMT nos anos estudados. Porém desta vez, elas foram escalonadas segundo o critério de maior valor global gasto em cada uma.

A utilização deste critério se mostra interessante, na medida em que o fator financeiro se mostra escasso ou limitado, principalmente em épocas de cortes orçamentários do Governo Federal. Também é indicado em casos de oscilações no mercado de peças e acessórios veiculares, tanto de itens nacionais quanto importados.

É certo que quanto mais recursos houver a disposição da manutenção, mais poderá ser feito em prol desta, tanto na aquisição de novas peças, quanto terceirizações de serviços, melhorias na frota ou reparo de danos causados por acidentes inesperados.

É uma estratégia de foco que não busca atacar os problemas que acontecem em grau de frequência elevado, mas sim na manutenção de componentes que tem poder de impacto no orçamento, com a finalidade de manter mais dinheiro na conta orçamentária.

É importante frisar que o governo repassa para o Exército a verba para um gasto específico, e este por sua vez, repassa as Unidades Militares. A boa gestão desta conta, com gastos racionalizados, possibilita que a organização militar consiga passar o ano com suas necessidades atendidas. Caso chegue ao fim do ano, e ainda tenha dinheiro na conta orçamentária, ele é recolhido pelo Governo.

Portanto, o planejamento da manutenção de peças e componentes que poderiam onerar o orçamento do Pelotão de Manutenção e Transporte da Unidade, diminuiria os gastos e faria com que estes recursos fossem destinados a outros interesses. Porém, este estudo não buscou analisar as peças com maior valor de mercado, mas sim as de maior valor frequentemente gastos nos últimos anos. A finalidade é racionalizar tempo e esforço na manutenção preventiva de peças e conjuntos que apresentaram realmente impacto no orçamento, pois um componente mesmo que caro, pode demorar ou nunca necessitar de manutenção em todo o ciclo de vida da viatura.

A seguir o quadro 18, onde foram focados apenas 25 componentes, onde toldo, kit de embreagem, coroa e pinhão do diferencial, conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna) e bomba hidráulica do sistema de direção, foram os que apresentaram maior preço global,

atualizados pela taxa de inflação de cada ano em que o gasto ocorreu. O quadro também traz um gráfico em barras de análise rápida.

**Quadro 18** - Valores gastos por peça e seu escalonamento segundo o critério de maior preço já calculado pela taxa de inflação do período, do 54º BIS

Peça ou conjunto	Prioridade	Valor gasto corrigido
Toldo	1º	R\$ 32.116,82
Kit de embreagem	2º	R\$ 32.063,89
Coroa e pinhão do diferencial	3º	R\$ 19.002,22
Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna)	4º	R\$ 14.166,33
Bomba hidráulica do sistema de direção	5º	R\$ 13.525,87
Retentor do cubo de roda	6º	R\$ 12.064,29
Amortecedor	7º	R\$ 11.917,81
Tambor de freio	8º	R\$ 9.306,37
Cilindro auxiliar de embreagem	9º	R\$ 9.295,07
Alternador e peças	10º	R\$ 7.295,04
Compressor de ar	11º	R\$ 6.476,96
Embreagem viscosa	12º	R\$ 4.906,73
Pára-brisa	13º	R\$ 4.540,07
Rolamento tensor das correias do hidráulico	14º	R\$ 4.157,42
Retentor da caixa de transferência	15º	R\$ 3.601,19
Bucha do amortecedor	16º	R\$ 3.597,31
Jogo de feixe de molas	17º	R\$ 3.093,36
Banco	18º	R\$ 2.938,37
Cruzeta do cardan	19º	R\$ 2.419,99
Radiador	20º	R\$ 2.273,56
Mangueiras do motor	21º	R\$ 2.202,30
Travessa da caixa de transferência (suporte)	22º	R\$ 1.960,27
Cilindro mestre de embreagem	23º	R\$ 1.941,97
Catraca de freio	24º	R\$ 1.798,44
Cubo de roda	25º	R\$ 1.451,80
<b>Total</b>		<b>R\$ 208.113,45</b>

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central

#### **4.6.3. Priorização na manutenção por peças, baseado no critério de maior preço-médio gasto nestas pelo PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos pela taxa de inflação até janeiro de 2016**

Outra estratégia que pode ser adotada pelo PMT, seria na manutenção de peças com maior preço-médio. Este critério não leva em consideração a frequência de manutenção ou impacto global no orçamento, mas sim o preço-médio da peça ou componente nos últimos anos. É calculada, dividindo-se o valor global gasto pelo componente ou conjunto pela sua frequência de compra.

A finalidade deste critério é monitorar a manutenção de peças, mesmo que tenham baixa frequência de compras ou valor global. Com isto, evitam-se certos dispêndios, que acontecem inesperadamente e acaba por onerar a cota para dispensa de licitação, que é de R\$ 8.000,00, fundo este que serve, principalmente, para emergência.

A seguir o quadro 19 com um gráfico em barras de análise rápida, informa as 25 peças ou componentes que apresentaram maior preço-médio, corrigido pela inflação anual, nos últimos anos, ficando o toldo, coroa e pinhão do diferencial, bomba hidráulica do sistema de direção, jogo de feixe de molas e banco nas primeiras posições. Verifica-se que os três primeiros componentes do quadro, também figuram entre os cinco primeiros do critério maior preço global.

**Quadro 19** - Valores médios por peça corrigidos pela taxa de inflação e priorização segundo o maior valor, do 54º BIS

Peça ou conjunto	Prioridade	Preço-médio corrigido
Toldo	1º	R\$ 4.014,60
Coroa e pinhão do diferencial	2º	R\$ 3.800,44
Bomba hidráulica do sistema de direção	3º	R\$ 2.254,31
Jogo de feixe de molas	4º	R\$ 1.546,68
Banco	5º	R\$ 1.469,18
Embreagem viscosa	6º	R\$ 1.226,68
Kit de embreagem	7º	R\$ 1.145,13
Radiador	8º	R\$ 1.136,78
Pára-brisa	9º	R\$ 1.135,01
Compressor de ar	10º	R\$ 1.079,49
Travessa da caixa de transferência (suporte)	11º	R\$ 980,13
Reparo da bomba hidráulica da direção	12º	R\$ 668,42
Alternador e peças	13º	R\$ 663,18
Rolamento tensor das correias do hidráulico	14º	R\$ 519,67
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	15º	R\$ 339,77
Tambor de freio	16º	R\$ 290,82
Amortecedor	17º	R\$ 253,57
Mangueiras do motor	18º	R\$ 200,20
Cilindro auxiliar de embreagem	19º	R\$ 193,64
Cubo de roda	20º	R\$ 181,47
Cilindro mestre de embreagem	21º	R\$ 161,83
Retentor da caixa de transferência	22º	R\$ 138,50
Retentor do cubo de roda	23º	R\$ 119,44
Cruzeta do cardan	24º	R\$ 115,23
Catraca de freio	25º	R\$ 99,91

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Portal da Transparência e Banco Central do Brasil

#### 4.6.4. Priorização na manutenção por peça baseado no critério de correlação de valores de frequência de compras X impacto no orçamento do PMT, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, corrigidos pela taxa de inflação até janeiro de 2016

A última proposta de estratégia de foco na manutenção é aquela que leva em consideração tanto a frequência de compra de peças e componentes, quanto o impacto destes no orçamento nos últimos anos. Para isso é correlacionado os valores destes em uma matriz, onde é gerado um número. A partir daí, as peças ou componentes com maior número na matriz são priorizadas na manutenção, conforme foi feito com os sistemas automotivos anteriormente estudados.

Primeiramente é montada uma pontuação de frequência, conforme o quadro 20, onde cada frequência recebe uma classificação. As classificações para a frequência são: desprezível, baixa, moderada, alta e muito alta. Cada classificação recebe um valor para o cálculo na matriz.

**Quadro 20** - Pontuação da frequência de compra por peça, do 54º BIS

<b>Pontuação da frequência de compra da peça</b>		
<b>Número de compras de peças</b>	<b>Frequência</b>	<b>Valor na matriz</b>
De 0 - 20	Desprezível	0,1
De 21 - 40	Baixa	0,3
De 41 - 60	Moderada	0,5
De 61 - 80	Alta	0,7
Acima de 80	Muito Alta	0,9

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Guia PMBOK

Já o quadro 21, apresenta a pontuação que cada faixa de valor obteve segundo seu impacto no orçamento do PMT nos últimos anos. Da mesma forma, cada valor também teve seu impacto classificado como: desprezível, baixo, moderado, alto ou muito alto. Também a essas classificações foi atribuído um valor para o cálculo de correlação na matriz.

**Quadro 21** - Pontuação do impacto de compra por peça no orçamento do PMT, do 54º BIS

<b>Pontuação do impacto de compra da peça no orçamento</b>		
<b>Valor gasto em peças</b>	<b>Impacto</b>	<b>Valor na matriz</b>
De 0 a R\$ 3.000	Desprezível	0,05
De R\$ 3.001 a R\$ 6.000	Baixo	0,1
De R\$ 6001 a R\$ 9.000	Moderado	0,2
De R\$ 9.001 a R\$ 12.000	Alto	0,4
Acima de R\$ 12.000	Muito Alto	0,8

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Guia PMBOK

O quadro 22 apresenta as peças, componentes e conjuntos, com suas classificações segundo a frequência de compras e impacto no orçamento, corrigido pela inflação, nos últimos anos. Verifica-se que da correlação dessas classificações foi gerado um valor. Este valor, por sua vez, foi calculado em uma matriz de correlação, caindo em um quadrante vermelho, azul ou laranja.

Nos quadrantes vermelhos ficaram peças, componentes ou conjuntos com elevada frequência e impacto. Já nos quadrantes azuis, ficaram aquelas com frequência e impacto considerável, porém com menor importância. No quadrante laranja, ficaram as peças com menor correlação frequência X impacto do estudo. Após isto é realizado uma priorização, segundo o maior valor de cada peça, componente ou conjunto. No ANEXO V é apresentado a mesma tabela, porém em vez de mostrar o impacto e frequência de cada peça de forma qualitativa, é apresentado estes com o valor numérico para cálculo na matriz.

A partir deste critério, verificou-se que as peças, conjuntos ou componentes que ficaram no quadrante vermelho, ou seja, com maiores valores foram: conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna), retentor do cubo de roda, kit de embreagem, amortecedor e cilindro auxiliar de embreagem. Já nos quadrantes azuis ficaram: tambor de freio, bucha do amortecedor, bomba hidráulica do sistema de direção, coroa e pinhão do diferencial e toldo. Os restantes das peças ficaram nos quadrantes laranja de menor valor. A seguir o quadro 22 com as peças, valores da correlação dos valores, cores na matriz e priorização segundo os maiores valores.

**Quadro 22** - Peças mais importantes segundo a análise de Pareto e sua priorização pelos maiores valores na matriz de correlação de frequência de compras X impacto no orçamento do 54º BIS, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, após cálculo da inflação

Peça ou conjunto	Impacto	Frequência	Valor (I X F)	Cor na matriz	Prioridade
Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna)	Muito Alto	Muito Alta	(-0,72)	Vermelho	1º
Retentor do cubo de roda	Muito Alto	Muito Alta	(-0,72)	Vermelho	2º
Kit de embreagem	Muito Alto	Baixa	(-0,24)	Vermelho	3º
Amortecedor	Alto	Moderada	(-0,20)	Vermelho	4º
Cilindro auxiliar de embreagem	Alto	Moderada	(-0,20)	Vermelho	5º
Tambor de freio	Alto	Baixa	(-0,12)	Azul	6º
Bucha do amortecedor	Baixo	Muito Alta	(-0,09)	Azul	7º
Bomba hidráulica do sistema de direção	Muito Alto	Desprezível	(-0,08)	Azul	8º
Coroa e pinhão do diferencial	Muito Alto	Desprezível	(-0,08)	Azul	9º
Toldo	Muito Alto	Desprezível	(-0,08)	Azul	10º
Relé	Desprezível	Moderada	(-0,03)	Laranja	11º
Retentor da caixa de transferência	Baixo	Baixa	(-0,03)	Laranja	12º
Terminais de cabo elétrico	Desprezível	Moderada	(-0,03)	Laranja	13º
Alternador e peças	Moderado	Desprezível	(-0,02)	laranja	14º
Compressor de ar	Moderado	Desprezível	(-0,02)	Laranja	15º
Cruzeta do cardan	Desprezível	Baixa	(-0,02)	laranja	16º
Filtro de combustível	Desprezível	Baixa	(-0,02)	laranja	17º
Banco	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	laranja	18º
Catraca de freio	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	laranja	19º
Cilindro mestre de embreagem	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	20º
Conjunto (fechadura e maçaneta da porta)	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	21º
Correia da direção hidráulica	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	22º
Cubo de roda	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	23º
Embreagem viscosa	Baixo	Desprezível	(-0,01)	Laranja	24º
Filtro de ar	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	25º
Filtro de óleo	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	26º
Jogo de abraçadeira do escapamento	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	27º
Jogo de feixe de molas	Baixo	Desprezível	(-0,01)	Laranja	28º
Mangueiras do motor	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	29º
Pára-brisa	Baixo	Desprezível	(-0,01)	Laranja	30º
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	31º
Porca da roda	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	32º
Radiador	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	33º
Reparo da bomba hidráulica da direção	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	34º
Retentor do diferencial	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	35º
Rolamento tensor das correias do hidráulico	Baixo	Desprezível	(-0,01)	Laranja	36º
Travessa da caixa de transferência (suporte)	Desprezível	Desprezível	(-0,01)	Laranja	37º

Fonte: Elaborado pelo autor com baseado no Portal da Transparência, Guia PMBOK e Banco Central do Brasil



A figura 10 apresenta a matriz da correlação de valores de frequência das compras X impacto destas no orçamento, onde foram calculados os valores do quadro 22. Os quadrantes para cálculo da correlação são os pretos. Verifica-se que cinco peças foram classificadas com maior prioridade de manutenção, ficando estas nos quadrantes vermelhos. Já nos quadrantes azuis, ficaram outras cinco que devem ter prioridade mediana na manutenção preventiva. Por último os 27 itens que figuram no quadrante laranja, e que devido aos valores, devem possuir menor prioridade no planejamento da manutenção preventiva do PMT.

**Figura 10-** Matriz de cálculo de impacto x frequência

		IMPACTO				
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
FREQUÊNCIA	0,90	-0,05	-0,09	-0,18	-0,36	-0,72
			1			2
	0,70	-0,04	-0,07	-0,14	-0,28	-0,56
	0,50	-0,03	-0,05	-0,10	-0,20	-0,40
		2			2	
0,30	-0,02	-0,03	-0,06	-0,12	-0,24	
	2	1		1	1	
0,10	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	-0,08	
	16	4	2		3	

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Guia PMBOK

Devido a sua maior amplitude na análise de frequência de gastos e valores, este critério será o que servirá de base para o modelo de manutenção planejada proposta neste estudo. Portanto, os outros critérios ficam em aberto, caso a unidade opte em empregá-los segundo suas demandas ou estratégias de manutenção.

## **5. IMPLANTAÇÃO DO PILAR MANUTENÇÃO PLANEJADA**

Para implantar o pilar manutenção planejada, que é o 2º pilar da TPM, Suzuki (1994) informa que é necessário seguir 6 (seis) etapas. Este trabalho propõe esse modelo, porém adaptado às características e necessidades do PMT, visando suprir a deficiência na gestão da manutenção.

Sendo assim, este modelo terá como orientação o resultado da pesquisa segundo o critério da correlação dos valores da frequência de compras X impacto no orçamento (ou valor global gasto), de modo que se possa focar a manutenção preventiva e preditiva dos sistemas e peças específicos, que contribuam para a maior parte dos problemas e impacto no orçamento dos últimos anos.

### **5.1. Etapa 1 – Avaliação das viaturas e levantamento da situação**

Devido a grande escassez de registros e pouca confiabilidade dos mesmos, é grande a dificuldade de fazer um estudo de forma a avaliar a situação da frota do batalhão na série temporal deste estudo (janeiro de 2010 a dezembro de 2015), principalmente porque poucas organizações militares contam com sistema de dados informatizados em escalão de manutenção em nível de batalhão. Para piorar a situação, a alta rotatividade do efetivo profissional, praticamente inviabilizam a continuidade de um projeto de longo prazo neste sentido.

Não é o objetivo deste estudo saber como está a situação da frota atualmente, mas sim realizar uma análise dos principais fatores que podem ter contribuído para baixar sua disponibilidade no período estudado, impactando em sistemas, peças, conjuntos e outros acessórios.

Pelo estudo realizado no Portal da Transparência, nota-se que houve uma tendência maior no emprego de recursos (capital e trabalho) na manutenção de sistemas de transmissão, freios e elétrico. Já no caso das peças, verificou-se uma maior participação de componentes do sistema elétrico, rodas, embreagem, freios, suspensão e até de toldos. Lembrando que estas análises foram segundo o critério de Impacto X Frequência das compras, que será adotado neste trabalho para o modelo proposto de planejamento da manutenção nos próximos anos.

O autor deste estudo (Alvarez) exerceu a função de encarregado de manutenção no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 e pode analisar a situação da época em que esteve presente. A técnica de coleta de dados utilizada foi a de observação individual, feita em ambiente real, como participante do grupo e de forma assistemática que, segundo Rudio (1979 apud Lakatos e Marconi, 2010) é aquela em que o conhecimento é obtido através de uma experiência

casual, sem a determinação anterior, de quais os aspectos importantes a serem observados e os meios a utilizar com essa finalidade de observação.

Observou-se no período de janeiro de 2010 a janeiro de 2014, que a taxa de disponibilidade mensal da frota de viaturas ficava sempre abaixo de 70%, ou seja, do total das 35 viaturas e reboques, o batalhão só tinha à disposição funcionando 24 veículos. Excluindo-se os reboques, esse número caía para 20 do total de 29 veículos. Sempre que uma viatura voltava a funcionar, outra entrava em manutenção ou sofria algum acidente.

Baseado em Alvarez, Diniz e De Castro (2016), para analisar o ambiente em que está inserido a frota do 54° BIS, devem ser levantadas as causas que atuaram baixando a sua taxa de disponibilidade. Para isso, os autores informam que deve ser montado um diagrama de causa e efeito (6M) listando as 24 principais causas que contribuíram para a baixa disponibilidade, conforme os vetores: método, máquina, mão de obra, material, medida e meio-ambiente. Abaixo a figura 11 traz a representação.

**Figura 11**-Diagrama de causa e efeito (6M) dos problemas que atuam na diminuição de disponibilidade da frota do 54° BIS



Fonte: Alvarez, Diniz e De Castro (2016)

Em seguida, Alvarez, Diniz e De Castro (2016) orientam a escalonar as causas, conforme sua influência na diminuição da disponibilidade da frota, sendo utilizada uma matriz de correlação de valores de frequência e impacto. Onde para cada nível de frequência observado da causa

foi aplicada uma pontuação. Também para cada nível de impacto observado dessa mesma causa na diminuição da disponibilidade da frota, foi gerada outra pontuação. Da correlação dessas duas pontuações gerou-se um valor para priorização, através da matriz, conforme quadro 23.

**Quadro 23** - Pontuação da frequência da causa e impacto na disponibilidade da frota do 54º BIS no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014

<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>DESPREZÍVEL</b>	<b>BAIXO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUITO ALTO</b>
	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>
<b>IMPACTO</b>	<b>DESPREZÍVEL</b>	<b>BAIXO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>ALTO</b>	<b>MUITO ALTO</b>
	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>

Fonte: Extraído do Guia PMBOK®, 5ª ed. 2013.

Após isto, monta-se um quadro com as 24 causas, o vetor a qual pertencente cada uma, a frequência que aconteceu naqueles dois anos, o impacto que teve na disponibilidade da frota e o valor gerado pelo cruzamento das pontuações na matriz. Assim cada uma teve sua prioridade classificada como: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa. Já as estratégias propostas seriam: eliminar, mitigar ou aceitar a causa (ALVAREZ; DINIZ; DE CASTRO, 2016). O quadro 24 traz a representação.

**Quadro 24** - Quadro de frequência X impacto das causas que influenciaram na disponibilidade da frota no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 do 54° BIS com vetores, valores da correlação, ações e níveis de prioridade

DESCRIÇÃO DO RISCO	VETOR	FREQUÊNCIA	IMPACTO	AÇÃO	VALOR	PRIORIDADE
Atraso no suprimento	Material	Moderado	Alto	Mitigar	(-0,20)	Média
Má qualidade do suprimento	Material	Moderado	Alto	Eliminar	(-0,20)	Média
Desperdício do suprimento	Material	Alto	Alto	Eliminar	(-0,28)	Média
Alto Custo do suprimento	Material	Moderado	Alto	Mitigar	(-0,20)	Média
Cultura da manutenção corretiva	Método	Muito Alto	Muito Alto	Eliminar	(-0,72)	Muito Alta
Pouca Manutenção autônoma dos motoristas	Método	Muito Alto	Muito Alto	Eliminar	(-0,72)	Muito Alta
Falta de planejamento das necessidades	Método	Alto	Muito Alto	Mitigar	(-0,56)	Muito Alta
Falta de gestão da manutenção	Método	Alto	Muito Alto	Mitigar	(-0,56)	Muito Alta
Falta de treinamento da mão de obra	Mão de obra	Alto	Muito Alto	Mitigar	(-0,56)	Muito Alta
Má utilização do equipamento	Mão de obra	Alto	Alto	Eliminar	(-0,28)	Média
Rotatividade dos militares	Mão de obra	Muito Alto	Alto	Aceitar	(-0,36)	Alta
Intervenção errada nos equipamentos	Mão de obra	Moderado	Alto	Mitigar	(-0,20)	Média
Excesso de Componentes eletrônicos	Máquina	Baixo	Baixo	Aceitar	(-0,03)	Muito baixa
Maior custo de manutenção	Máquina	Alto	Alto	Aceitar	(-0,28)	Média
Manutenção especializada escassa na região	Máquina	Alto	Moderado	Aceitar	(-0,14)	Baixa
Peças de reposição difíceis de encontrar	Máquina	Alto	Alto	Mitigar	(-0,28)	Média
Péssimas condições das estradas	Meio ambiente	Muito Alto	Alto	Aceitar	(-0,36)	Alta
Distância dos Batalhões logísticos	Meio ambiente	Muito Alto	Moderado	Aceitar	(-0,18)	Baixa
Alto custo da logística	Meio ambiente	Muito Alto	Alto	Mitigar	(-0,36)	Alta
Escassez de fornecedores	Meio ambiente	Alto	Moderado	Aceitar	(-0,14)	Baixa
Falta de indicadores de desempenho	Medida	Muito Alto	Alto	Eliminar	(-0,36)	Alta
Falta de histórico das manutenções	Medida	Muito Alto	Alto	Eliminar	(-0,36)	Alta
Falta de metas	Medida	Muito Alto	Alto	Eliminar	(-0,36)	Alta
Falta de controle dos suprimentos	Medida	Alto	Moderado	Eliminar	(-0,14)	Baixa

Fonte: Alvarez, Diniz e De Castro (2016), com base no Guia PMBOK®.

O valor encontrado acima da correlação entre a pontuação da frequência e do impacto foi calculada a partir da matriz abaixo (figura 12). Nesta, foram gerados diversos valores e inseridos dentro nos quadrantes, conforme a correlação. O menor valor encontrado foi de (-0,03), relativo à correlação de [frequência baixa (0,3) e impacto baixo (0,1)], colocado na área laranja e o maior valor de (-0,72), relativo à correlação de [frequência muita alta (0,9) e impacto muito alto (0,8)], colocado na área vermelha (ALVAREZ; DINIZ; DE CASTRO, 2016).

**Figura 12** - Matriz de frequência e impacto

		IMPACTO				
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
FREQUÊNCIA	0,90	-0,05	-0,09	-0,18	-0,36	-0,72
	0,70			1	6	2
	0,50	-0,04	-0,07	-0,14	-0,28	-0,56
	0,30			3	4	3
	0,10	-0,03	-0,05	-0,10	-0,20	-0,40
	0,05				4	
	0,30	-0,02	-0,03	-0,06	-0,12	-0,24
	0,10		1			
	0,05	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	-0,08
	0,01					

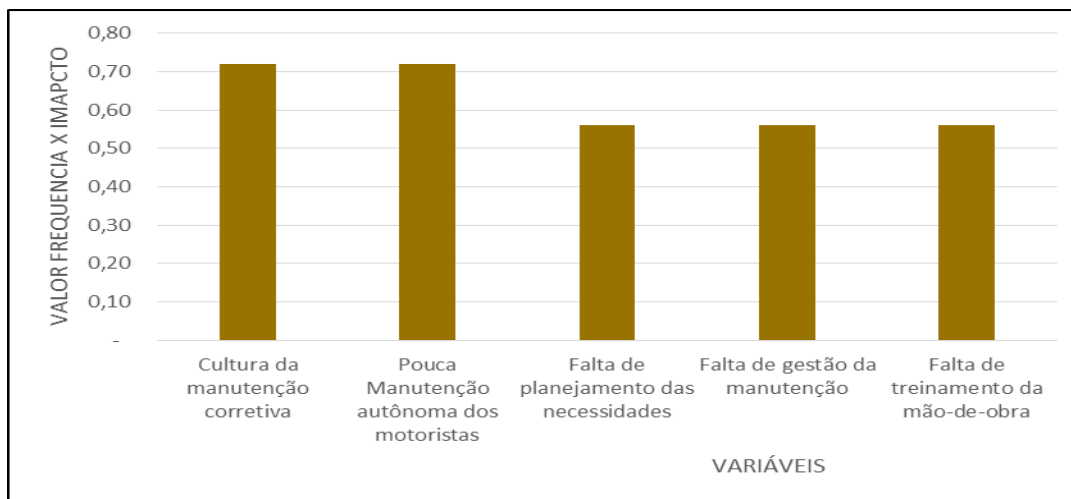
Fonte: Alvarez, Diniz e De Castro (2016) com adaptação do Guia PMBOK®, 5ª ed. 2013.

Na matriz, os valores classificados na área vermelha tiveram grande frequência e impacto, na área azul tiveram pouca e na laranja quase nenhuma.

### 5.1.1. Análise dos dados de observação

O estudo de Alvarez, Diniz e De Castro (2016), informa que as prioridades classificadas como muito alta foram para valores de (-0,72) e (-0,56). Cultura da manutenção corretiva e pouca manutenção autônoma (vetor método) ficaram no primeiro valor, seguidas por falta de planejamento das necessidades, falta de gestão da manutenção (ambas do vetor método) e falta de treinamento (vetor mão de obra), classificados no segundo valor. A figura 13 traz a representação.

**Figura 13** - Principais causas que atuaram na diminuição da disponibilidade da frota de viaturas do 54° BIS no período observado de janeiro de 2012 a janeiro de 2014



Fonte: Alvarez, Diniz e De Castro (2016)

Verificou-se, pelo gráfico, que as principais causas contribuintes para a diminuição da taxa de disponibilidade estavam ligadas a quatro causas (todas do vetor método de trabalho) e da qualificação das pessoas (vetor mão de obra), tendo as outras causas, influenciado em menor grau (ALVAREZ; DINIZ; DE CASTRO, 2016).

Para os autores, referenciados acima, a estratégia de manutenção deve ser no sentido de acabar com a cultura da manutenção corretiva, que é aquela em que se espera quebrar para consertar, estimular nos motoristas um maior zelo e conhecimento da sua viatura, planejar com antecedência as necessidades de suprimentos, realizar uma gestão mais eficaz da manutenção preventiva e realizar treinamento de todos: motoristas, mecânico e gestores.

## **5.2. Etapa 2 – Restauração das deteriorações, avarias e defeitos e melhorias nos pontos com deficiência**

Realizado a análise na etapa anterior, verificou-se que há pontos com deficiência, necessitando serem melhorados. Quanto aos sistemas, peças, conjuntos e acessórios que tiveram mais deteriorações, avarias e defeitos no período estudado, o enfoque nas causas de seus problemas, modos de falhas e medidas para impedi-las ou restaurar, será dado nas etapas 4 e 5 que são relativas a manutenção preventiva e preditiva, respectivamente. Também nestas etapas foram tratados os problemas relativos à falta de planejamento das necessidades e falta de gestão da manutenção.

Já nesta etapa será abordado as melhorias quanto aos problemas relativos a cultura da manutenção corretiva, pouca manutenção autônoma dos motoristas e falta de treinamento da mão-de-obra.

Através da manutenção autônoma, é possível introduzir nos motoristas, que são os operadores do equipamento (viaturas), um maior zelo e disposição para pequenos reparos e inspeções. Também favorece um maior contato destes com os mecânicos, eletricitas e outros membros da equipe de manutenção, no tocante a informar com antecedência os problemas identificados.

A equipe de manutenção, por sua vez, contribui para a proliferação das informações e treinamento dos motoristas em manutenções simples, ficando assim, livres para reparos mais complexos.

Esta sinergia, além de contribuir para a união do grupo, minimiza também impasses da fronteira manutenção X operação, favorecendo o treinamento na prática dos motoristas, diminuição das manutenções corretivas, diminuição do MTTR e MTBF, aumento da disponibilidade mensal, diminuição de acidentes e aumento do zelo com as viaturas.

A manutenção autônoma, dentro da filosofia TPM, é um pilar separado do pilar manutenção planejada. Porém, devido as características dos problemas apresentados e por fins de simplificação, neste trabalho a manutenção autônoma será utilizada como forma de método de melhoria para a etapa dois do pilar manutenção planejada.

A manutenção autônoma possui sete passos e mais a preparação que consiste na implantação do programa 5S. O programa 5S é pré-requisito para a implantação do TPM e como a manutenção autônoma é o primeiro pilar do programa TPM, achou-se necessário introduzi-lo nesta etapa também. Vale lembrar que o objetivo do programa não é implantar o programa completo do TPM, ficando aberta esta alternativa, mas sim melhorar o planejamento da manutenção do PMT com base do pilar manutenção planejada do TPM. A seguir um modelo para implantação dos 5S e manutenção autônoma no pelotão de manutenção e transportes, com um fluxograma de todos os passos ao final.

### **5.2.1 Passo zero - preparação**

O passo zero consiste na etapa de preparação, na qual será implantado o programa 5S. Alguns programas de gestão japoneses, antes de serem implantados, realizam primeiramente a implantação dos 5 S's. Pode parecer fácil à primeira vista, mas os principais autores da área



informam, que uma efetiva e duradoura implantação pode levar anos para ser totalmente finalizada.

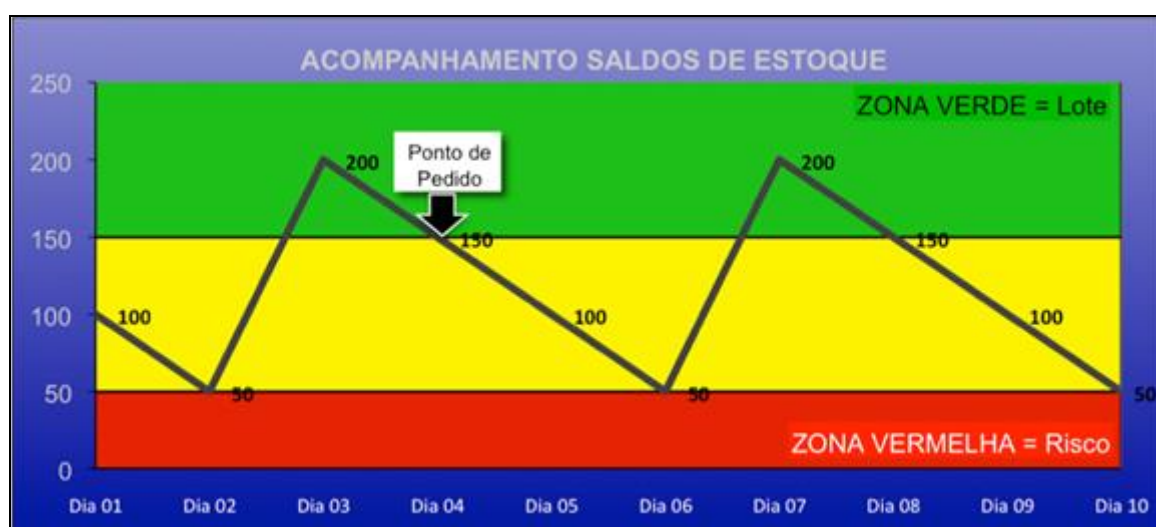
### 5.2.1.1. Senso de utilização (*seiri*)

Neste senso, o Pelotão de manutenção e transporte fará um levantamento de peças sem serventia, ferramentas quebradas, produtos fora da validade e de tudo aquilo que não é usado, descartando, desde já, o que for identificado sem serventia. A ideia é conseguir um melhor aproveitamento do espaço da oficina, fazendo um remanejamento futuro de layout. Muitos desses materiais obsoletos acabam ocupando lugares onde poderiam estar guardados materiais mais importantes,

Além disso, as seções do PMT como oficina mecânica, borracharia, lanternagem e elétrica poderiam focar apenas o que é útil e extremamente necessário para seus trabalhos, realizando marcações visuais em um quadro, onde suas ferramentas ficariam expostas para o uso, facilitando assim a arrumação.

Os estoques de lubrificantes poderiam estar dispostos em uma pilha, e atrás desta, haveria uma marcação na parede como se fosse uma régua, conforme figura 14. Sendo a parte verde (terça parte superior) o nível de estoque seguro, parte amarela (parte do meio), sendo a hora de fazer as solicitações e a parte vermelha (terça parte inferior) o nível crítico, informando que devem ser acelerados os procedimentos nas licitações e emitido um aviso a todo o PMT para economizar.

**Figura 14** - Codificação em cores do saldo de estoque



Fonte: Cunha (2016)

Toda a sucata e óleo trocado das vituras poderiam ser vendidos e peças e suprimentos sem uso, doados para outros batalhões que viessem a necessitá-los. Ganharia-se na agilidade ao procurar por ferramentas, peças e suprimentos corretos.

#### **5.2.1.2. Senso de ordenação (seiton)**

Todas as ferramentas, lubrificantes e peças devem ter um código estipulado com seu endereço no setor de estoque, para que haja diminuição do tempo e esforço para a sua busca. Cada componente deve ter nome, endereço e volume designados.

Deve haver numeração nas paredes, marcações no chão, nas gavetas, nas pastas, nos armários, de modo que, tudo esteja o mais próximo possível quando os mecânicos necessitarem, inclusive na rápida identificação de algum extravio.

Devido à grande rotatividade dos militares, há grandes problemas, pois todas as informações que os mesmos sabiam se perdem quando estes vão embora, dificultando o processo de localização. A padronização do layout ajuda na organização do fluxo de trabalho, deixando os recursos o mais próximo possível das pessoas, diminuindo os tempos e movimentos necessários para realizar um reparo. Deve-se levar também em consideração, aspectos ergonômicos, como a altura, peso, grau de deficiência visual, auditiva ou motora de cada militar.

Os materiais mais pesados devem ser guardados o mais próximo do chão e os mais leves acima, de modo, a evitar acidentes e prejuízos, que comprometeriam as escalas de serviço e disponibilidade de pessoal. Também devem colocar os materiais e documentos mais utilizados em locais próximos dos usuários. Todas as caixas devem ser identificadas com material, ano, assunto, quantidade e qualquer outra informação que se julgar necessário.

O PMT deve usar de ampla comunicação visual, como código de cores, avisos, símbolos, quadros e frases, localizados em pontos de fácil observação, conforme a figura 15.

**Figura 15** - Quadro de gestão à vista



Fonte: Machado (2009)

Devem ser colocadas placas dentro do batalhão informando sobre velocidade e sentido de circulação de veículos particulares e viaturas, adesivos nas paredes informando a voltagem das tomadas; colocação de luzes de emergência; indicação do sentido de fechamento de válvulas no posto de combustível, indicação com etiqueta da última data de troca de filtros das viaturas, avisos para economia de xampu automotivo, graxas, óleos, papel e combustível.

Para isso tudo pode ser utilizado papel ofício e papel *contact* para os diversos avisos. As cadeiras, mesas, armários e outros objetos, podem ter seus lugares etiquetados com uma fita, para facilitar a arrumação e controle visual. Com isto, localizam-se instantaneamente possíveis extravios no Pelotão. A figura 16 exemplifica essa arrumação.

**Figura 16** - Senso de ordenação realizado através de etiquetas e marcações no chão



Fonte: Machado (2009)

Com isso há a melhora do moral dos militares, melhora do ambiente físico do Pelotão (ganhando inclusive mais espaço), redução de acidentes, economia de tempo e energia pela redução de movimentos desnecessários; aumento da rapidez, segurança e facilidade na procura de materiais, documentos e dados; melhoria no processo de comunicação entre os próprios militares e maior conscientização na utilização racional dos recursos.

#### **5.2.1.3. Senso de limpeza (*seiso*)**

O Pelotão deve marcar um dia para que os militares realizem um “mutirão da limpeza”, sendo descartado o que não for utilizado e organizar em espaço adequado o que for pouco utilizado e manter perto o que for muito utilizado. Devem-se tirar fotos de antes e depois para que todos os militares do PMT percebam a importância do programa e melhora do ambiente.

Neste senso deve-se verificar a limpeza dos ambientes. Não se trata apenas de limpar, mas criar-se uma cultura de não sujar. Deverá ser realizada uma rígida inspeção na seção de mecânica, elétrica, borracharia e lanternagem. Deverá ser verificada também a fonte destas sujeiras e pontos potenciais de falhas e desperdícios. O intuito desse senso é delegar ao militar a limpeza mínima de seu ambiente de trabalho, devendo dedicar em torno de 10 minutos diários a esta.

É importante que o comandante do PMT e sargentos escolham facilitadores em cada seção, de modo a estar mantendo essas áreas em um alto grau de limpeza. Podem ser limpos e pintados tonéis de 200 litros (que armazenavam óleo) para serem utilizados como lixeira para coleta seletiva.

Esse tipo de medida permite uma maior disponibilidade de espaço físico, combate aos desperdícios, embelezamento do Pelotão, redução de riscos à saúde dos militares e aumento da satisfação de todos no ambiente de trabalho.

#### **5.2.1.4. Senso de sistematização (*seiketsu*)**

Neste senso serão mantidos todos os outros sentidos anteriores, através da melhoria contínua. Os sentidos de limpeza, organização e utilização não devem ser esquecidos no dia a dia. Para isso deve haver uma padronização das melhorias e sistematização por todos no PMT.

O comandante do PMT e sargentos devem implantar sistemas e procedimentos que garantam a continuidade do seiri, seiton e seiso. Deve haver por parte destes a determinação de quantas vezes por mês deve o programa 5S's deve rodar, fazendo assim, parte da rotina do pelotão.

### **5.2.1.5. Senso de autodisciplina (*shitsuke*)**

Este senso influencia na cultura e comportamento dos militares. Não será implantada, é fruto das implantações anteriores. A autodisciplina depende da vontade e cooperação. Ela serve para manter os outros sentidos sendo cumpridos diariamente.

Deve haver o exemplo dos mais antigos (tenente e sargentos), através de atos e atitudes destes. Neste senso surgem muitos padrões e normas e os existentes devem ser revisados e aperfeiçoados. Deve haver a prática constante e perseverança para cumprir cotidianamente o programa 5S. E também deve ser mantido um clima de relacionamento pessoal que valorize o trabalho em equipe, a cooperação, confiança e solidariedade no pelotão.

Após implantar os 5S, deve-se iniciar a implantação da manutenção autônoma. Este trabalho procurou propor uma adaptação da metodologia de implantação da M.A., segundo Xenos (1998, p. 266-277), ao PMT do 54º BIS. Este passo a passo pode ser encontrado no estudo de manutenção autônoma realizada no 54º BIS por Alvarez, Diniz e De Castro (2016).

### **5.2.2. Passo 1- Fazer a limpeza inicial**

Neste passo os motoristas e mecânicos devem prevenir a deterioração forçada por poeira e resíduos, oriundos das estradas ou viaturas. Devem também localizar defeitos como: parafusos soltos, componentes a lubrificar, entre outros, de modo que a situação não se agrave.

O motorista estabelecerá contato com a viatura, sentindo-se estimulado a detectar pequenos problemas visualmente, estudar suas funções e funcionamento. Após isso, deve haver uma avaliação em três formulários, sendo uma sua, outra do mecânico e a última do comandante do PMT.

No reparo das deteriorações, cada motorista deverá etiquetar os sistemas que apresentar defeitos com as seguintes cores:

- Etiqueta vermelha: defeitos que o motorista encontrou e que não sabe solucionar;
- Etiqueta azul: defeitos encontrados pelo motorista na viatura e por ele solucionado.

A quantidade de etiquetas vermelhas encontradas mostrará o estágio de capacitação em que está o motorista, pois muitas vezes este poderá colocar uma etiqueta vermelha em um componente, que o próprio poderia resolver.

Os mecânicos, portanto, tem três medidas a tomar para apoio no reparo das deteriorações:

- Ação imediata no reparo dos defeitos etiquetados de vermelho;
- Elaboração de lições de um ponto através de formulário;
- Treinar os motoristas em pontos básicos de manutenção e lubrificação.

Na primeira medida de reparo dos defeitos etiquetados de vermelho, deve-se estipular uma meta de diminuir, por exemplo, 80% dos problemas que poderiam ser resolvidos pelos motoristas. A finalidade dessa medida é proporcionar um mapeamento de todos os defeitos das viaturas, fazendo planejamento e cronograma, definindo pontos como: problema, responsável pela solução, como será resolvido, quando será, se é necessário a parada, implicação em segurança etc.

Na segunda medida, de lição de um ponto, haverá a oportunidade de no momento do reparo ser ensinado sobre a utilização de ferramentas e solução de problemas. O motorista será incentivado a atuar, falando dos sistemas e fazendo lições sobre os defeitos encontrados.

A terceira medida é a de treinamento em pontos básicos de manutenção. A maioria dos defeitos são consequências do acúmulo de pequenas causas. Como é grande a falta de conhecimento sobre o funcionamento e manutenção, há impossibilidade de realizar detecções e correções. Por isso, os mecânicos devem treinar os motoristas em componentes básicos, ensinando os nomes, serventia, funcionamento, causas de falhas e como evitar.

As instruções serão em torno de componentes mecânicos, elétricos, eletrônicos, dentre outros. A finalidade é treinar o motorista para atividades menores, possibilitando que os mecânicos se dediquem a reparos complexos. As instruções devem evoluir conforme os equipamentos.

### **5.2.3. Passo 2- Identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas**

Serão tomadas medidas contra fontes de sujeiras em locais difíceis. Deverá ser entendido o conceito de que a limpeza também é manutenção e que muitos problemas são oriundos da sujeira em locais de difícil acesso.

A sujeira encobre os problemas, impedindo a detecção de vazamentos, entupimentos, entre outros, principalmente pelo barro acumulado.

Às vezes a sujeira é oriunda do próprio equipamento, como vazamentos, devendo ser procurada nesses locais inacessíveis, utilizando formulários dos diversos sistemas, conferindo cada um.

O motorista deve tentar criar soluções para consertar o defeito, se estiver a seu alcance, e tomar medidas de melhorias no seu veículo. Caso não seja possível, comunica aos mecânicos.

#### **5.2.4. Passo 3- Padronizar as atividades de Manutenção Autônoma**

Neste passo serão observados três requisitos básicos de manutenção: limpeza, lubrificação e inspeção com ajuste. Todo desgaste forçado deverá ser eliminado, fazendo com que seja mantido apenas o desgaste normal.

Será feita uma escala diária de viaturas que deverão passar o dia na rampa de manutenção, tendo o motorista e o auxiliar mecânico como responsáveis. Depois de uma lavagem detalhada no dia anterior a viatura deverá estar pronta às 8h da manhã.

Haverá uma padronização, primeiramente havendo reaperto geral, seguido da lubrificação, troca de filtros e nivelamento/troca dos óleos e fluídos nas especificações, entre outros. Deverá ser etiquetado com a data da última troca e anotado no livro registro da viatura.

O importante nessa fase é estabelecer padrões provisórios de inspeção e manutenção, colocando em diversas partes etiquetas, solicitando ao mecânico a inserção desses dados no livro central de manutenção. Uma lista de verificação e roteiro deve ser elaborada pelo motorista, evitando que algum sistema fique fora da inspeção.

Importante ressaltar que, caso se tenham duas viaturas marcadas para o mesmo dia, a qualidade será prejudicada, pois haverá pressão para o término do serviço.

É imprescindível a participação do auxiliar mecânico (facilitador do processo). Ele deve estar controlando a manutenção preventiva e apoiando o motorista na manutenção autônoma, assim manterá o controle de todo o processo e anotará: defeitos encontrados, trocas efetuadas, necessidades de peças, datas e escala de manutenção. Também deverá ser comunicado a necessidade de serviços mais complexos ao mecânico. Este, por sua vez, informará ao setor de suprimentos sobre a necessidade de peças. Com isso, inicia-se rapidamente a pesquisa de preços para o pregão eletrônico, que é a forma mais usual de compra por órgãos federais.

#### **5.2.5. Passo 4- Desenvolver habilidades de inspeção geral dos equipamentos**

Os motoristas deverão ficar na frente de suas viaturas com o ferramental desta. Essa inspeção deve ser quinzenal ou mensal. Não poderá ocorrer em intervalos curtos, de modo a não comprometer a manutenção de rotina, nem em intervalos demasiadamente longos para que se tenham sempre dados atualizados.

A inspeção deve ser no próprio *box* da viatura, com uma lista de verificação deverão ser conferidos os sistemas veiculares, ferramentas e acessórios. O diálogo é importante para a familiarização dos métodos de inspeção e não utilização deste como forma de encontrar culpados. Isso deve acontecer em um ambiente participativo, de forma que toda equipe se sinta à vontade para sugerir. Todos os dados coletados devem ser inseridos em planilhas e transformados em gráficos para posterior análise.

O motorista deve ler o manual do veículo, conhecer suas funções, mecanismos e utilizar a comunicação como meio de aprendizagem. Deve compreender a lista de itens a checar, diagnóstico, reparo de pequenos problemas e a inspeção autônoma. Deve saber, ainda, regras de garantia de qualidade através de gabaritos das especificações do veículo. São muito importantes esses gabaritos para que o motorista conheça e utilize os suprimentos, suas especificações e quantidades corretas, evitando enganos. Para auxiliar, devem-se preparar apostilas, manuais, gabaritos, listas de verificação para a inspeção geral, lições de um ponto, manuais dos fabricantes etc.

#### **5.2.6. Passo 5 - Promover a inspeção dos equipamentos**

Para Xenos (1998, p. 273), os operadores devem utilizar com toda efetividade as listas de verificação e procedimentos operacionais (padrões de manutenção autônoma). Devem-se estabelecer as adequadas ações corretivas pela observação da operação correta dos equipamentos e reconhecimento das anomalias. Os padrões provisórios da etapa 3 devem ser revisados e aperfeiçoados sem que a equipe da manutenção apoie. A incorporação de novos itens consiste no objetivo dessa revisão, devido a inspeção geral desenvolvida na 4ª etapa. Aprende-se com isso a registrar os dados dos equipamentos de forma simples. Deverá ser incluído itens de inspeção, limpeza e lubrificação específicos, sempre que forem encontradas novas anomalias.

Portanto, nessa fase os motoristas deverão inserir dados de falhas, números de defeitos, tempo de parada do veículo, dentre outras, de modo a estarem melhorando os padrões de inspeção criados por si mesmos, sempre sendo avaliados pela chefia.

#### **5.2.7. Passo 6 - Organizar e gerenciar o local de trabalho**

A finalidade é padronizar o controle, inspeções e manutenções. Deve-se colocar etiqueta ou adesivo no sistema a conferir, como: freios (1), motor (2), aperto de pneus (3), água no radiador (4) etc. Com a padronização é facilitada o controle, pois será considerado defeito todo desvio. Facilitam-se também os processos, contribuindo para o aprendizado,



estimulando-se a averiguação constante dos sistemas e estabelecendo padrões de responsabilidade individual, adicionando sempre novos itens de inspeção.

A padronização dos lugares das ferramentas facilita a sua organização, conferência e identificação de faltas. Pode-se padronizar o *box* específico de cada viatura, local das lixeiras, gavetas, horários de abastecimento, entre outros. Para isso, é necessário: quadros de informações, placas, quadros de ferramentas etc. O controle visual é importante para a organização.

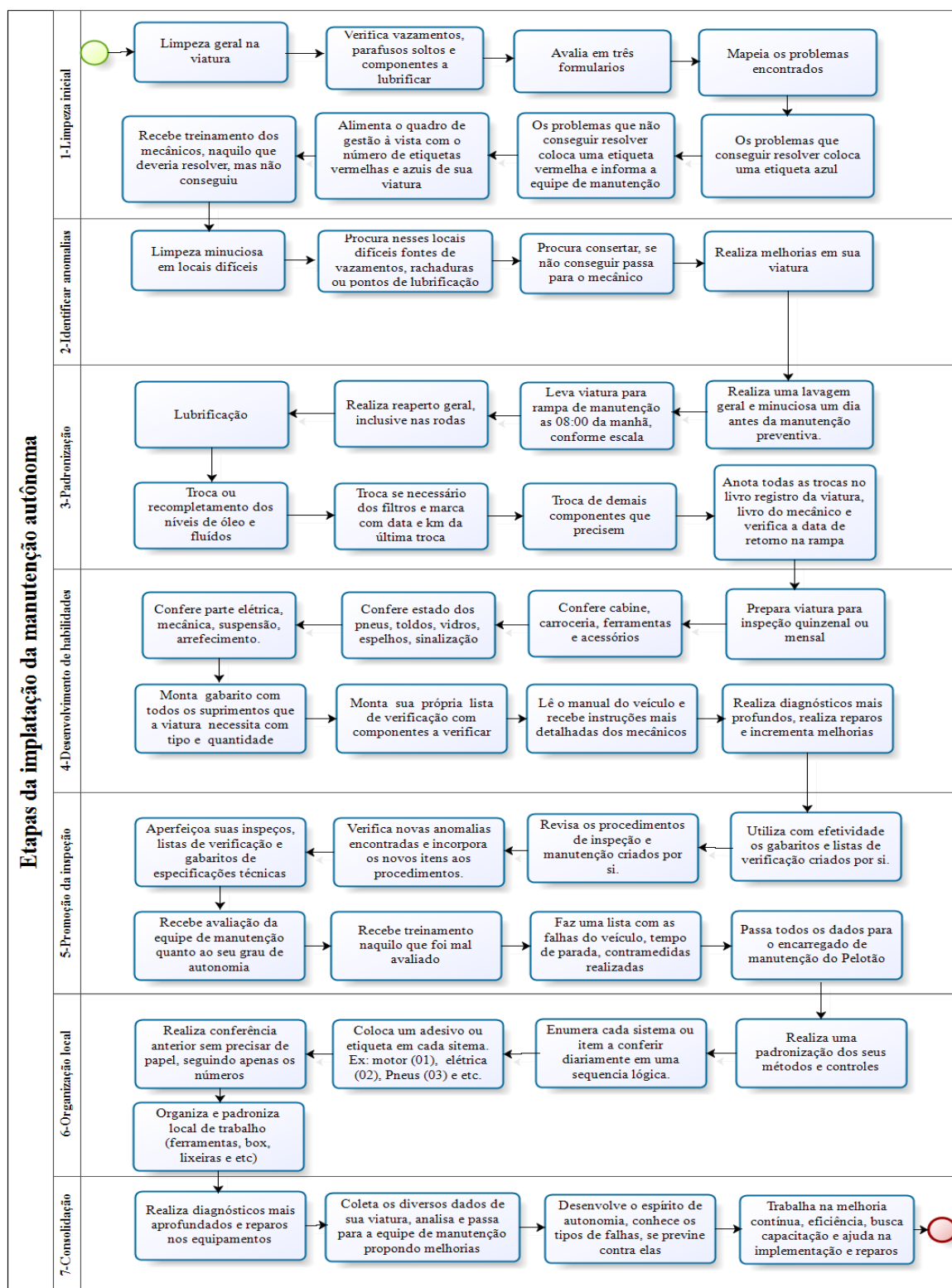
#### **5.2.8. Passo 7- Consolidar a implantação da Manutenção Autônoma**

Xenos (1998, pág. 276) informa que nessa fase os operadores desenvolvem diagnósticos e reparos dos equipamentos, auxiliando na coleta de dados destes para a equipe de manutenção. Desenvolvem, ainda, a capacidade para análise dos dados coletados e propõem melhorias nos equipamentos para melhorar sua operação. Isso estende a vida útil do equipamento e intervalos de falhas. Há também a ajuda dos operadores na implantação das melhorias.

É importante o engajamento dos operadores em atividades de melhoria contínua, a utilização de ferramentas da gestão da qualidade, para assegurar que as atividades serão realmente executadas. Deverá ainda haver um cronograma e um responsável pela sua execução, implantando rapidamente aquilo que for planejado. (XENOS, 1998, p. 276).

No controle autônomo será utilizado o aprendizado das etapas anteriores, para trabalhar com autonomia. A finalidade é a utilização do conhecimento de análise sobre: tipos e modos de falhas, técnicas de melhoria contínua, aumento da eficiência e pequenos ajustes. Todos estes procedimentos devem ser coordenados pelos mecânicos. A seguir a figura 17 apresenta o fluxograma do passo a passo.

**Figura 17 - Passo a Passo da implantação da manutenção autônoma a ser seguida pelos motoristas no PMT do 54° BIS**



Fonte: Elaborado por Alvarez, Diniz e De Castro (2016) utilizando o Bizagi®.

### 5.3. Etapa 3 – Estruturação do controle de informações e de dados

A partir do resultado da pesquisa realizada no Portal da Transparência, relativo aos gastos no elemento de despesa 30 (material de consumo) com subitem de despesa 39 (material para manutenção de veículos), foi possível entender como se processaram os gastos de janeiro de 2010 a dezembro de 2015.

Devido à falta de registro das manutenções, avarias, defeitos e acidentes ocorridos na época, o planejamento da manutenção fica comprometido devido à falta de informações. Outro problema também é a veracidade das informações, pois muitas vezes os livros registro das viaturas são preenchidos com os dados apenas para inspeções formais do alto comando ou muito tempo após o serviço ter sido executado, não refletindo a realidade dos fatos.

Portanto é muito importante manter o livro central de manutenção do PMT em boas condições e diariamente atualizado. A partir dele serão inseridos os dados em um banco de dados informatizado, que possa inclusive gerar estatísticas e auxiliar no planejamento da manutenção e gestão da frota de viaturas. Esse livro deve ser preenchido pelo mecânico responsável e membros de sua equipe, e posteriormente utilizado como fonte de dados primários pelo sargento encarregado do planejamento da manutenção preventiva.

Já o livro registro de cada viatura deverá ser preenchido pelo próprio motorista e será uma síntese do ciclo de vida desta. Deverá ainda, constar as trocas ou rodízios de pneus, substituição de bateria, peças aplicadas, missões realizadas, motoristas responsáveis e acidentes.

O interessante é o Batalhão investir em softwares de gestão de frota, onde ficarão registrados os dados relativos às informações importantes, diminuindo os efeitos negativos da alta rotatividade do efetivo. Existem várias empresas fornecedoras desses softwares no mercado e com várias faixas de preços.

O software SISMA, como exemplo, traz em seu site uma série de benefícios para a gestão da frota de veículos. Algumas das vantagens desse programa, segundo o fabricante são:

- Diagnóstico rápido de irregularidades;
- Aumento da eficiência da frota e da equipe de manutenção;
- Qualidade e agilidade no fluxo de informações, facilitando o seu gerenciamento;
- Redução de papéis e burocracia;

- Integração de todos os setores da manutenção;
- Precisão nas informações para tomada de decisões gerenciais.

Já em relação à manutenção da frota, segundo o fabricante deste software, as vantagens seriam:

- Manutenção de acervo dos equipamentos motorizados com suas especificações técnico-administrativas;
- Emissão de ordens de serviços para troca de óleos, filtros e lavagens dos equipamentos;
- Avaliação do horímetro e hodômetro determinando suas avarias;
- Histórico mensal e anual de todas as manutenções básicas;
- Gestão da troca e rodízio de pneus;
- Gestão da oficina;
- Determinação da durabilidade (hora, Km ou dias) de componentes agregados (lonas de freios, correia dentada, amortecedor e etc);
- Gestão do tráfego e avaliação dos motoristas;
- Gestão de custos por cada equipamento com combustível, pneus, lubrificantes e reparos;
- Gestão de suprimentos.

O software apresenta como principais objetivos: o controle da escala de linhas, veículos e funcionários; controle da liberação, recepção e manutenção dos veículos na garagem; manutenção de histórico das linhas, ocorrência por motoristas/veículos; acompanhamento das horas trabalhadas e folgas dos funcionários e acompanhamento do registro das posições das linhas, reclamações, multas e etc.

Para alimentar inicialmente o banco de dados de qualquer sistema que for utilizado, esta pesquisa realizada no Portal da Transparência, pode servir para registro sistematizado das manutenções realizadas ao longo dos anos.

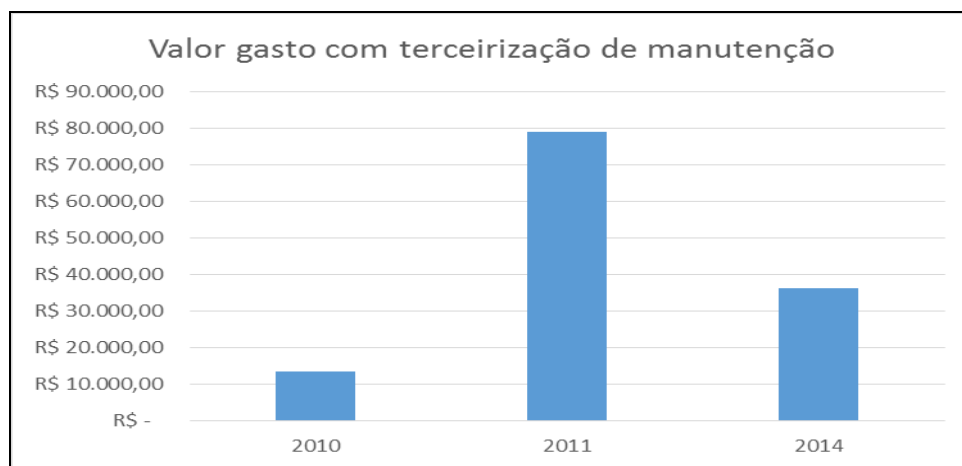
Devido ao fato da estratégia de manutenção do PMT, ainda encontrar-se na corretiva, sendo reparado o problema e dado início ao processo licitatório de compra de peça, apenas quando acontece o defeito ou a falha, a frequência de compras no Portal da Transparência reflete bem

os problemas ocorridos na frota no período estudado. Verificou-se através do método de coleta como observador participante, que usualmente era licitado peças que iriam ser aplicadas emergencialmente nas viaturas, e não para manter estoques. Sem um histórico do que ocorreu com a manutenção da frota, o planejamento pode não ser tão eficaz.

Um dos objetivos do planejamento da manutenção, no PMT do 54ª BIS, é a diminuição dos gastos com manutenções terceirizadas. Estas manutenções são fruto ou da falta de manutenção preventiva ou pela incapacidade do pelotão realizá-las devido à complexidade ou falta de ferramentas e equipamentos.

É possível verificar no ANEXO W, que os gastos com a terceirização da manutenção no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, foram de R\$ 128.857,70. Desse total foi gasto em 2010 o valor de R\$ 13.440 reais, em 2011 o valor de R\$ 79.039 reais e no ano de 2014 o valor de R\$ 36.378,70. Para os anos de 2012, 2013 e 2015 não foi possível encontrar os gastos no Portal da Transparência. A seguir a figura 18, traz a representação do gráfico em barras dos gastos com terceirização da manutenção no período estudado. Nota-se, que 2011 foi o ano que apresentou maior gasto.

**Figura 18** - Gráfico em barras dos valores gastos com terceirização de manutenção no 54º BIS



Fonte: Portal da Transparência

Uma das formas do governo em licitar o serviço de manutenção da sua frota é em contratar por hora trabalhada. Muitas das vezes este contrato inclui as peças, portanto, é uma forma um pouco arriscada tanto para o governo quanto para empresários, já que não se sabe de antemão,

quais serviços serão demandados e quais peças serão aplicadas. Em todo caso, ganha aquele que ofertar o menor preço por hora trabalhada.

Os órgãos federais lançam em pregão uma quantidade de horas trabalhadas a ser contratada e recebem as propostas via sistema eletrônico. Como dito, anteriormente, o licitante que ofertar o menor preço por hora trabalhada, terá o direito de ter o contrato adjudicado para si. Este contrato, por sua vez, terá vigência de um ano, na qual o licitante vencedor receberá apenas pelas horas realmente trabalhadas. Ou seja, caso o governo licite 1000 horas de manutenção, e utilizar apenas 500, o licitante receberá apenas por aquelas 500 horas, e dentro do valor de sua proposta na licitação.

Por isso é necessário o planejamento anual dos serviços a serem terceirizados, já que devido aos avanços tecnológicos, e alto valor na aquisição de bens de capital como máquinas, a terceirização pode ser uma boa opção.

Muitos serviços como alinhamento, balanceamento, cambagem, câster, retífica de motor, manutenção de bomba injetora, lanternagem entre outros serviços, necessitariam de um investimento em equipamentos muito alto por parte do Batalhão e que seriam pouco demandados ao longo do ano. Da mesma forma, levar todas estas viaturas para realizarem estes serviços em algum batalhão logístico em Porto Velho ou Manaus, demandaria um tempo e recursos com combustíveis consideráveis.

No caso do Batalhão, em específico, a melhor alternativa seria na terceirização com empresas na própria cidade, quando fosse necessário deslocar a viatura por completo (como é o caso de serviços de geometria e balanceamento de pneus) e caso o valor venha a compensar, a manutenção terceirizada deveria ser em Porto Velho, caso o componente puder ser desmontado e levado, como uma bomba injetora por exemplo. Porto Velho por ser uma capital e ser a mais próxima do Batalhão, oferece maiores alternativas quanto ao custo e variedade de fornecedores.

Para a compra de peças, também vale o mesmo processo. É muito importante na gestão de estoques, ter informações confiáveis e fiéis à realidade. Isto se faz necessário, para não haver um superdimensionamento deste e ao mesmo tempo impedir que venham a faltar itens necessários.

O Governo Federal vem trabalhando em suas licitações com sistema de registro de preços (SRP), onde os fornecedores interessados em fornecer para o Governo cadastram seus preços

para cada item licitado. Após haver o pregão eletrônico, os vencedores se comprometem a manter o preço por um ano, caso o governo decida em efetivamente adquirir o item.

O interessante neste sistema, é que os órgãos do Governo Federal não são obrigados a comprar, porém caso comprem, deverá ser realizada com os vencedores dos itens, e apenas nos da Administração.

Isso funciona como um estoque virtual, onde a unidade militar poderá adquirir seus itens de interesse durante o ano e fazendo desembolsos apenas no que for necessário, sem estoques físicos onde os mesmos poderiam se deteriorar.

Porém para que esse sistema funcione bem, é necessária uma ampla pesquisa do máximo de itens possíveis que o PMT possa necessitar. Um exemplo seria a licitação de um pára-brisas que não quebrou. Mesmo que esse pára-brisas fique o ano todo sem quebrar, é importante montar uma ata SRP que o vislumbre. Para isso, é necessário contar com o planejamento antecipado ao problema, prevendo que ele possa acontecer e daí realizar a pesquisa de preços para chegar ao preço estimado.

Este preço estimado é o máximo que o órgão pode pagar na licitação, e ele leva em consideração a média ou outros critérios de cálculos, baseados em preços de mercado, preços contratados por outros órgãos públicos e banco de preços. Esse preço estimado deve refletir bem a realidade e se ficar muito acima do real valor de mercado, deve ser cancelado, procedendo-se novamente as pesquisas, segundo orientações do Tribunal de Contas da União.

Após a ata entrar em vigor, e caso haja a necessidade de compra de alguma peça, e estando na Ata SRP, bastará apenas empenhar o item e aguardar seu envio pela licitante vencedora. Este nível de planejamento nas necessidades de suprimentos evitaria grandes transtornos, pois o processo licitatório do seu início até o fim é demorado, portanto a previsão do maior número de peças e suprimentos possíveis e com antecedência, diminuiria bastante o tempo que uma viatura ficaria parada aguardando. Ou seja, diminuiria o tempo médio para reparo (MTTR).

Os ANEXOS, que vão de A à S, mostram as peças e quantitativos compradas no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015. Portanto, já serviriam de base para planejar as principais demandas para os anos seguintes, de modo a serem montadas Atas SRP mais completas.

Outra forma de licitação é a aquela para pronta entrega, ou seja, uma vez licitado um item e havendo licitantes vencedores, o órgão procederá ao empenho, na qual obrigará a empresa vencedora a fornecer o item dentro das quantidades e características licitadas, sob pena de sanção. Nesta forma de licitar, todos os itens do pregão serão adquiridos, a não ser que algum

deles seja cancelado pelo pregoeiro por ordem da Administração superior. Lembrando que tanto a ata SRP, quanto no pregão normal, os valores licitados são sempre acima de R\$ 8.000 reais.

O PMT tem um limite para gastar por ano de até R\$ 8.000 reais com dispensa de licitação. Normalmente esse valor é gasto para itens de extrema necessidade e baixo valor, como no caso da compra de uma câmara de pneu. É uma forma menos burocrática de se empregar recursos, e devido a isso seu valor é pequeno, pois seu rito processual é mais célere e menos sujeito aos controles dos órgãos de auditoria. Portanto, deve ser muito bem planejado a sua utilização, para que não seja consumido rapidamente e deve ser dada a máxima de transparência pública e igualdade aos fornecedores para o emprego desta verba.

Independente de qual forma de licitar peças, acessórios, suprimentos e serviços, deve haver um amplo planejamento, baseado em históricos de informações, para se evitar gastos desnecessários de recursos públicos com itens que não haja necessidade, tenham baixa qualidade ou por valor manifestadamente mais alto que a média de mercado.

O histórico de aquisições no Portal da Transparência realizado por este estudo no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015 pode ser utilizado como uma alternativa para o planejamento das necessidades dos anos seguintes, tanto para características dos itens quanto de quantidades. No programa excel existe um recurso estatístico chamado “TENDÊNCIA”, onde através de um histórico de compras para um item em anos anteriores, é possível estipular uma previsão para os anos posteriores.

Outra contribuição deste estudo para a estruturação do controle de informações e de dados, é que deve ser dada mais atenção, segundo o critério da correlação de valores da frequência de compras X impacto no orçamento, à manutenção preventiva dos sistemas de:

1º. Transmissão;

2º. Freios;

3º. Elétrico.

Já no tocante às peças que deveriam ter prioridade na manutenção, segundo o critério Impacto X Frequência dos defeitos seria:

1º. Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna);

2º. Retentor do cubo de roda;



- 3°. Kit de embreagem;
- 4°. Amortecedor;
- 5°. Cilindro auxiliar de embreagem;
- 6°. Tambor de freio;
- 7°. Bucha do amortecedor;
- 8°. Bomba hidráulica do sistema de direção;
- 9°. Coroa e pinhão do diferencial;
- 10°. Toldo

Outra informação que deve ser levada em consideração para estruturação do controle de informações e de dados é a deficiência que o PMT possui em relação à manutenção preventiva, atuando em muitos casos apenas na corretiva; também na pouca manutenção autônoma por parte dos motoristas, falta de planejamento das necessidades, falta de gestão da manutenção e falta de treinamento.

Apesar de essas últimas informações ter sido adquiridas através do método de observação participante e estipuladas de forma qualitativa, no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, verifica-se que há uma similaridade quando comparadas as informações quantitativas pesquisadas no Portal da Transparência, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015.

Em relação à cultura da manutenção preventiva, pode-se verificar através do ANEXO X, que houve poucos investimentos em máquinas e equipamentos ao longo do período estudado e que poderia ter dado maior efetividade à manutenção preventiva.

Da mesma forma, analisando a quantidade de aquisições de filtros de ar, filtros de combustível, filtros de óleo, correias do motor e dividindo este quantitativo pelo número de viaturas, no período total estudado, chega-se a conclusão que não foram trocados no prazo correto, excedendo este. Ao longo prazo isto vai trazendo problemas ao motor, devido a impurezas no combustível, óleo e ar. Portanto o quantitativo de compra destes itens, que normalmente são trocados de seis em seis meses deveria ter sido maior, ainda mais sendo um batalhão operacional e que realiza constantemente operações com suas viaturas. Há indícios, portanto, de uma cultura de manutenção corretiva.

Em relação à questão de pouca manutenção autônoma por parte dos motoristas, vale lembrar que um dos pressupostos desta, é o zelo que o operador tem ao utilizar o seu equipamento. Ao

ser analisado o terceiro componente na ordem de prioridades de manutenção preventiva das peças, verifica-se que é o Kit de embreagem. Um dos principais motivos que levam ao desgaste de uma embreagem é a forma como o motorista dirige. Ou seja, quando o motorista dirige com o pé na embreagem ou não leva o pedal até o final, há o desgaste prematuro do componente. Pelo alto quantitativo de embreagens compradas em curto intervalo de tempo, pode ter havido um desgaste excessivo.

Da mesma forma o nono componente das peças em prioridade de manutenção, relativo à coroa e pinhão do diferencial, devem estar lubrificados com o óleo lubrificante SAE 90, para que haja diminuição do atrito e desgaste das suas engrenagens. Outro fator que poderia ter quebrado as engrenagens da coroa e pinhão do diferencial, além da falta de lubrificação, seria excesso de força para sair de atoleiros. Nesta última consideração é interessante uma realização de instruções de manobra de força, utilizando polias, cordas, tábuas, outras viaturas, tração 4X4, de modo que não dependessem exclusivamente da força do motor da viatura para sair de atoleiros.

Em relação à falta de planejamento das necessidades, verifica-se no histórico de compras no Portal da Transparência e que reflete as licitações, ter havido no período estudado poucas compras de itens de extrema necessidade, urgência, preço baixo e de frequência em alguns anos, como é o caso de câmaras de pneus.

Como dito anteriormente, há certo itens em que é frequente a sua compra anualmente. Podemos citar os filtros de ar, filtro separador de água, filtro de combustível, filtro de óleo do motor, líquido de arrefecimento da água do radiador, fluído de freios e embreagem, óleo hidráulico da direção, xampu automotivo, desengraxantes, óleos de caixa (SAE 90), óleos de motor a diesel (15W40), arla 32, pneus e baterias.

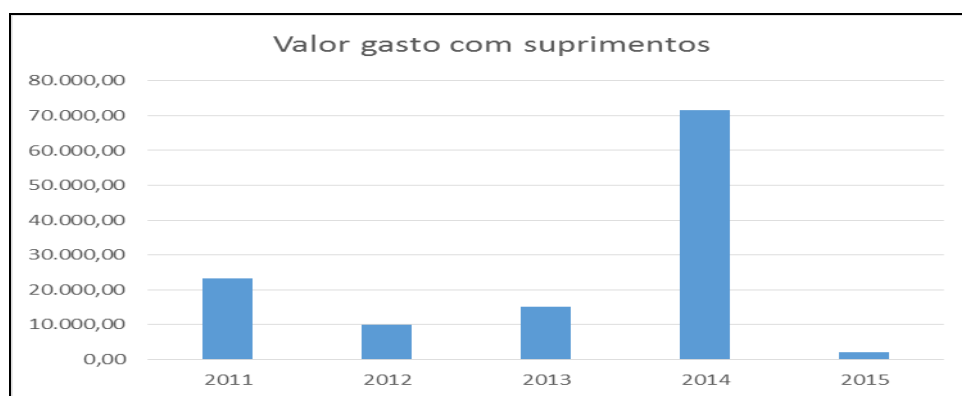
No ANEXO K, verifica-se que no período estudado, de janeiro de 2011 a dezembro de 2015, houve um gasto com estes itens no valor de R\$ 122.130,38. Sendo R\$ 23.291,70 gastos em 2011, R\$ 10.002,70 gastos em 2012, R\$ 15.145,09 gastos em 2013, R\$ 71.643,14 gastos em 2014 e R\$ 2.047,75 gastos em 2015. Em 2010 não foi possível encontrar dados para a pesquisa.

Verifica-se, portanto, uma variação alta dos gastos com estes itens em cada ano, o que demonstra que em alguns anos houve uma maior e em outros uma menor preocupação em licitar estes itens, denotando uma deficiência no planejamento das necessidades.

Não é interessante fazer grandes aquisições destes itens, pois além da validade, existem muitos procedimentos de estocagem correta e que se não forem realizadas podem comprometer a qualidade de alguns suprimentos. Vale lembrar que as aquisições realizadas em um ano, são frutos do planejamento, pesquisas e início de procedimentos licitatórios geralmente realizados no ano anterior ou começo do ano.

A figura 19 apresenta o gráfico com a diferença dos gastos com suprimentos em cada ano, o ano que mais houve compra destes foi em 2014.

**Figura 19** - Gasto com suprimentos pelo PMT no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2015 no 54º BIS



Fonte: Portal da Transparência

Em relação ao problema observado no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, no que se refere à falta de gestão da manutenção, a pesquisa realizada de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, no Portal da Transparência, mostra que houve poucos investimentos em ferramentas, equipamentos, serviços terceirizados e suprimentos. É certo que os investimentos variaram de um ano para outro, bem como os tipos de gastos.

A análise que se pretende fazer aqui, é que é difícil haver uma gestão da manutenção eficaz, quando não há ferramentas adequadas, equipamentos modernos, terceirização de trabalhos complexos e suprimentos suficientes. A gestão começa na licitação, onde é planejado todos estes itens, pois um mecânico não conseguirá abrir um motor se não possuir as ferramentas especiais, o cabo mecânico não conseguirá trocar o óleo se este não for licitado, o eletricitista não poderá checar a central eletrônica das viaturas se não tiver um equipamento de teste moderno e não será possível terceirizar um serviço em que não há o conhecimento suficiente, se este não ter sido previamente planejado.

A falta de gráficos, diagonais de manutenção, indicadores-chave de desempenho, softwares ou escala de parada diária de cada viatura para manutenção preventiva, observados no período em que o autor trabalhou como encarregado de manutenção, demonstra o desconhecimento de ferramentas úteis na gestão da manutenção. E mesmo que elas fossem aplicadas, seria difícil fazer o serviço na prática com poucas ferramentas, equipamentos, suprimentos ou conhecimento.

A última deficiência constatada, através do método de observação, foi à falta de treinamento. Verificando-se o ANEXO W, constata-se que o único investimento em curso de capacitação foi em 2014 na contratação de autoescola para uma mudança de categoria de AB para AD no valor de R\$ 3.000,00.

Portanto, não houve investimentos na formação ou atualização de mecânicos, eletricitas, lanterneiros, borracheiros e motoristas. Devido aos avanços tecnológicos, as viaturas dispõem cada vez mais de componentes eletrônicos e que são complexos de manter. Além disso, os motoristas devem possuir diversos cursos como: transportes de produto e cargas perigosas (como combustíveis, munições e explosivos), cursos de transporte de emergência (no caso das ambulâncias) e curso de transporte coletivo de passageiros (transporte da tropa).

Segundo o artigo 143 do Código de Trânsito Brasileiro, os motoristas devem possuir as seguintes carteiras: categorias A (condutor de veículos de duas ou três rodas), B (condutor de veículos de até 3.500 Kg e até 8 passageiros), C (condutor de veículos com peso entre 3.500 Kg a 6.000 Kg e até 8 passageiros), D (condutor de veículos com peso entre 3500 Kg a 6.000 Kg e transporte acima de 8 passageiros) e E (condutor de veículos que excedam 6000 Kg e transporte acima de 8 passageiros). Lembrando que uma categoria posterior pode dirigir os veículos da anterior, com exceção da categoria A, onde isso não é possível.

Os sargentos técnicos, muitas vezes, estão ocupados com tarefas administrativas como: pesquisas de preço das necessidades para subsidiar as licitações, gestão e controle do almoxarifado, gestão das ordens de serviços das operações, controle e abastecimento de combustível e outras missões diversas. Por isso, não podem dedicar-se por completo a tarefas de manutenção, ficando este serviço por vezes a cargo de militares temporários ou sargentos do quadro especial. Estes últimos são sargentos que entraram como soldados e estabilizaram, mas a maioria está muito próxima de ir para a reserva (se aposentar).

Isso mostra a grande carência de profissionais especializados e motoristas nesta área do Exército. Parcerias e investimentos junto a órgãos como: SENAI, SEST, SENAT, escolas

técnicas locais, outros batalhões com mais infraestrutura, inclusive em outros estados, poderia suprir essa carência de mão-de-obra.

Portanto, graças à pesquisa no Portal da Transparência e observação participante, verifica-se um passivo em investimentos no que tange ao treinamento dos militares do PMT. Esta é uma informação muito importante, pois a falta de investimento no capital humano também contribui para a diminuição da disponibilidade da frota, segurança e qualidade dos serviços prestados.

#### **5.4. Etapa 4 – Estruturação da manutenção preventiva**

Como dito anteriormente, o gestor do PMT poderá decidir qual o critério a adotar para a realização da manutenção preventiva da frota. Ele decidirá se será baseado na maior frequência de compras, maior valor gasto, maior valor da correlação de frequência de compras X valor gasto ou preço-médio das peças. Além disto, também há a opção de se dar prioridade aos sistemas automotivos, peças isoladas ou ambos.

Visando dar maior efetividade nas ações de manutenção preventiva, a etapa 4 do Pilar Manutenção Planejada do programa TPM, propõe-se neste modelo o foco na manutenção dos sistemas automotivos e peças que apresentaram maior prioridade, segundo o critério do valor de correlação da frequência de compras X impacto no orçamento do Pelotão de Manutenção e Transporte.

Não será abordada a organização da manutenção preventiva em si, conforme cronogramas mensais e anuais, diagonais de manutenção, escalas de parada e subida na rampa de lubrificação ou fluxogramas de atividades. Isto é devido ao fato que se devem ajustar estes horários e cronogramas, segundo a vida operacional do Batalhão. Portanto, deve-se conhecer o calendário anual da organização militar e tentar fazer um planejamento nos períodos com menor execução de atividades.

Sendo assim, serão apresentadas as medidas preventivas segundo a literatura, com o objetivo de diminuir a frequência de incidência dos problemas na frota futuramente, amenizando também o impacto financeiro. O conhecimento da literatura de manutenção, melhores práticas do mercado e recomendações dos fabricantes, consiste em um “norte” para um planejamento da manutenção que contemple atividades essenciais para o prolongamento da vida útil do equipamento, maior disponibilidade, menos falhas e defeitos e economia de recursos.

Primeiramente será abordada a manutenção preventiva dos sistemas de transmissão, freios e elétrico. Logo em seguida será abordada a manutenção do conjunto elétrico (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna), retentor do cubo de roda, kit de embreagem, amortecedor, cilindro auxiliar de embreagem, tambor de freio, bucha do amortecedor, bomba hidráulica do sistema de direção, coroa e pinhão do diferencial e toldo, conforme prioridade realizada neste estudo.

#### **5.4.1. Manutenção Preventiva do Sistema de transmissão (1ª prioridade nos sistemas)**

Baseado em Marco Rache (2004) a cada intervalo especificado no manual do veículo, deve-se realizar a lubrificação das cruzetas da junta universal. Segundo o autor, geralmente utiliza-se uma graxa à base de sabão de lítio, que atenda às especificações de grau 2. Para realizar a lubrificação deve-se drenar e limpar a graxa usada, dos rolamentos. Ao ser realizado a troca por uma cruzeta nova, deve-se sempre lubrificar esta, antes da montagem, preenchendo de graxa dos rolamentos. Após isto, lubrificam-se as cruzetas com a graxeira.

Segundo Chollet (2002) as transmissões automáticas exigem o emprego de óleo especial capaz de garantir ao mesmo tempo a lubrificação das superfícies de atrito, a transmissão de energia à embreagem hidráulica e a alimentação da rede de comandos. Segundo o autor deve-se evitar misturar os óleos para transmissões automáticas. Ele ainda informa que os tipos de óleo existentes no mercado são de origem mineral, mas contém diversos aditivos que lhes conferem as qualidades apropriadas a saber:

- Viscosidade pouco variável;
- Fluidez suficiente em baixa temperatura;
- Fraca emulsionabilidade;
- Ausência de ação química sobre os metais.

Marco Rache (2004) explica que deve ser verificado o nível de óleo do diferencial, devendo este estar mais ou menos um centímetro abaixo do furo. Deve ainda ser verificado se o óleo está limpo, caso não esteja, deve-se esvaziar o diferencial de óleo e completar novamente.

Para este caso deve ser utilizado, óleo de caixa na especificação SAE-90, devendo existir o cuidado de preencher de óleo até a marcação, e da mesma forma, deve-se ter cuidado de inserir o óleo com as especificações corretas.

Silva, Pirola Couto e Estigarribia Canese (2015) informam em seu estudo, que a vida útil estimada para uma caixa de embreagem, em veículos leves, é de 60.000 Km. Os autores fazem uma ressalva que apesar dos fabricantes estipularem um tempo de vida útil, isto

dependerá também do desgaste das peças que é influenciado pelo nível e intensidade de utilização.

Marco Rache (2004) cita os sintomas de defeitos e suas causas prováveis no sistema de transmissão:

1. O motor acelera sem que o pedal do acelerador seja pressionado, ou que o veículo aumente a velocidade.

Causas:

1.1 Patinagem da embreagem. Com o veículo andando em terreno plano, acelerar o motor e reduzir a marcha de 7ª para 6ª. Se o motor continuar acelerado, a embreagem está patinando, se ele reduzir um pouco sua velocidade, a embreagem está boa.

- Embreagem gasta. Desgaste excessivo dos discos, placa intermediária e placa de pressão. Verificar e trocar;
- Molas fracas ou cansadas. Testar, e se necessário, substituí-las;
- Defeito no cabo de embreagem ou folga excessiva da embreagem.

1.2 Pedal sem folga. Regular

1.3 Articulações do garfo presas. Verificar e lubrificar.

1.4 Graxa ou óleo nos discos. Verificar, eliminar o vazamento e substituir os discos.

2. Trancos ou solavancos ao fazer a embreagem. Geralmente eles ocorrem ao se engatar a 1ª, 2ª, ou 3ª marchas ou a marcha a ré.

Causas:

2.1 Sujeira na embreagem. Desmontar e limpar.

2.2 Folga da embreagem muito pequena. Regular. A folga do pedal de embreagem deve ser de 2 a 2,5 cm.

2.3 Parafusos e porcas de fixação da embreagem, caixa de câmbio, e coxins do motor frouxos. Apertá-los. Usar uma chave de torque, se possível. Do contrário, apertar o parafuso até ficar justo, e apertar mais um quarto de volta. Não apertar o parafuso demais.

3. Desembreagem inadequada. As marchas não passam facilmente, havendo certa dificuldade em engatar as marchas. As marchas fazem um ruído estridente ao serem engatadas.

Causas:

3.1 Entrada de óleo na embreagem. Verificar se há vazamento de óleo vindo pelo retentor do virabrequim. Trocar o retentor.

3.2 Parte do revestimento de material de fricção foi arrancado. Desmontar a embreagem e trocar o disco de embreagem.

3.3 Folga excessiva da embreagem. Regular.

3.4 Entrada de ar na embreagem de circuito hidráulico. Verificar, sangrar o circuito hidráulico. Algumas vezes, melhora se o pedal de embreagem for apertado várias vezes.

3.5 Vazamento no circuito hidráulico. Verificar juntas e os cilindros mestre e auxiliar.

4. Vibrações no motor:

Causas:

4.1 Montagem incorreta do platô da embreagem. Antes da embreagem, marcar com uma punção a posição do platô e da tampa com um “V”, de modo a ficar fácil a montagem.

5. Dificuldades ao acionar a embreagem, ou embreagem “dura”.

Causas:

5.1 Placa de pressão não retorna à posição inicial. Verificar se as molas estão deformadas ou cansadas, e se as alavancas estão posicionadas corretamente.

5.2 Disco de embreagem empenado. Verificar e trocar se necessário. Verificar se a instalação da embreagem está correta.

5.3 Eixo piloto estriado ou cubo entalhado dos discos desgastados. Verificar se o alinhamento do motor e da caixa de câmbio está correto. Substituir as peças desgastadas.

5.4 Placa intermediária quebrada. Substituir as peças danificadas e verificar se a montagem está correta. Este defeito pode ser causado pela maneira de dirigir do motorista, com trancos na transmissão, sobrecarga, e arranque em marcha lenta.

6. Embreagem não atua.

Causas:

6.1 Cabo de embreagem rompido. Verificar e trocar;

6.2 Em embreagem a óleo, verificar o vazamento do cilindro mestre nos cilindros e tubos.

7. Ruído excessivo na caixa de câmbio



Procedimentos: Levantar o caminhão de modo que as rodas traseiras fiquem no ar, por meio de macacos e cavaletes reforçados. Isto deve ser feito em terreno plano, tendo-se muito cuidado para que o veículo não caia dos apoios. Retirar o eixo cardã. Desta maneira o ruído que for ouvido não será confundido com o do diferencial. Se não for ouvido o ruído, colocar o eixo cardã, e verificar o diferencial. Ligar o motor e trocar as marchas, acelerando e desacelerando-o, procurando ouvir o ruído da caixa de câmbio com a ponta de uma chave de fenda bem grande encostada nela, e encostar o ouvido no seu cabo. Uma barra de ferro com uma ponta arredondada para não machucar o ouvido também serve. Podem ser adquiridos no mercado aparelhos especiais para escutar ruídos, chamado estetoscópio, parecido com os que os médicos utilizam.

Causas:

7.1 O ruído é contínuo, parecendo um assobio, que aumenta se for acelerado. Rolamento desgastado. O ruído diminui ao se mudar a marcha. O rolamento gasto pertence à velocidade em que o ruído for maior. Devem-se substituir todos os rolamentos do eixo em que foi encontrado o rolamento gasto, pois estarão danificados, também. Pode ser falta de lubrificante na caixa de câmbio ou no diferencial.

7.2 Pancadas intermitentes ou pequenos choques repetidos, que aumentam quando o motor é acelerado. Dentes de engrenagens quebrados, ou vários dentes da engrenagem menor, bastante desgastados. As engrenagens que pertencerem à velocidade quando o ruído é maior estão com defeito. A outra engrenagem em contato com o pinhão desgastado deve ser trocada também, para um bom engrenamento com o pinhão novo.

8. Dificuldades em engatar uma marcha.

Causas:

8.1 Folga excessiva da embreagem. Regular;

8.2 Anel de sincronização gasto. Verificar e trocar o anel e as molas;

8.3 Óleo da caixa de câmbio muito espesso, ou foi ultrapassado seu prazo de troca.

8.4 Folga nas articulações da alavanca de mudança ou no trambulador.

9. Uma determinada velocidade não engata.

Causa:

Engrenagem desta velocidade com os dentes quebrados. Rebocar o veículo para a oficina e trocar as duas engrenagens em contato desta velocidade.

10. A engrenagem de uma velocidade desengrena sozinha. A marcha escapa.

Procedimento de teste: Escolher um trecho de uma estrada ou rua, e trocar a marcha lentamente, marcando o local em que o veículo estava quando a marcha escapou. Fazer o mesmo percurso, trocando a marcha rapidamente, e marcar de novo o local em que o veículo estava quando a marcha escapou.

Causas:

10.1 Se a marcha escapar depois do local da primeira vez, ou não escapar, o trambulador, as hastes, ou os garfos da caixa de câmbio estão desgastados. Desmontar e trocar.

10.2 Se o escapamento da marcha ocorrer no mesmo local das duas vezes, a engrenagem pinhão ou o sincronizado estão desgastados.

10.3 Se a alavanca muda de posição e vai para o ponto morto, pode ser devido às seguintes causas:

- Molas dos trambuladores fracas ou gastas;
- O garfo do trambulador está deformado;
- Eixo estriado e pinhão da engrenagem gastos.

11. Se o motor funciona, mas as rodas não giram, quando a alavanca de mudanças é colocada em várias posições. Verificar se o eixo cardã gira. Fazer o teste tentando ouvir com a chave de fenda encostada na caixa de câmbio, no diferencial e no ouvido.

Causas:

11.1 O eixo cardã não gira. Verificar se o eixo de saída da caixa de câmbio gira, ou se o flange de fixação do eixo cardã no eixo da caixa de câmbio gira. Verificar se existe ruído das engrenagens da caixa de câmbio funcionando. Verificar ouvindo com o ouvido encostado na chave de fenda. Poderão ocorrer os seguintes casos:

- A embreagem não funciona. O eixo da caixa de câmbio não gira;

- O flange de fixação da embreagem no eixo primário da caixa de câmbio está quebrado. Desmontar o flange de ligação entre a embreagem e a caixa de câmbio;
- O flange de fixação da caixa de câmbio ao eixo cardã está quebrado. O eixo de saída da caixa de câmbio gira. Verificar se o motorista ouviu estalidos de vez em quando.

#### 11.2 O eixo cardã gira:

- Eixo cardã quebrado;
- Flange de fixação do eixo cardã ao diferencial quebrado;
- Diferencial quebrado, ou suas engrenagens desgastadas. Verificar se um ou os dois eixos das rodas giram. Neste caso, verificar se existem estalidos regulares no diferencial.
- Um dos eixos das rodas não gira;
- Engrenagem do diferencial quebrada;
- Eixo da roda quebrado.

#### 12. Ruídos estranhos na transmissão

Procedimento: Tentar escutar com a chave de fenda ou o estetoscópio colocado na caixa de câmbio, diferencial, e rodas.

Causas:

12.1 Se há um assobio contínuo, que aumenta com a velocidade, é rolamento desgastado;

12.2 Se são ouvidos arranhões abafados, nas rodas, em todas as marchas, são de rolamentos avariados. Trocar;

12.3 Ronco na transmissão na aceleração e na desaceleração. Folga excessiva nos rolamentos do diferencial. Apertar os parafusos da caixa de transmissão e no diferencial. Trocar os rolamentos.

12.4 Vibrações que atingem a carroceria em determinada marcha ou velocidade. Desbalanceamento do eixo cardã, das rodas, ou eixo cardã empenado. Balancear eixo, rodas, trocar eixo. Apertar os parafusos e verificar se a montagem está correta.

#### 13. Ruídos na caixa de câmbio automática.

Nota do autor: A caixa de câmbio automática geralmente é um pouco mais ruidosa do que a caixa de câmbio mecânica. O ruído é maior quando o veículo está em baixa velocidade, na primeira marcha, e quando ele acelera e muda a velocidade o ruído desaparece. O ruído é contínuo, parecendo um assobio de tom grave, meio surdo. Se o ruído for diferente, é sinal de que existe defeito na caixa de câmbio.

13.1 Válvula pneumática com defeito. Se houver uma válvula pneumática moduladora na sua caixa de câmbio, provavelmente ela está defeituosa, e deverá ser trocada. Geralmente esta válvula é acionada a vácuo, ou a pressão. Para retirar a válvula, é preciso levantar o veículo sobre os cavaletes, retirar o tubo de vácuo, e desapertar os parafusos da válvula, retirar os pinos e as molas. Após isto, limpar e guardar o pino e as molas para usar com a válvula nova. Em seguida deve-se trocar a válvula ou seu reparo, se houver, e colocar a válvula. Verificar e completar o nível de óleo da embreagem hidráulica depois da troca.

Em relação a outros tipos de falhas e manutenções da embreagem, elas serão tratadas mais detalhadamente na manutenção de componentes prioritários, já que a embreagem figurou entre os componentes com maior relação frequência X impacto no PMT.

#### **5.4.2. Manutenção Preventiva do Sistema de freios (2ª prioridade nos sistemas)**

Nesta parte não serão abordados os freios a tambor, pois o tambor foi considerado uma das peças prioritárias na manutenção, sendo tratado mais a frente. A norma ABNT NBR 14778, de novembro de 2001, tem como finalidade estabelecer princípios de inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição parcial ou total em sistemas de freios veiculares. No seu item 4.2 são apresentados estes procedimentos, que será abordado em seguida.

No sistema hidráulico, deve-se:

- Medir e, quando necessário, ajustar o comprimento da haste do pedal;
- Verificar o cilindro mestre quanto a vazamentos internos e externos e seu funcionamento adequado, determinando os reparos necessários;
- Remover, reparar e/ou sangrar o cilindro mestre;
- Diagnosticar a baixa eficiência e o funcionamento irregular, causados por problemas no sistema hidráulico, determinando os reparos necessários;
- Inspecionar as tubulações e as conexões de freio quanto a vazamentos, amassamento, torção, corrosão, trincas ou desgaste e reapertar as conexões soltas e os suportes, quando necessário;

- Inspecionar as mangueiras flexíveis, quanto a vazamentos, torção, trincas, abaulamento ou desgaste e apertar as conexões soltas e os suportes;
- Selecionar, manusear, armazenar e abastecer, de líquido de freio até o nível adequado;
- Inspecionar, testar e substituir as válvulas de retenção, reguladora diferencial de pressão e de combinação;
- Inspecionar, testar, substituir e ajustar a altura da válvula proporcionadora sensível à carga, conforme especificação do fabricante;
- Inspecionar, testar e substituir os componentes da luz de advertência do freio;
- Sangrar, substituindo todo o volume contido no sistema de freio.

Já no freio a disco, deve-se:

- Diagnosticar a baixa eficiência, o funcionamento irregular ou a pulsação do pedal, determinando os reparos necessários;
- Remover o conjunto da pinça e seus suportes, limpar e inspecionar quanto a vazamentos e danos na carcaça da pinça;
- Limpar e inspecionar os suportes e os pinos da pinça quanto a desgastes e danos;
- Remover, limpar e inspecionar pastilhas e travas, determinando o reparo e/ou a substituição;
- Desmontar e limpar o conjunto da pinça, inspecionar os componentes quanto a desgaste, corrosão, riscos e danos, substituir vedadores, coifas e peças com desgastes;
- Montar, lubrificar e instalar a pinça, a pastilha e os componentes relativos;
- Limpar, inspecionar e medir o disco;
- Usinar o disco de acordo com a orientação do fabricante;
- Regular as pinças que possuem o freio de estacionamento integrado;
- Abastecer o cilindro mestre com o líquido de freio conforme a recomendação do fabricante, recomendar o assentamento e assentar as pastilhas, inspecionar as pinças quanto a vazamento;
- Reinstalar as rodas e apertar com o torque especificado pelo fabricante do veículo ou parafusos/porca da roda;

- Regular o freio de estacionamento conforme recomendação do fabricante.

No servofreio deve-se:

- Testar o curso livre do pedal com o motor desligado e funcionando e verificar o funcionamento do auxílio do servofreio;
- Verificar a fonte de vácuo (coletor de admissão ou bomba de auxiliar) e linhas de vácuo até o servofreio;
- Inspecionar o servofreio quanto a vazamento na tubulação do vácuo com o pedal acionado e livre, inspecionar a válvula de retenção quanto ao funcionamento adequado e reparar ou substituir as peças quando necessário.

No sistema antitravamento (ABS), deve-se:

- Inspecionar, testar e reparar o sistema de freio antitravamento (ABS) e os componentes hidráulicos, elétricos e mecânicos;
- Diagnosticar a baixa eficiência, o travamento da roda, a sensibilidade do pedal, a pulsação e os ruídos causados pelo ABS, determinando os reparos necessários;
- Observar a luz indicadora do ABS durante a partida do motor e determinar a necessidade de diagnóstico adicional;
- Diagnosticar o controle eletrônico do ABS e os componentes, determinando os reparos necessários;
- Despressurizar os componentes integrais (alta pressão) do ABS, seguindo os procedimentos de segurança recomendados pelo fabricante;
- Abastecer o cilindro mestre do ABS com o líquido de freio, conforme recomendação do fabricante, e inspecionar o sistema quanto a vazamento;
- Sangrar os circuitos dianteiros e traseiros do ABS, seguindo os procedimentos do fabricante;
- Realizar o diagnóstico de pressão de líquido de freio (auxiliar hidráulico) no ABS, integral (alta pressão);
- Remover e instalar os componentes eletro/eletrônico/hidráulico do ABS, seguindo os procedimentos e as especificações do fabricante;

- Reparar, testar e regular os sensores de rotação das rodas do ABS, seguindo os procedimentos do fabricante.

Nos rolamentos de roda, freio de estacionamento e sistema elétrico, deve-se:

- Diagnosticar o ruído no rolamento de roda, a vibração direcional das rodas e os problemas de vibração, determinando os reparos necessários;
- Remover, limpar, inspecionar, lubrificar e reinstalar os rolamentos de roda e substituir os vedadores, reinstalar o cubo e ajustar os rolamentos de roda;
- Verificar cabos do freio de estacionamento e componentes quanto a desgaste, corrosão, torção e oxidação e limpar, lubrificar e substituí-los quando necessário;
- Verificar o funcionamento do freio de estacionamento e regular quando necessário;
- Verificar o funcionamento da luz indicadora do freio de estacionamento;
- Verificar o funcionamento da luz do freio, regular e reparar quando necessário.

Silva, Pirola Couto e Estigarribia Canese (2015) em seu trabalho sobre custos de um automóvel popular no Brasil, informam que o prazo de troca de lonas de freios é de 40.000 Km e o de discos de freio é de 20.000 Km.

#### **5.4.3. Manutenção Preventiva do Sistema elétrico (3ª prioridade nos sistemas)**

Marco Rache (2004) faz recomendações de se fazer a cada seis meses uma limpeza e lubrificação com graxa o eixo do pinhão do motor de arranque. Deve-se limpar ainda, os contatos elétricos do contator de arranque e do regulador de voltagem. Verificar ainda o estado das escovas do motor de arranque, e do motor elétrico do limpador de para-brisas. Podem-se limpar as escovas lixando-as com lixa 00, e depois se sopra com ar comprimido ou se escova com uma escova média.

Para Chollet (2002) para controle de funcionamento do alternador devem-se medir as tensões e potências no momento em que há menor, e, depois no momento em que há o maior número possível de consumidores em operação. Ele deve estar sempre ligado na instalação elétrica do veículo e que a bateria deve ser carregada próximo do máximo. Ele orienta a fazer um teste com o motor parado, devendo-se ligar um amperímetro entre o terminal principal do alternador e o cabo de partida e, depois um voltímetro entre este terminal principal e a massa. As observações a fazer, segundo o autor são:

- I. Ligar o motor e deixa-lo funcionar em marcha lenta. Normalmente, a tensão deve ser superior à tensão nominal e a potência deve atingir alguns ampéres. Uma tensão muito fraca, porém estável, prova que o alternador não está excitado. A causa é um defeito do regulador ou um mau contato das escovas sobre os anéis coletores do rotor. Se a tensão for levemente mais fraca que a tensão nominal, com vacilação da agulha, o defeito estará nos rolamentos do estator ou em algum diodo. O alternador deve ser desmontado para efetuar o controle de cada elemento;
- II. Acelerar o motor até o regime médio e observar a potência de carga sem consumidor em serviço. Se a bateria estiver bem carregada, a potência permanecerá fraca e a tensão ficará perto do máximo. Em compensação, a potência será bem mais alta quando a bateria estiver meio carregada;
- III. Conservar o motor em regime médio e colocar em operação o número máximo de consumidores (faróis, limpadores de para-brisa, etc). A tensão deverá baixar ligeiramente e a potência deverá aumentar. Um pequeno aumento de potência indica que o regulador é insensível, sendo necessário trocá-lo. Observação do autor: É possível conseguir às vezes sensibilizar o regulador abaixando o regime do motor até a marcha lenta e depois tornando a acelerar lentamente, deixando os consumidores em operação. Se o regulador reagir normalmente, não será possível trocá-lo.

Marco Rache (2004) informa alguns problemas que podem surgir no sistema elétrico dos veículos. Segundo o autor esses problemas são:

1. O dínamo ou o alternador não carrega (o amperímetro do painel não indica carga quando o motor é acelerado). Causas:

- Verificar se a correia “V”, que o movimenta, está em bom estado, ou se ela está com folga. A folga deve ser mais ou menos um centímetro para motores de automóveis pequenos, e de dois centímetros para motores de caminhão;
- Mau contato dos fios que levam do amperímetro gerador ou alternador;
- Escovas desgastadas ou coletor do gerador sujo. Para isso devem ser trocadas as escovas. Verificar o estado da mola que comprime as escovas. Deve-se limpar com um pano úmido em querosene, e depois secar com um pano limpo e bem seco;
- Regulador de voltagem com defeito. Devem-se verificar os contatos do regulador. Para testá-lo, deve-se fazer uma ponte com um fio condutor, unindo-o aos terminais de



entrada e saída do regulador, e ligar o motor, deixando-o acelerado. Se o amperímetro indicar carga, o defeito está no regulador;

- Fusível do gerador ou alternador queimado.

2. Se a bateria está carregada de manhã, quando na noite anterior estava carregada. Causas:

- Alguma lâmpada ou equipamento elétrico ficou ligado durante a noite. Desligá-lo e carregar a bateria;
- Existe alguma corrente de fuga. A corrente de fuga é provocada por algum contato preso de um contato ou relê, ou algum fio que ficou fazendo contato, formando o circuito elétrico. A maneira mais simples de verificar, após a carga da bateria, é colocar uma lâmpada da mesma voltagem do circuito, e fixa em um soquete com duas pontas de fios, uma em cada contato. Colocar uma ponta no terminal positivo da bateria, e a outra no cabo positivo, certificando-se que todos os equipamentos elétricos do veículo estão desligados. Se a lâmpada acender, é sinal que existe uma corrente de fuga, e deverão ser desconectados todos os equipamentos elétricos do circuito, um de cada vez, para verificar. Em cada vez, deverá ser repetido o teste. Quando a lâmpada não acender, indica que o equipamento causador da corrente de fuga é este. Verificar inclusive os relês de buzina.

3. No motor de arranque elétrico, se ao ar partida ele não funciona. Causas:

- Mau contato em algum fio elétrico da chave de partida ou cabo da bateria ou do motor de arranque. Verificar conexões soltas, na bateria, na chave de partida, ou no motor de arranque, limpar os terminais da bateria, e apertar os cabos;
- Escova do coletor de arranque suja ou gasta. Verificar e trocar se necessário.

4. Se o motor de arranque gira, mais rapidamente, e o pinhão não engrena com a coroa, surgindo um ruído alto e estridente, quando o motor de arranque funciona. Causa:

- Verificar se o pinhão Bendix está quebrado, sujo, ou preso à rosca, ou se a bobina solenoide do mecanismo de partida por solenoide está queimada, ou se o induzido do Bosh está queimado.

5. Se o motor de arranque silencia, após ter engrenado, ou se gira lentamente. Causa:

- Bateria descarregada, ou com carga baixa. Quando se dá a partida, as luzes do painel enfraquecem ou se apagam. Carregar a bateria. Verificar o estado e a limpeza dos terminais da bateria, e apertar os cabos. Verificar se há alguma corrente de fuga.

Segundo Schmidt (2010), dielétricos ou materiais isolantes se caracterizam por oferecerem uma considerável resistência à passagem da corrente, comparativamente ao valor intrínseco correspondente dos materiais condutores.

Nepomuceno (1989) faz recomendações quanto ao correto aperto de parafusos, constante medição da resistência do isolamento de motores elétricos e avaliar os valores, concluído se podem ou não funcionar diariamente. Também pode ser utilizada a avaliação pelo método como índice de polarização, medição de teste com corona e medida de tangente das perdas dielétricas.

Schmidt (2010) define polarização como um deslocamento reversível dos centros das cargas positivas e negativas na direção do campo elétrico externo aplicado. Por ser reversível, essa direção acompanha, ou pelo menos tende a acompanhar, a própria orientação do campo elétrico aplicado. Segundo o autor, baseado na grandeza da constante dielétrica, pode-se antever o comportamento de um material quanto à sua polarização envolvendo o fator de perdas dielétricas ou, simplesmente, fator de perdas, no caso em que a polarização existente e um isolante trazem uma elevação de temperatura, resultante de um consumo de energia.

Conforme Chollet (2002) para descobrir a causa da potência demasiadamente fraca do motor de arranque, é preciso efetuar duas medidas elétricas simultâneas: medidas de intensidade do circuito e da tensão nos terminais. O autor informa que a intensidade se mede com um amperímetro de influência 0-400 A, preso a um dos cabos de partida. Já o teste de tensão nos terminais, deve ser medida entre o terminal de entrada no motor de arranque e a massa do motor, ou então, ligar o voltímetro no terminal de entrada do contator (relê de partida). Se for verificada baixa amperagem (menos de 100 A) e a tensão for muito baixa, com valores diminuindo progressivamente, o defeito é a bateria pouco carregada ou em más condições.

Se a tensão baixa quase para zero, o defeito estará nos terminais ou na solda dos cabos de partida, incluindo o cabo da massa (terminais frouxos ou contato oxidado). Mas se a tensão baixa normalmente (1,5 volt) enquanto que a amperagem é excessiva, o circuito estará parcialmente na massa (poeira metálica no contator e poeira de carvão nas proximidades das escovas do motor de arranque ou então defeito de isolamento de um enrolamento no ângulo

de uma massa polar ou no induzido). Situação em que deverá ser feita uma revisão no motor de arranque (CHOLLET, 2002).

Geralmente a queda de resistência superficial é devida a deposição de poeira, devendo a medição ser precedida de limpeza com jato a ar comprimido, limpando com maior cuidado os extremos da bobina e de preferência a partir da parte posterior das barras de conexão. Outro fator que contribui para a queda da resistência é a absorção da umidade (NEPOMUCENO, 1989).

Conforme Chollet (2002) obtém-se os mesmos valores quando o motor opõe uma forte resistência mecânica. Para que isto seja percebido, deve-se acionar o motor manualmente, com a correia do ventilador ou balançando o veículo para frente e para trás, com uma alavanca de marca em 4ª. O motor livre é capaz de dar um quarto de volta nos dois sentidos, já o motor “comprimido” fica imóvel. Caso a tensão baixar um pouco e se a amperagem permanecer baixa, significará que há um defeito de contato no circuito do motor de arranque (contatos do contador, terminal de entrada do motor de arranque, solda dos enrolamentos e dos terminais das escovas, desgaste excessivo das escovas, coletor sujo).

Nepomuceno (1989) informa que deve ser verificado ainda se há susceptibilidade do motor elétrico à umidade, qual o gradiente da queda de resistência, se apresenta queda com o tempo ou se é abrupta, se a queda foi devida a perda da resistência em volume ou superfície.

No caso de ausência total de arranque, quando ao acionar a chave de ignição será produzido um choque metálico ou um assobio bem nítido, sem que o motor pegue, sendo o defeito proveniente do sistema de engrenagens (pinhão acunhado na coroa ou colado em posição de espera por uma quantidade de graxa). Caso não haja nenhum ruído no momento de ligar o motor, o defeito será do contato de arranque ou do relé. Para discernir estas causas, basta colocar uma lâmpada-piloto entre o pequeno terminal de entrada do relé e a massa. Quando a lâmpada acender no momento em que a chave de ignição for acionada, o defeito estará no contador (terminal frouxo, enrolamento do relé interrompido, má ligação com a massa e, eventualmente, escovas do motor de arranque coladas). No caso da lâmpada não acender, o defeito estará no contato da chave. Para confirmar, basta ligar os terminais, pequeno e grande, do contador por meio de um fio ou de um corpo metálico. A partida será efetuar-se-á normalmente (CHOLLET, 2002).

Para verificação de rupturas no isolamento de máquinas de corrente contínua, Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) orientam a utilizar um ohmímetro para localizar

aberturas e curtos (interna e externamente) nas bobinas de campo. Para isso devem-se desfazer as ligações entre as bobinas de campo e a armadura, para evitar a existência de partes em paralelo durante o teste, e aplicar as pontas de prova do ohmímetro aos condutores de campo.

Os autores acima informam, que caso o ohmímetro indicar uma resistência muito alta, há um circuito aberto em algum ponto do enrolamento do campo. A bobina aberta pode ser detectada testando-se cada bobina em separado. Para isso a bobina aberta deve ser desligada e substituída, sendo a resistência da armadura de uma máquina C.C. tão baixa que um ohmímetro comum não pode medi-la. Quando a armadura apresenta uma abertura, o ohmímetro também indica zero devido ao grande número de caminhos em paralelo. Portanto, as armaduras devem ser testadas com equipamento especial. Este teste é conhecido como teste de enrolamento de campo.

Para Chollet (2002), na maioria dos veículos modernos, o comutador de ignição tem um contato de partida que se obtém no fim do curso da chave. Esta combinação faz com que no momento do arranque a lâmpada-piloto da carga acenda (lâmpada vermelha), informando as seguintes situações:

- Se o arranque não se efetuar, basta observar a luminosidade desta lâmpada.
- Quando a lâmpada apagar progressivamente, a bateria estará descarregada ou fora de uso.
- Quando a lâmpada apaga bruscamente, significa que os terminais estão frouxos;
- Se a lâmpada conservar a sua luminosidade integral significará que o circuito de arranque não está em ação (falha do relê ou interrupção do circuito no motor de arranque).

Baseado em Schmidt (2010) os vernizes são produtos resultantes de resinas com um solvente. Para o autor os vernizes são classificados em três grupos:

- a) Vernizes de impregnação;
- b) Vernizes de colagem;
- c) Vernizes de recobrimento.

Nepomuceno (1989) orienta que ao ser verificado a deterioração do isolante ou sua perda de resistividade, devem as regiões ser limpas e reenvernizadas, visando eliminar a entrada de

umidade e aumentar a resistência, aumentando-se assim a vida útil do motor elétrico. Após ser limpo com detergente adequado, deve-se secar e aplicar a camada de verniz (métodos de mergulho, spray ou vácuo).

#### **5.4.4. Manutenção preventiva das peças, componentes e conjuntos prioritários**

A seguir será apresentado as principais manutenções preventivas, segundo a literatura, das peças, componentes e conjuntos que apresentaram as maiores prioridades no critério de correlação de valores de frequência de compras X impacto no orçamento.

##### **5.4.4.1. Manutenção preventiva do conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna - 1ª prioridade)**

A partir deste item será abordada a manutenção dos componentes que figuraram entre os itens com maior valor da correlação de frequência de compras X impacto, no orçamento no Pelotão de Manutenção e Transporte do 54º Bis.

Segundo Marco Rache (2004), o fusível é um dispositivo que interrompe o circuito elétrico quando a corrente elétrica ultrapassa um determinado valor. Desta forma, é possível proteger os fios e componentes elétricos, pois o circuito se interrompe automaticamente antes que a corrente suba a um valor que possa danificá-los, com em um curto circuito.

O autor acima informa que existem fusíveis com diversas capacidades máximas de corrente, como 10, 15, 20 ou 30 ampéres, sendo a caixa de fusíveis o local onde são colocados estes, facilitando a troca. Ao ser constatado que algum componente elétrico não funciona como os faróis, devem-se verificar primeiro o estado dos fusíveis, trocando-os caso necessário.

Portanto caso uma viatura esteja tendo muita queima de fusíveis em período curto de tempo, significa que pode estar havendo algum problema de sobrecarga no sistema elétrico, podendo vir inclusive a danificar algum componente importante. A equipe de manutenção, neste caso, deve investigar as causas.

Há diversos tipos de lâmpadas utilizadas nos faróis automotivos, como as incandescentes, as de quartzo-iodo (halogênio) e Led. As de halogênio (iodo, flúor, bromo) segundo Silva (2004 apud Azevedo, 2013) são conhecidas como “incandescentes turbinadas”, apresentando as mesmas características de funcionamento das lâmpadas incandescentes. Devido a alta temperatura do filamento, há a evaporação de partículas de tungstênio, sendo introduzido gás de halogênio, na qual sua capacidade é regenerar este tungstênio evaporado, mantendo o filamento na mesma espessura.

Para Creder (2007 apud Azevedo, 2013) essa lâmpada se destaca pelo ótimo índice de reprodução de cor e iluminação branca e brilhante, com durabilidade superior às incandescentes, embora emita muito calor e possa haver um estilhaçamento inesperado.

De Castro (2013) informa que os leds possuem vida útil elevada, em torno de 50.000 horas, o que faz com que sejam diminuídos diversos custos. O autor também cita outras vantagens como: menor agressão ao meio ambiente, não emite raios ultravioletas e infravermelho, possui alto índice de reprodução de cor (IRC), alta eficácia luminosa, baixo índice de perda luminosa, diversidade de abertura de ângulos de fecho, pequena dimensão, acionamento instantâneo, operação em baixa tensão, entre outros.

Baseado em Marco Rache (2004) existem alguns sintomas de defeitos que podem ocorrer com as lâmpadas, a seguir o autor menciona eles:

#### 1. As lâmpadas não acendem. Causas:

- Se apenas uma lâmpada não se acender, poderá ser uma lâmpada queimada, lâmpada frouxa ou mal-colocada no soquete, ou mau contato nos fios ou terminais da lâmpada, ou fio cortado ou desligado, ou fusível queimado, ou interruptor defeituoso. Mau contato com o fio terra;
- Se todas as lâmpadas não acenderem, pode ser que a bateria esteja desconectada do circuito elétrico. Verificar o contato dos cabos da bateria, e do cabo terra com o chassi.

#### 2. As lâmpadas enfraquecem quando o motor funciona em marcha lenta, e se fortalecem quando o motor é acelerado. Causas:

- Bateria fraca ou descarregada. Carregar e recuperá-la. Nível do eletrólito baixo. Completá-lo com água destilada. Mau contato em algum terminal da bateria, ou terminais corroídos e sujos. Limpá-los e apertá-los.

#### 3. As lâmpadas ficam amarelas quando ligadas com o motor diesel desligado. Causas

- Bateria descarregada. Pode-se notar que o motor de arranque não tem força para mover o motor diesel. Pode ser que os terminais da bateria estão sujos ou corroídos, não deixando passar a corrente elétrica.

4. Uma ou duas lâmpadas apagam e acendem intermitentemente. Causas:

- Se for apenas uma lâmpada, trata-se de mau contato no seu soquete, e se forem todas as lâmpadas de um circuito, deve ser mau contato com o soquete do fusível, ou no fio terra.

Chollet (2002) explica que a posição dos faróis de um veículo automóvel deve proporcionar uma iluminação correta das estradas; os feixes de luz não devem ultrapassar os limites máximos previstos pela via de circulação. Todos os faróis são feitos com previsão de uma orientação conveniente. Baseado no autor, a regulagem é feita movendo todo o farol na base esférica de fixação ou somente o refletor dentro do farol. Os dois sistemas permitem efetuar um movimento vertical e horizontal do feixe luminoso.

Para proteção da lente, farol e lanterna da viatura, é importante que o PMT coloque grades de proteção nestes. Devido ao fato de serem viaturas militares, muitas vezes passam por lugares onde há galhos e acabam batendo nesses componentes, sendo assim, as grades iriam amenizar a ocorrência de danos.

No caso da trepidação das estradas, principalmente daquelas sem asfalto, é importante que se apertem bem todos os parafusos para evitar que quando a viatura passe por um buraco, esses componentes trepidem e acabem quebrando. É importante evitar folgas e utilizar apenas os modelos de lentes, faróis e lanternas originais, evitando-se adaptar outros modelos na viatura, pois podem não se encaixar perfeitamente.

O motorista deve tomar cuidado ao passar por buracos e evitar trafegar muito próximo da viatura da frente em um comboio, pois uma pedra pode entrar no sulco do pneu dela e ser arremessada na sua viatura de trás, quebrando principalmente pára-brisas e outros acessórios.

#### **5.4.4.2. Manutenção preventiva do retentor do cubo de roda (2ª prioridade)**

Baseado em Chollet (2002) o cubo consiste na parte central da roda, que liga esta as demais peças do veículo, sendo que sua montagem difere conforme a roda seja ou não motriz. É feito de aço forjado comum, possuindo geralmente um colar para receber o tambor de freio.

O cubo das rodas motrizes é encaixado no eixo por cone e chaveta ou por apoio chanfrado, sendo nos dois casos chavetado e atarraxado. Já o cubo das rodas não motrizes é montado em dois rolamentos. Nos rolamentos de esferas comuns, há um flange intermediário e a montagem é feita por atarraxamento ao bloco. Tratando-se de rolamentos cônicos, não há

flange intermediário e a porca de montagem deve ser ligeiramente apertada para deixar a roda girar livremente, sem folga (CHOLLET, 2002).

Para a empresa SKF (2008) os retentores são elementos vedantes que tem a finalidade de reter o lubrificante, fazer a vedação sob pressão, separar dois meios distintos, evitando que haja a atuação de agentes contaminantes.

A empresa Corteco (2011) informa que o retentor é basicamente composto de três partes: carcaça metálica, mola e revestimento de borracha com lábio de vedação, sendo a borracha o elemento mais importante. A empresa ainda informa que o retentor do tipo RWDR KASSETE foi desenvolvido especialmente para cubos de roda, saída de câmbio e entrada de eixos motrizes, dispensando o uso de pista, pois é parte integrante do mesmo. Esse tipo de retentor trabalha como um rolamento de esferas, rodando sobre si mesmo. Sendo um retentor encapsulado com pista própria, tem a vida útil muito longa devido a sua forma construtiva.

Conforme Varela (2012), a vedação do retentor ocorre entre o lábio de contato deste e o equipamento que se deseja vedar, existindo forças de atrito que desgastam o lábio. Por isso é muito importante à correta escolha do material para diminuição deste atrito, sendo o mais utilizado o elastomérico. Sendo assim, a temperatura de funcionamento do retentor é que vai ser fundamental para a escolha do material utilizado.

Para a empresa Corteco (2011) o retentor é uma peça delicada e de precisão, necessitando de cuidados especiais durante o armazenamento, manuseio e montagem. Quanto ao armazenamento, a empresa informa que deve ser conservado em local limpo, seco e não próximo ao teto e a temperatura em torno de 25°. Também não deve ser colocado peso sobre as embalagens e não pendurar em pregos e guardar em caixas de ferramentas.

A temperatura é responsável pela vida útil do retentor, sendo o calor o responsável pelo rápido envelhecimento da borracha. A isto está relacionado às perdas de propriedades elásticas do material e capacidade de vedação. Quanto maior a rotação (rpm) do eixo do motor ou redutor maior será a geração do calor (VARELA, 2012).

Em relação ao manuseio, a fabricante Corteco (2011) informa que a parte mais sensível é o seu lábio de vedação, responsável pela vedação do lubrificante, sendo muito importante o cuidado nesta região. Deve-se evitar o contato no canto de vedação e caso existir algum tipo de luva de proteção na parte interna, esta não deve ser retirada, pois protege o canto de vedação. As luvas de proteção são ainda de dois tipos: as que se deslocam automaticamente e as que



são removidas manualmente após a aplicação. Para a montagem, a fabricante recomenda em sua apostila, os seguintes procedimentos:

- Devem ser utilizadas ferramentas adequadas, não devendo ser empregado martelo ou chave de fenda em contato direto com o retentor.

Obs: Não é necessário o uso de cola, devendo ainda ser lubrificado para não trabalhar a seco nos instantes iniciais;

- Para a montagem do retentor no eixo deve ser verificado o estado deste, para o bom desempenho do retentor, devendo estar livres de riscos, amassados, oxidados, entre outros;
- Após a remoção de um retentor, mesmo que não esteja vazando, deverá ser substituído por um novo, pois na remoção poderão ocorrer deformações;
- O novo retentor não poderá trabalhar na mesma posição que o antigo trabalhou, podendo ser montado em uma profundidade diferente que a anterior, ser trocado a pista do eixo caso exista ou instalar anéis espaçadores de profundidade.

Vale lembrar que o cubo de roda possui rolamentos em seu interior. Caso não haja a devida lubrificação, correto posicionamento dos rolamentos ou operação correta, será gerado calor no interior deste, podendo haver vazamentos, devido a danos no retentor. O quadro 25 apresenta as principais anomalias, causas e soluções para danificações em retentores.

**Quadro 25 - Diagnóstico de danificações em retentores**

<b>Anomalia</b>	<b>Causa</b>	<b>Solução</b>
Alteração da coloração, de azul para marron claro, do canto de vedação	Aumento da temperatura admissível no caso da <b>borracha Nitrílica</b>	Verificar se o retentor se encontra com a correta <b>lubrificação</b>
	Aumento da força radial	<b>Substituição do retentor</b>
	Lubrificação deficiente	Verificar o nível do <b>lubrificante</b>
Alteração da coloração do retentor, em todo o seu corpo, menos na região do anel exterior	A temperatura do lubrificante excedeu o máximo admissível para a borracha escolhida para o retentor	Descobrir a fonte do <b>superaquecimento</b>
Canto do retentor incorretamente adaptado em relação ao eixo	Inexistência de rugosidade na zona de trabalho do retentor	Trabalhar o eixo de modo a deixá-lo com uma rugosidade total numa gama de valores <b>entre 1 e 4 microns</b>
Retentor com baixa força radial	Retentor incorreto para o diâmetro do eixo em que vai efetuar a vedação	Efetuar uma comparação entre as dimensões existentes no retentor e verificar se <b>obedecem às normas de ajuste</b>
Retentor apresenta no lábio de vedação sinais de ressecamento, quebrado ou com fissuras	Temperatura admissível do retentor foi ultrapassada	Descobrir a fonte do <b>sobreaquecimento</b>
	Corte da mola	Verificar a compatibilidade do tipo de borracha em uso <b>para a aplicação pretendida</b>
	Diâmetro do eixo incompatível com o diâmetro do retentor	<b>Substituição do retentor</b>
Desgaste irregular no canto da vedação	Rugosidade do eixo acima do ideal (1 a 4 microns)	Refazer o acabamento da <b>pista de trabalho do retentor</b>
	Respiro obstruído	Desimpedir o respiro e proceder à substituição do <b>retentor</b>
	Retentor não ideal para a aplicação em questão	Substituir o retentor em questão por outro mais <b>indicado</b>
Desgaste irregular no canto da vedação	Excentricidade estática do alojamento do retentor	Trabalhar o alojamento do retentor tendo sempre em conta a segunda medida <b>gravada no retentor</b>
	Falta de paralelismo entre o retentor e o alojamento	Aplicar o retentor da forma correta, salvaguardando sempre a necessidade de obter o retentor sempre paralelo ao <b>alojamento</b>
Lábio do retentor dobrado para fora	Falta de chanfro no eixo	<b>Trabalhar o eixo</b>
	Falta de utilização da luva de <b>aplicação de retentores</b>	Utilizar a luva
	Respiro obstruído	Desimpedir o respiro e proceder à substituição do <b>retentor</b>

Fonte: Corteco (2011)

#### **5.4.4.3. Manutenção preventiva do kit de embreagem (3º prioridade) e Cilindro auxiliar de embreagem (5ª prioridade)**

Para facilitar o entendimento da manutenção preventiva, o Kit de embreagem e o cilindro auxiliar de embreagem foram tratados neste tópico, pois são itens interligados.

Marco Rache (2002) cita os defeitos que podem causar desgastes ou avarias nas embreagens. O autor ainda informa que alguns defeitos além de causar desgastes, deixam sinais que permitem identificar suas causas pelo exame da embreagem. Segundo o autor alguns desses sinais são:

##### **1. Marcas de vibrações acentuadas sobre a placa de pressão:**

Causas:

- Revestimentos sujos de óleo ou de graxa;
- Cabos dos sistemas de comando de embreagem que não deslizam suavemente;
- Coxins suportes do motor com defeito;
- Folgas nas articulações do eixo cardã, o nas juntas universais;
- Motor desregulado.

##### **2. Marcas de graxa no cubo**

Causas:

- Excesso de graxa no tubo, o no eixo piloto estriado, levando à redução do coeficiente de atrito dos revestimentos de desgaste da embreagem. A embreagem patina.

##### **3. Pontos de superaquecimento na placa de pressão**

Causas:

- A embreagem foi forçada a patinar muito tempo; óleo ou graxa sobre os revestimentos; folga do rolamento de embreagem especificado pelo fabricante do veículo; mecanismo de acionamento da embreagem com defeito.

##### **4. Superfície do revestimento de desgaste com manchas de superaquecimento**

Causas:

- Revestimento de desgaste sujo de óleo. Queima de revestimentos e patinagem da embreagem.

## 5. Revestimentos sujos de óleo

Causas:

- A embreagem patina e trepida, fazendo ruído. As vibrações produzidas danificam o amortecedor do disco.

## 6. Sulcos ou riscos azulados na placa de pressão

Causas:

- Desgaste do revestimento;
- Modo de dirigir do motorista incorreta, com o pé ficando apoiado sobre o pedal;
- Folga de rolamento excessivo, a embreagem não libera o disco quando acionada;
- Tudo isso faz a embreagem patinar.

## 7. Revestimento gasto até os rebites

Causas:

- Carga da placa de pressão muito baixa, por falta de troca do platô na última revisão. A embreagem patina.

## 8. Revestimento do lado do volante apresenta desgaste somente nos diâmetros internos e externos

Causas:

- O volante não foi usinado ou substituído quando com defeito. A embreagem trepida e patina.

## 9. Sulcos ou riscos no revestimento do lado do volante

Causas:

- Volante não foi usinado ou substituído quando defeituoso. A embreagem patina.

## 10. Suportes dos revestimentos abaulados

Causas:

- Revestimento do material de fricção incorreto. Desgaste desigual, e superaquecimento. Os revestimentos não têm contato homogêneo com os discos de pressão. A

embreagem patina, e se superaquece. Mesmo com o pedal da embreagem apertado até o fim, continua a haver contato do revestimento com o disco de pressão.

#### 11. Perfil estriado do cubo danificado

Causas:

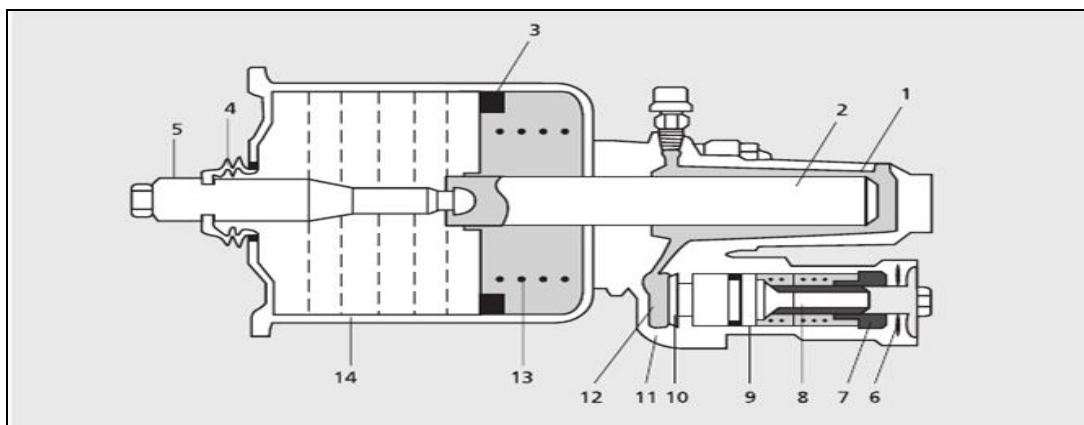
- Montagem incorreta da embreagem. O disco foi montado desalinhado no eixo piloto estriado.

#### 12. Cubo estriado enferrujado e oxidado

- Falta de lubrificação do eixo piloto estriado. O platô não libera o disco da embreagem.

Baseado em SACHS (2005), o cilindro auxiliar de embreagem ou servo-embreagem, é um sistema constituído por um servo mecanismo de atuação hidráulica e pneumática, que tem como objetivo a diminuição do esforço do motorista para acionar o pedal da embreagem, possibilitando uma operação suave e precisa. Geralmente utilizada em veículos, onde a exigência pela embreagem de força para debreagem é elevada. A figura 20 apresenta os componentes do cilindro-auxiliar da embreagem que são:

1. Corpo hidráulico;
2. Êmbolo hidráulico;
3. Retentor do êmbolo pneumático;
4. Coifa;
5. Haste de articulação;
6. Válvula de descarga pneumática;
7. Corpo da válvula pneumática;
8. Válvula pneumática;
9. Êmbolo de comando hidráulico;
10. Diafragma;
11. Corpo intermediário;
12. Câmara hidráulica;
13. Mola de pré-carga;
14. Corpo pneumático.

**Figura 20 - Cilindro auxiliar de embreagem**

Fonte: SACHS (2005)

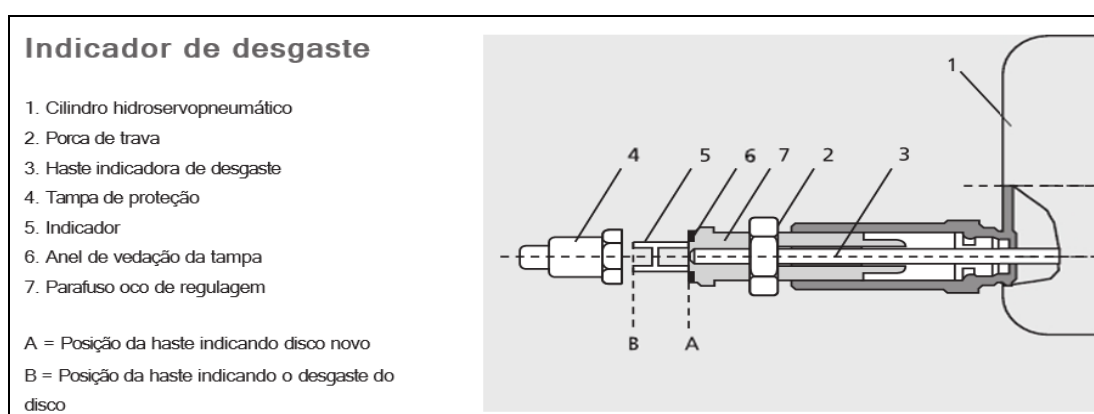
Baseado em Costa (2002), no sistema de embreagem hidráulica, a pressão que o motorista exerce no pedal força o óleo a penetrar no cilindro principal (ou mestre), que aciona o cilindro auxiliar (ou servo). Por sua vez, o cilindro auxiliar aciona o anel de impulso. Ao ser debreado, a potência do motor é cortada, pois o motorista agiu no pedal. Nesta situação o autor informa que o anel de impulso faz flectir o diafragma, liberando assim o platô. Ao tirar o pé do pedal o veículo volta a ficar embreado e a potência circula novamente do motor para caixa do câmbio. Nesta última situação, o diafragma se apresenta plano, empurrando o platô.

Sachs (2005) esclarece que alguns tipos de servo-embreagens não possuem regulagem, a não ser àqueles que possuam dispositivos indicadores de desgaste do disco de embreagem. Para estes últimos a regulagem é realizada no próprio indicador de desgaste e com o sistema montado. Para ajuste do indicador de desgaste em caminhões e ônibus deve-se:

1. Certificar-se que o sistema esteja completamente “sangrado” e que o conjunto pedal da embreagem esteja completamente regulado, além do disco ser novo;
2. Acionar a embreagem pelo menos três vezes para acomodar o sistema;
3. Remover a capa protetora (4) com cuidado para não quebrar o corpo plástico do indicador (5);
4. Soltar a porca (2) e ajustar o parafuso oco (7), de modo que, o topo da haste (3) tangencie o topo do parafuso oco (7) (posição disco novo). Durante o ajuste o pedal da embreagem deve estar em repouso.
5. Apertar a porca (2) e reinstalar a capa protetora (4).

A empresa acima traz em sua nota que: caso o servo (cilindro) de embreagem em uso, tenha que ser substituído, sem que o disco de embreagem seja trocado, a profundidade da haste deverá ser medida e o indicador do novo servo regulado com a mesma medida do que foi substituído. O fabricante também recomenda que ao se instalar um cilindro com indicador de desgaste, também se substitua a embreagem por outra nova. A figura 21 apresenta os componentes do indicador de desgaste do servo-embreagem ou cilindro auxiliar de embreagem.

**Figura 21** - Indicador de desgaste da embreagem através do servo-embreagem



Fonte: Sachs (2005)

Para Bogoni e Pinho (2009) trafegar com o pé na embreagem consiste em um vício de direção, na qual o motorista realiza uma ação sem necessidade e muitas vezes sem perceber, pois virou procedimento automático. Além disto, informam que este vício provoca a redução de 50% da vida útil do disco da embreagem.

Portanto, como visto é muito importante a manutenção e operação correta da embreagem. Sachs (2005) apresenta em seu manual de reparo de sistemas de embreagens, alguns procedimentos importantes para a manutenção de suas embreagens. A empresa informa que:

- Deve ser verificado o indicador de desgaste do disco de embreagem, sem que haja a necessidade de desmontar o conjunto para verificar;
- Na posição de repouso, ao ser verificado o alinhamento do dente com a face da haste do cilindro hidráulico ou com a ranhura da alavanca de acionamento do garfo de embreagem, significa que o disco de embreagem deve ser trocado, pois atingiu o limite máximo de desgaste;

- Sendo trocado o disco, deve haver o ajustamento do indicador de desgaste, em que um dente ou marcação coincida com um ponto da haste do servo ou cilindro receptor;
- Lubrificação do mancal;
- Verificação do nível de fluído;
- Caso o nível do fluído esteja abaixo da marca “mínimo”, verificar a estanqueidade do sistema antes de completar o nível, utilizando somente fluídos recomendados;
- Drenar o sistema pneumático, deslocando lateralmente ou comprimindo a haste da válvula de drenagem de cada um dos reservatórios de ar, até que saia por completo toda a água condensada;
- Substituição do fluído a cada ano.

Em seu trabalho, Bogoni e Pinho (2009) fazem referência a outros erros que os motoristas praticam na direção, como utilizar o “ponto morto” da marcha quando o veículo está em movimento, pressão incompleta do pedal da embreagem na troca de marcha e dirigir com o pé sobre a mesma.

Baseado em SACHS (2005), a troca anual é pelo fato do fluído ser uma substância orgânica que se altera com o tempo pelo efeito da temperatura, e também porque é higroscópico (absorve umidade do ar). A empresa informa os procedimentos corretos para a troca do fluído, lembrando que antes dos procedimentos deve-se desconectar a tubulação de fluído do servo ou do cilindro secundário e passar ar no sistema, afim de, eliminar todo o fluído velho e impurezas do sistema:

- 1) Conectar a tampa do dispositivo de sangria;
- 2) Regular a pressão de serviço do aparelho de sangria para 1 bar;
- 3) Retirar o guarda-pó do parafuso de sangria e conectar uma mangueira transparente para coletar o fluído;
- 4) Soltar o parafuso de sangria e manter aberto até que o novo fluído de freio comece a sair, sem borbulhas de ar;
- 5) Fechar o parafuso de sangria, retirar a mangueira e colocar o guarda-pó;
- 6) Acionar o sistema várias vezes para se certificar de que não há mais ar no sistema.



Portanto para uma manutenção eficaz da embreagem pelo PMT, é importante levar em consideração todas estas informações, além de outras recomendações de fabricantes, e treinamento constante dos motoristas na correta utilização da embreagem.

#### **5.4.4.4. Manutenção preventiva do amortecedor (4ª prioridade) e bucha do amortecedor (7ª prioridade)**

Devido ao fato do amortecedor e sua bucha estarem intimamente ligados, aqui será tratado a manutenção de ambos, pois problemas no amortecedor devem levar a sua troca, bem como a de sua bucha.

Segundo a fabricante Monroe (2016), as buchas permitem a flexibilidade dos componentes da suspensão, eliminando os ruídos do contato metálico, absorvendo impactos e vibrações. A fabricante ainda informa em seu site, que as buchas também garantem o posicionamento das rodas no solo, proporcionando maior controle da direção.

Baseado em Costa (2002), os amortecedores destinam-se a absorver as vibrações para que as molas oscilem de forma continuada para cima e para baixo. O autor ainda afirma que os antigos discos utilizados como amortecedores, foram substituídos por amortecedores hidráulicos.

Marco Rache (2004) explica que o funcionamento do amortecedor se baseia no efeito de frenagem de movimento, provocado pelo atrito do óleo hidráulico ao passar por pequenas passagens das válvulas de estrangulamento do amortecedor. O amortecedor tem suas extremidades fixas uma ao chassi, e outra ao eixo das rodas, de modo que quando as molas são estendidas com o movimento da carroceria do veículo para cima ou para baixo, o amortecedor também é comprimido e estendido.

O amortecedor é formado por diversos tubos, e com as válvulas servindo como passagem para o óleo de um para outro tubo, e o óleo encontra resistência ao passar pelas aberturas variáveis das válvulas, que se abrem ou fecham, dependendo do movimento. Ao passar por um terreno irregular, as molas são comprimidas quando ele passa por um ressalto, e são descomprimidas ou esticadas quando a roda passa por um buraco, e o amortecedor acompanha estes movimentos, abrindo e fechando (MARCO RACHE, 2004).

Segundo Chollet (2002) os amortecedores podem ser de ação simples ou de ação dupla. Os de ação simples só freiam a expansão da mola, ou seja, os rebotes do veículo, não opondo nenhuma resistência à flexão da suspensão. Já os de ação dupla freiam as oscilações nos dois sentidos, efetuando uma leve frenagem à retração da mola e uma frenagem potente na

expansão, melhorando a firmeza na curva e tornam a ligação entre as rodas e o chassi mais firme. De acordo com o autor um amortecedor é formado por:

- Guarda-pó;
- Líquido;
- Válvula de frenagem;
- Passagem limitada;
- Fixação superior no chassi;
- Pistão;
- Barra;
- Junta;
- Fixação interior no eixo.

Marco Rache (2004) aborda como fazer a verificação de um amortecedor:

1. Substituir quando:

- Haste do êmbolo empenada;
- Fixação desgastada;
- Vazamento no vedador;
- Corpo amassado.

2. Não apresentando nenhum destes defeitos, fazer uma prova manual da seguinte forma:

- Segurar o amortecedor verticalmente, com um eixo através de seu furo interior, e um tubo igual ao diâmetro do furo, na parte superior da haste;
- Movimentá-lo de 8 a 10 vezes em todo seu percurso; a resistência deve ser constante.

Após esta prova manual, deve-se substituir o amortecedor quando:

- 1º. Caso se verifique alguma diminuição de pressão ao mudar o sentido do movimento;
- 2º. Se oferecer uma manobra sem resistência em qualquer parte do percurso;
- 3º. Se houver impossibilidade de manobra-lo à mão.

Observação segundo o autor acima: A comparação com um amortecedor novo pode dar uma impressão falsa, pois o amortecedor não usado, evidentemente tem que ser mais duro. Este tipo de prova manual só dá uma apreciação aproximada, para conclusão efetiva, é necessário utilizar uma máquina especial de provas.

Silva, Pirola Couto e Estigarríbia Canese (2015) informam que os amortecedores estão classificados entre os itens que sofrem desgaste natural e pelo uso. Segundo a pesquisa dos autores, em relação à linha leve de veículos, a vida útil estimada de amortecedores traseiros e dianteiros são de 40.000 Km.

Como a vida útil dos amortecedores dependem das molas e pneus, é necessário fazer verificações também quanto ao estado destes. Em relação aos pneus, é importante fazer a geometria, balanceamento, cambagem e cáster. Alguns sintomas devem ser observados para o prolongamento da vida útil dos amortecedores. Marco Rache (2004) cita alguns deles abaixo.

1. O veículo fica inclinado quando parado em terreno plano. Causa:

- Molas quebradas – Verificar cuidadosamente se o veículo não está com uma das rodas em um buraco, e se a carga está distribuída igualmente. Verificar se as molas do lado mais baixo estão quebradas e trocá-las;

2. O veículo se inclina demasiadamente nas curvas. Causa:

- Carga com peso unitário muito pequeno e empilhado, de modo a ficar muito alta, fazendo com que o centro de gravidade do veículo fique muito alto;
- Barra estabilizadora quebrada. Verificar e trocar;
- Mola quebrada. Verificar e trocar;
- Amortecedores gastos. Verificar e trocar.

3. Veículo pula demais em terrenos irregulares. Causa

- Amortecedores gastos. Verificar e trocar.

#### **5.4.4.5. Manutenção preventiva do tambor de freio (6ª prioridade)**

Segundo Costa (2002) um freio de tambor é um tambor de ferro fundido, contendo um par de sapatas semicirculares. Ele está ligado à roda e gira solidário a ela, a tal ponto que, quando o tambor diminui a velocidade ou venha a parar, o mesmo acontece com a roda.

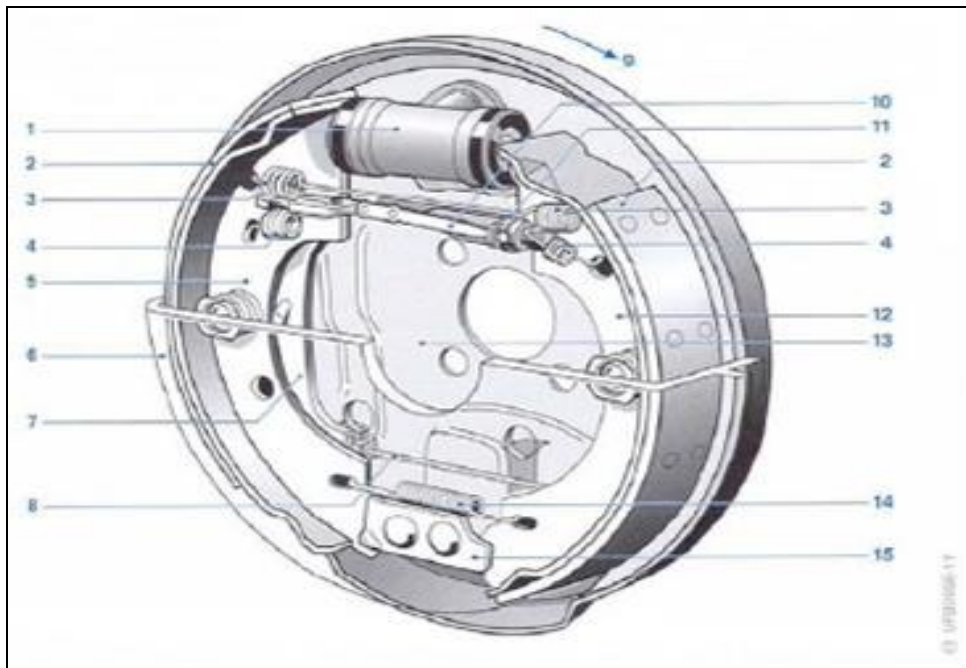
Já em relação ao freio de estacionamento, Prieto (2014) informa que ao ser acionado a alavanca ou pedal, o cabo do freio puxa a alavanca do freio de estacionamento, na qual está instalada na sapata secundária. Com sua parte superior, a alavanca do freio de estacionamento pressiona a sapata primária, através do dispositivo de regulação, contra a superfície interna do tambor de freio. No momento em que a sapata primária se apoia no tambor, a alavanca do freio de estacionamento pressiona a sapata secundária contra a superfície interna do tambor de freio.

Costa (2002) ainda reforça que na maioria dos freios a tambor, as sapatas são pressionadas de encontro ao tambor de rotação, graças a um dispositivo articulado. Uma das extremidades de cada sapata está articulada em um eixo, enquanto a outra pode ser movida por um excêntrico ou pelo fluido de freios, impelido sob pressão para o interior dos cilindros do freio da roda, sendo proveniente do cilindro-mestre. O autor ainda afirma que em um dos sistemas hidráulicos, o cilindro da roda está fixo ao prato do freio e contém dois pistões que acionam as sapatas. Como alternativa, utiliza-se um só pistão no cilindro que pode mover-se no prato do freio. Quando os freios são aplicados, a pressão do fluido atua uniformemente sobre o pistão e a extremidade fechada do cilindro, obrigando estes a separarem-se. Por sua vez, estas peças afastam as sapatas, de modo que, as lonas encostem ao tambor.

A figura 22 apresenta um tambor com freio de estacionamento integrado, onde temos:

(1) cilindro de roda; (2) lonas; (3) mola de retorno das sapatas; (4) molas de retorno do mecanismo de ajuste; (5) sapatas de freio; (6) tambor de freio; (7) haste do freio de estacionamento; (8) cabo do freio de estacionamento; (9) sentido de rotação do tambor; (10) bi metálico do mecanismo de auto-ajuste; (11) porca do mecanismo de auto-ajuste; (12) sapata de freio; (13) prato traseiro ou de ancoragem; (14) mola de retorno; (15) articulação das sapatas.

**Figura 22** - Freio a tambor Simplex com freio de estacionamento integrado



Fonte: BOSCH (2007)

A norma ABNT NBR 14778 informa que nos freios a tambor, deve-se:

- Diagnosticar a baixa eficiência, o funcionamento irregular ou a pulsação do pedal, determinando os reparos necessários;
- Remover, limpar, inspecionar e medir os tambores de freio, reparar ou substituir quando necessários;
- Montar o tambor de freio no torno, usinar a face de frenagem do tambor, conforme especificação do fabricante;
- Remover, limpar e inspecionar sapatas do freio, molas, pinos, travas, hastes, ajustadores automáticos, outros componentes relativos ao freio e ao espelho, lubrificar quando especificado pelo fabricante e montar;
- Remover e instalar os cilindros de roda;
- Regular as sapatas do freio, reinstalar os tambores do freio ou tambor/cubo e os rolamentos da roda;
- Reinstalar as rodas e apertar com o torque especificado pelo fabricante do veículo os parafusos/porcas da roda;

- Regular freio de estacionamento conforme recomendação do fabricante.

#### **5.4.4.6. Manutenção preventiva da bomba hidráulica do sistema de direção (8ª prioridade)**

Conforme Marco Rache (2004), quando o motor é ligado, a bomba de engrenagens é acionada através de uma correia, fazendo com que o óleo hidráulico seja retirado do reservatório, pressurizado e enviado pela tubulação até a válvula de segurança, que se abre se a pressão ultrapassar o nível de segurança, do contrário ficará fechado, permitindo que o óleo continue pela tubulação até chegar à entrada da válvula de carretel.

Sendo assim, o autor acima informa que, ao ser girado o volante, a coluna de direção gira, movimentando os setores de engrenagem. O setor faz girar o parafuso sem-fim, que então é obrigado a se movimentar longitudinalmente, empurrando a válvula carretel para a esquerda, que fecha as passagens de óleo, deixando somente aberta a passagem que faz o óleo ir pela tubulação até a entrada do cilindro, e o pistão é empurrado para cima, puxando a sua haste, e a cremalheira, que então força o setor de engrenagens a girar, movendo a coluna de direção e o braço pitman. Como a pressão do óleo fornecida pela bomba hidráulica é bastante alta, a pressão que é feita no pistão resulta em uma força que compensa a resistência do mecanismo de direção em realizar a virada das rodas.

Mattos e Falco (1998) informam que o manual de instalação, operação e manutenção dos fabricantes devem sempre ser consultados para cada caso particular, e sugerem os itens normalmente inspecionados e ordem de grandeza da periodicidade que devem ser feitos em bombas de maneira geral:

##### 1. Inspeções diárias

- Das pressões de sucção e descarga;
- Da vazão (se possuir indicador);
- De alterações bruscas em ruído e vibração;
- De vazamento de caixa de gaxetas;
- De temperatura dos mancais;
- Caso existam instrumentos indicadores, fazer as leituras para verificar qualquer comportamento anormal da bomba, acionador, sistema de selagem, lubrificação e refrigeração;

## 2. Inspeções mensais

- Dos níveis de vibração;
- Do alinhamento;
- Das temperaturas dos mancais (com termômetro);

## 3. Inspeções semianuais

- Do funcionamento da caixa de selagem e sobreposta;
- Da necessidade de substituir ou complementar o lubrificante dos mancais;
- Do alinhamento, se já não é feito mensalmente;

## 4. Inspeção anual

- Inspeção completa da bomba, acionador, sistemas auxiliares, acoplamento e instrumentos indicadores.

Deve ser verificado o estado da correia que aciona a bomba hidráulica, pelo motor, conferindo o estado dos “dentes” da correia, se a mesma não está virada, folgada ou com aperto excessivo, devendo esta ser na especificação correta. Deve ser verificado ainda o estado do óleo hidráulico, que normalmente é o ATF, verificando se este não tem impurezas e se ainda conserva suas propriedades hidráulicas e principalmente sua viscosidade. Verificar também o estado da tela de proteção dentro do reservatório do fluido, conferindo diariamente se o nível do fluido está compreendido entre a marca de mínimo e máximo.

Bill e Carreirão (2016) explicam que a desvantagem em um sistema de direção hidráulica convencional é que pelo fato da bomba estar ligada ao motor diesel, ela permanece em funcionamento durante todo o tempo em que o veículo está ligado. Independente do veículo se encontrar parado ou em movimento, haverá consumo de energia por este componente.

Segundo Mattos e Falco (1998), o diagnóstico é um adequado trabalho de diagnose, dependendo fundamentalmente, de informações que permitam correlacionar o sintoma apresentado à possível causa. Sendo assim, os autores informam alguns sintomas de problemas nas bombas:

- Bomba não bombeia;
- Capacidade insuficiente;
- Pressão insuficiente;

- A bomba perde o escorvamento após a partida;
- A bomba sobrecarrega o motor;
- A bomba vibra;
- Engaxetamento tem vida curta;
- A caixa de gaxetas vaza excessivamente;
- Selo mecânico tem vida curta;
- O selo mecânico vaza excessivamente;
- Rolamento com vida curta;
- Bomba superaquecendo ou gripando.

Sobre as diversas causas dos problemas acima, Mattos e Falco (1998) citam: entrada de ar no sistema, não escorvamento, folgas, falta de lubrificação, materiais estranhos no rotor, falta de líquido no sistema, vazamentos, aspirações altas demais, viscosidade do líquido errada, rolamentos gastos, desalinhamento, atritos, desbalanceamento, empenamento de eixos, bomba trabalhou seca, sujidades no sistema, obstrução de tubulação, entre outras.

Bill e Carreirão (2016) recomendam o sistema eletro-hidráulico, pois este só trabalha quando há necessidade. O motor elétrico acoplado à bomba hidráulica permanece desativado até que haja a rotação no volante, e para a leitura desta rotação é utilizado um sensor de giro e velocidade do volante.

#### **5.4.4.7. Manutenção preventiva da Coroa e Pinhão do diferencial (9ª prioridade)**

Baseado em Marco Rache (2004, p.298), o diferencial é um conjunto de engrenagens, instalado no centro do eixo traseiro do veículo, e tem as seguintes funções:

1. Transmitir o movimento giratório do eixo cardã, que está no sentido longitudinal ao veículo, aos eixos das rodas motrizes, que estão perpendiculares;
2. Distribuir este movimento entre os dois eixos das rodas de uma maneira desigual, conforme as situações a que está submetido. Nas curvas, por exemplo, a tração deve ficar mais aplicada nas rodas que descrevem a parte exterior da curva, reduzindo ou evitando a derrapagem das rodas de um semieixo.



Segundo Nepomuceno (1989, p.450), denomina-se engrenagens do pinhão, aquela com menor número de dentes e coroa a que possui o maior número de dentes. Também poderia ser designado por engrenagens 1 e 2 ou a e b.

Marco Rache (2004) informa os componentes de um diferencial:

1. Engrenagem Pinhão do eixo de transmissão;
2. Porca de fixação do flange da junta universal;
3. Engrenagem Planetária;
4. Engrenagem Satélite;
5. Engrenagem Coroa;
6. Carcaça do diferencial;
7. Semieixo das rodas traseiras.

Chollet (2002) concorda com o exposto acima ao informar que o diferencial transmite o movimento da coroa aos eixos da roda, e faz com que a velocidade de cada roda seja diferente quando o veículo faz uma curva, sendo que a roda que se acha dentro da curva gira mais lentamente que a roda que está fora da curva. Para o autor, o diferencial também permite uma rotação diferente das duas rodas motrizes quando os pneus não apresentarem o mesmo grau de desgaste ou a mesma calibragem.

Marco Rache (2004) explica que o eixo cardã gira o eixo de entrada, fazendo a engrenagem pinhão girar. Como o eixo pinhão está em contato com a engrenagem coroa (maior), também faz esta girar. A partir daí será acionado as engrenagens satélites e planetárias, conforme a situação em que o veículo se encontra, ou seja, em uma curva ou linha reta.

Quanto a manutenção das engrenagens pinhão e coroa do diferencial, esta foi abordada em parte na manutenção preventiva do sistema de transmissão e será complementada na parte de manutenção preditiva do mesmo sistema, principalmente no que tange aos cuidados com o tipo de óleo lubrificante. Deve-se atentar, além da especificação correta e condições do óleo utilizado, na correta montagem das engrenagens. Tudo isto visa a diminuir o desgaste nos diversos serviços a que são submetidas, possibilitando uma maior vida útil dos componentes.

#### **5.4.4.8. Manutenção preventiva dos Toldos das viaturas (10ª prioridade)**

O Boletim Interno nº 097 de 31/05/1996 do Centro Tecnológico do Exército, que foi homologado pela portaria nº 025 de 09/07/1996 – SCT, aprovou a NEB/T E- 300 que fixa as

características e as condições para a aceitação do toldo de viatura militar utilizado no Exército Brasileiro.

Esta norma informa que o toldo deve ser constituído por um conjunto de peças de material têxtil costuradas entre si, consistindo de cobertura, cortina posterior e/ou cortina anterior, sendo dotado de componentes metálicos, correias, tirantes e cordas. As cordas devem ser de algodão, de sisal ou de polipropileno de baixo alongamento, devendo apresentar um diâmetro de 9,5 mm e ter o descochamento prevenido mediante o emprego de falça ou de ponteira metálica nas extremidades.

Já a norma do Exército Brasileiro NEB/T E-299 fixa as características e as condições exigíveis para a aceitação do material têxtil empregado na fabricação do toldo militar, utilizado no Exército Brasileiro.

Esta última norma informa que o material a ser aprovado deve ser submetido a tratamento antifungo. Informa ainda que o material têxtil deve apresentar solidez da cor após teste de envelhecimento acelerado, também realizando testes com resistência à tração, permeabilidade à água, resistência à chama e metamerismo (teste para saber se duas amostras de cores iguais sob uma condição de iluminação, também o são sob outra).

Deve-se evitar o manuseio da lona sobre superfícies imperfeitas e ásperas, ou sobre materiais com cantos vivos ou pontiagudos. Devem-se evitar também escovas, amarrar cordas sobre a lona, usar cantoneiras de metal sobre esta ou ainda guardá-la molhada. Utilizar água ou sabão neutro para a limpeza, evitando-se produtos químicos como gasolina, diesel ou “limpa-baú”. Dobrar sempre a lona sobre uma plataforma de madeira, sem contato com o chão e paredes úmidas. Ao final, fixar toda a lona no veículo, evitando que alguma parte fique solta. (Brasil Verde®, 2014).

A viatura ao retornar de missão, e ao ser constatado que há rasgos no toldo, deve haver um esforço no sentido de reparar o mais breve possível, de modo a não aumentar o(s) rasgo(s) em função de vento, galhos de árvore ou ação humana.

### **5.5. Etapa 5 – Estruturação da manutenção preditiva**

Nesta etapa será abordada a manutenção preditiva, que é a 5ª etapa do pilar manutenção planejada do programa TPM. Foi proposto para os sistemas de transmissão, freios e elétrico (prioridades segundo critério de correlação frequência X impacto no PMT), uma manutenção preditiva baseada na literatura.

Devido ao fato de não existir no PMT nenhuma técnica aplicada de manutenção preditiva, não será abordado à sistematização e organização para implantação destas técnicas. Caso o PMT venha a adotar, através deste trabalho, as técnicas preditivas, interessante seria criar a posteriori fluxogramas, cronogramas e diagonais de manutenção para implantar na frota de viaturas ao longo do ano.

Portanto, este estudo limitou-se a apresentar as principais técnicas preditivas e sugerir algumas delas, segundo o sistema automotivo, baseado na literatura. Tal embasamento teórico poderá orientar o PMT para o entendimento das técnicas e compra inicial de alguns equipamentos, criando-se em pouco tempo uma cultura de manutenção preditiva.

Nepomuceno (1989) informa que há que se distinguir a diferença entre prevenção (manutenção preventiva) e previsão ou predição (manutenção preditiva). Para o autor a prevenção significa a substituição de um componente, supostamente no limiar de sua vida útil, sendo a substituição baseada em estatística de confiabilidade duvidosa. Já a predição, o componente é substituído com base em dados numéricos originados da medição de parâmetros relativos ao próprio componente. Nesse caso, a substituição é executada apenas quando necessária e independente do tempo de uso.

Segundo Marco Rache (2004), este tipo de manutenção realiza-se através de exames detalhados do desgaste ou deterioração de um determinado componente, o que permite efetuar a sua troca somente quando determinados resultados dos exames indicam a sua necessidade. O autor cita como exemplo, os exames em laboratório, que permite continuar usando um determinado óleo durante um prazo muito maior do que o indicado pelo fabricante, tomando-se cuidados maiores com a filtragem e centrifugação.

Para Nepomuceno (1989) é importante saber o “como” a máquina ou equipamento que se pretende manter pode sofrer prejuízos. Para ele, com tais dados é possível verificar quais os parâmetros, ou variáveis que interessam a manutenção preditiva. O autor cita as variáveis mais utilizadas:

- a) Espessura do material;
- b) Temperatura de operação;
- c) Vibração do equipamento:
  - Deslocamento;
  - Velocidade;

- Aceleração;
  - Fase
- d) Contaminação do lubrificante;
- e) Particulado no lubrificante;
- f) Constante dielétrica e fator  $\tan \delta$ ;
- g) Fiação e cabeação – isolamento e estado do isolante;
- h) Análise do óleo isolante;
- i) Ventilação e/ou aeração;
- j) Monitoramento de fissuras por fadiga (carga, cíclica) e várias outras grandezas que dependem do caso.

#### **5.5.1. Manutenção Preditiva do Sistema de transmissão (1ª Prioridade)**

Para a manutenção preditiva dos sistema de transmissão, propõe-se a utilização da análise de vibração do equipamento ou componente e análise rápida de óleo.

Conforme Nepomuceno (1989), o método preditivo de vibração do equipamento, consiste na medição dos níveis globais de vibração, medições essas, que são executadas dentro de determinados períodos de operação da máquina ou equipamento. Com este procedimento é possível saber a evolução das vibrações, e os níveis para serem tomadas as providências e evitar as irregularidades ou situações catastróficas, sendo esta a técnica menos onerosa.

Segundo Rao (2008) vibração é qualquer movimento que se repita após um intervalo de tempo, podendo ser classificado como: livre ou forçada, não amortecida e amortecida, linear ou não linear e determinística ou aleatória.

Baseado em Nepomuceno (1989) existem várias especificações para as vibrações mecânicas (ISSO, ANSI, BSI, DIN, VDI, JIS, entre outras), classificando o nível de qualidade de máquinas e equipamentos, baseando-se no valor rms da velocidade. Quando as frequências são muito baixas, no caso de engrenagens e seus sistemas, é comum a referência de deslocamento. No caso de frequências elevadas, que é o caso de alguns rolamentos, é comum a especificação se referir à aceleração.

Para realizar as medições na oficina o Pelotão de Manutenção e Transporte, pode utilizar instrumentos para medição do nível global de vibrações. Rao (2008) cita os equipamentos que podem ser utilizados na manutenção preditiva como:

- Transdutores utilizados na monitoração (transforma sinal mecânico e elétrico para medição), que podem ser: de resistência variável, piezelétricos, eletrodinâmicos e de transformação do diferencial linear variável;
- Sensores de vibração, que podem ser: transdutor de deslocamento, acelerômetro; transdutor de velocidade e distorção de fase;
- Instrumentos de medição de frequência;
- Excitadores de vibração (mecânico e eletrodinâmico);
- Análise de sinal (espectro; filtro passa-faixa; analisadores de largura percentual constante e de largura de faixa constante).

Gerges (2000) explica que um sistema básico para medição de vibrações mecânicas (aceleração, velocidade e/ou deslocamento) consiste de sensor de vibração, amplificador, um integrador ou diferenciador que permite a transformação da grandeza medida em sinal elétrico correspondente. Para o autor, o sistema pode ter um filtro passa banda de regulagem para limitação da faixa de frequência de interesse, eliminando assim, as interferências de altas e baixas frequências. O sinal instantâneo amplificado pode ser captado na saída AC para osciloscópio, gravador ou analisador digital FFT, podendo também ser indicado no indicador RMS em valor linear ou dB.

Holanda (2016) informa que o sensor de vibração é um dispositivo mecatrônico capaz de transformar o movimento associado ao processo vibratório em um sinal de vibração, permitindo desta forma a sua medição, monitoração e análise.

González (2014) comenta que dentre os acelerômetros disponíveis no mercado, encontramos os componentes piezoelétricos, piezo resistivos e capacitivos, os quais são utilizados para converter um movimento mecânico em sinal elétrico. Segundo o autor, acelerômetros piezo elétricos são fabricados de materiais piezo cerâmicos ou cristais simples, sendo insuperáveis em termos de limite superior de faixa de frequência, baixo peso e ampla faixa de temperatura. Os piezoresistivos são os preferidos na aplicação de impacto, já os acelerômetros capacitivos tipicamente utilizam elementos de micromáquinas sensíveis de silicone (MEMS), e são os mais baratos do mercado.

Gerges (2000) concorda continua com a ideia acima, e ainda acrescenta que, o transdutor piezoelétrico é usado universalmente para medição de aceleração absoluta de vibrações. O

acelerômetro piezoelétrico tem características gerais superiores às de qualquer outro tipo de transdutor de vibrações, com as seguintes vantagens:

- Grande faixa dinâmica;
- Resposta plana em larga banda de frequências;
- Linear, robusto e estável ao longo do tempo;
- Compacto, pequeno e leve;
- Não necessita de uma fonte de energia externa, já que o material piezoelétrico é autogerador;
- Saída proporcional à aceleração, podendo ser integrada para fornecer sinal proporcional à velocidade ou ao deslocamento de vibrações.

Os instrumentos de medição de barulho, que possuem sistemas pré e amplificador que nada diferem dos equipamentos de medição de vibração, podem ser utilizados para executar medidas em nível global das vibrações, segundo Nepomuceno (1989). O autor, porém informa que esta utilização apresenta somente uma ideia geral do equipamento, servindo apenas como um guia, pois esta medição não é confiável.

A utilização destes equipamentos, no Pelotão de Manutenção e Transporte do 54º BIS, poderia prever com bastante antecedência, muitos problemas, evitando-se assim gastos com as engrenagens das caixas de diferencial, caixa de mudanças de marchas, motor, cubos de roda, entre outros, tanto na troca, quanto da abertura dos conjuntos sem necessidade, danificando assim os componentes.

Para Rao (2008) a vida útil de uma máquina segue a curva da banheira, já que a falha é caracterizada por um aumento do nível de vibração e/ou ruído. Também o nível de vibração segue esta curva, decrescendo durante o período inicial de funcionamento e aumentando muito lentamente durante o período normal de operação devido ao desgaste normal. Por fim, aumenta rapidamente em razão do desgaste excessivo até chegar à falha ou avaria no período final de desgaste.

As engrenagens e sistemas de engrenagens são constituintes de um número muito grande de mecanismos, máquinas e equipamentos, estando presente em praticamente todo o maquinário, desde automóveis a sistemas controlados por computador. O autor informa que o problema apresenta maior gravidade, quando se trata de vibrações de redutores, caixas de engrenagens e

multiplicadores, onde existem várias engrenagens sujeitas a esforços elevados (NEPOMUCENO, 1989).

O fato de não existir a devida lubrificação, com insuficiência de graxa e óleo, utilização de produtos com especificação diferente do recomendado, baixa qualidade ou fora do prazo de troca, leva ao desgaste prematuro de componentes. Isso gera calor, desgaste, vibrações e ruídos anormais, porém imperceptíveis no início para a equipe do pelotão de manutenção e transporte do 54° BIS.

Nepomuceno (1989) informa que as vibrações e seu nível, assim como a “silenciosidade” de um sistema de engrenagens, dependem de vários fatores, existindo três áreas que afetam de maneira marcante não somente o barulho, mas também as vibrações observadas nas engrenagens e sistemas de engrenagens:

- Influência do Projeto: tipo de engrenagem; geometria dos dentes; carga unitária sobre os dentes; rolamentos; materiais utilizados, etc.
- Influência da fabricação: Precisão; acabamento superficial dos dentes; carga unitária sobre os dentes; rolamentos; materiais utilizados, etc.
- Influência de operação: Velocidade crítica; ressonância natural; condições ambientais; lubrificação; montagem da caixa que contém o sistema de engrenagens, etc.

Conforme Gerges (2000), acelerômetros, microfones, alto-falantes, excitadores eletrodinâmicos, dentre outros, são transdutores usados para transformar sons ou vibrações em um sinal análogo elétrico ou vice-versa. Segundo o autor, o sinal elétrico contém todas as informações sobre o fenômeno físico, mas precisa ser colocado em uma forma apropriada para análise.

Nepomuceno (1989) informa que o método de medição da vibração apresenta o defeito grave de não permitir o estabelecimento do diagnóstico preciso sobre a origem da falha que originou a vibração excessiva. Sendo assim, há a necessidade de parar a máquina ou equipamento para determinar qual a origem da anomalia. O autor afirma que dependendo da importância do equipamento, há a necessidade de recorrer a métodos mais elaborados que permitam o estabelecimento de um diagnóstico mais preciso e que torne possível a eliminação da irregularidade dentro do menor tempo possível.

Rao (2008) afirma que a maioria das máquinas produz baixos níveis de vibração quando seu projeto é adequado. Devido à operação, todas as máquinas estão sujeitas à fadiga, desgaste,

deformação e acomodação da fundação. Esses efeitos provocam um aumento nas folgas entre partes concordantes, desalinhamento de eixos, início de trincas em peças e desalinhamento de rotores, gerando assim, um aumento no nível de vibração, que causa cargas dinâmicas adicionais nos mancais. O autor acrescenta que com o passar do tempo, os níveis de vibração continuam a crescer, resultando em falha ou avaria da máquina.

Nepomuceno (1989) recomenda que o lubrificante, deve ser aquele que apresente a máxima viscosidade compatível com o projeto e aplicação do sistema de engrenagens. Também deve ser especificado o valor máximo admissível para as vibrações do sistema de engrenagens em função da operação desejada e o tipo de serviço que se pretende. A partir daí é preciso conhecer as fontes de vibração e barulho, as possíveis alterações do espectro e os métodos de correção que indicarão as providências que devem ser tomadas. O quadro 26 informa os níveis usuais observados em redutores e sistemas de engrenagens usados industrialmente e operando a velocidades moderadas:

**Quadro 26** - Níveis de frequência e decibéis para engrenagens no meio industrial

Frequência Central, Hz	Nível da Amplitude nº Faixa,
31,5	100
63	93
125	85
250	85
500	85
1000	85
2000	85
4000	85
8000	85
16000	83
31.500	78

Fonte: Extraído de Nepomuceno (1989)

Rao (2008) relata que os diagramas da ISO 2372 (que trata da severidade da vibração), podem ser utilizados como guia na determinação da condição de uma máquina. Para ele em muitos casos, o valor rms (ou valor eficaz) da velocidade de vibração da máquina é comparado com os critérios estabelecidos pelos padrões. Apesar da simplicidade da implantação deste procedimento, o sinal de velocidade global utilizado para a comparação pode não dar um alerta suficiente do dano iminente à máquina.

Nepomuceno (1989) informa que algumas frequências geradas, podem ser originadas ou atribuídas a uma excentricidade do pinhão associada a um contato inadequado entre os dentes.



Na manutenção preventiva, a medição e observação das vibrações visam a detectar os defeitos mais comuns em engrenagens e sistemas de engrenagens (redutores), que pela ordem são:

1. Desbalanceamento das partes móveis;
2. Erro de transmissão estática;
3. Desalinhamento;
4. Dentes estragados;
5. Variações de torque;
6. Turbulência no filme de óleo.

Holanda (2016) relata que o desbalanceamento ocorre quando há uma distribuição desigual de massa em torno da linha central de rotação do eixo, gerando cargas nos mancais como resultado das forças centrífugas. Segundo a autora, esse fenômeno ocorre em certo grau em todas as máquinas rotativas, sendo identificado no espectro de frequência por um pico com valor igual ao valor de rotação do eixo.

Nepomuceno (1989) explica que toda e qualquer substância abrasiva ou corrosiva no óleo dá origem a desgaste dos dentes, surgindo vibrações indesejáveis. Quando em um conjunto qualquer de engrenagens, um dos dentes apresenta estragos, os “trancos” durante a operação indicam o fato, independente de medida de vibrações, análise ou tomada de espectro. Por isso a manutenção preditiva tem por finalidade exatamente determinar os defeitos que eventualmente apareçam nos dentes (ou dente), antes de ser atingida a fase crítica e irreversível de quebra do dente danificado.

Para Rao (2008) o espectro de frequência é uma representação gráfica da amplitude da resposta de vibração em função da frequência e pode ser derivado com a utilização da análise digital da transformação rápida de Fourier da forma de onda do tempo. Conforme o autor, o espectro fornece informações valiosas sobre a condição de uma máquina. A resposta de vibração de uma máquina é governada não somente por seus componentes, mas também por seu arranjo, montagem e instalação. Dessa forma, as características de vibração de qualquer máquina são praticamente exclusivas, sendo o espectro de vibração considerado a assinatura de vibração da máquina em questão.

Segundo Lima e Arantes (2008) o conceito desta técnica consiste na análise de sistemas rotacionais, medindo a vibração e comparando com espectros de valores pré-estabelecidos, sendo assim, há a possibilidade de avaliar os rolamentos e seus componentes periféricos.

Pitoli (2013) concorda com o pensamento acima exposto ao informar que o acompanhamento e análise de vibração é uma das técnicas mais antigas de manutenção preditiva nas fábricas e sua maior aplicação é em máquinas rotativas como: bombas, compressores, ventiladores, e etc. Para o autor, um sistema baseado na análise de vibração pode detectar falhas como: desbalanceamento, desalinhamento, empenamento de eixos, excentricidade, desgaste em engrenagens e mancais, má fixação da máquina ou de componentes internos, folgas, desgastes em rolamentos e outros componentes rotativos, etc.

Para Nepomuceno (1989) os elementos de um sistema de engrenagens estão sujeitos a deteriorações devido ao uso, já que cada dispositivo apresenta uma vida útil determinada e finita. Por melhor que seja a qualidade, as coroas, pinhões, rolamentos, eixos, pás hidro e aerodinamicamente acionadas apresentam um desgaste natural devido ao próprio uso. As principais irregularidades referem-se às seguintes causas:

- Engrenamento inadequado entre os dentes de engrenagens contíguas;
- Irregularidades locais, tais como trincas, fissuras, rebarbas nos dentes, etc;
- Engrenagens excêntricas ou com erro no módulo;
- Engrenagem com dentes machucados ou estragados;
- Desalinhamento de engrenagens.

Um sistema básico para medição da vibração pode ser um medidor de vibração simples de bolso (para medir os níveis globais de vibração – rms/valores de pico de aceleração/velocidade em faixas de frequências adequadas), um estroboscópio (para verificar a velocidade da máquina) e um fone de ouvido (para ajudar a ouvir a vibração da máquina). Já um mais avançado é o sistema portátil de monitoração de máquinas, que é um analisador de vibração portátil de transformada rápida Fourier (FFT) alimentado por bateria, utilizado para detectar falhas mediante o registro e armazenagem dos espectros de vibração de cada um dos pontos de medição. Com um desses espectros registrados em campo, pode-se comparar com um espectro de referência anterior para aquele ponto de medição, quando a máquina estava boa. Sendo assim, qualquer aumento significativo nas amplitudes do novo espectro indica uma falha que precisa ser investigada mais a fundo (RAO, 2008).

Para Nepomuceno (1989) os sistemas de engrenagens são normalmente dispositivos de custo elevado e geralmente de grande importância. Por isso os mesmos devem ser inspecionados e monitorados, tomando o setor de manutenção as providências que se fizerem necessárias

dentro do espaço de tempo mais curto possível. O autor informa que é mais interessante, em termos econômicos, providenciar engrenagens novas no momento que são observadas as anormalidades devido ao engrenamento ou defeitos nos dentes, para que possa ser programada a substituição no momento adequado e sem transtornos às operações. Dentre as principais anomalias medidas, tem-se:

1. Erro de transmissão ou dentes com acabamento inadequado;
2. “Runout” do passo, desbalanceamento de massas, desalinhamento ou dente defeituoso.

Rao (2008) concorda com o pensamento anterior, ao informar que o analisador de vibração tem certa capacidade de diagnóstico na identificação de problemas como correias, caixas de engrenagens defeituosas e mancais frouxos, informando que quando a falha diagnosticada exige a substituição de peças, o operador pode fazer a troca.

González (2014) cita em seu trabalho alguns equipamentos utilizados no mercado como os acelerômetros: MEMS ADXL 105, MEMS ADXL 335, ADIS 16227, ambos da *Analog Device*. O autor explica que um acelerômetro MEMS (*Micro ElectroMechanical Systems*) é um transdutor que permite transformar energia mecânica em energia elétrica, sendo sua fonte de informação a aceleração do sistema. Em seu estudo é informado que, apesar do alto nível de ruído e sensibilidade à variação de temperatura, esta tecnologia nova é considerada uma boa alternativa para a manutenção preditiva com qualidade padrão e baixo custo.

Segundo Nepomuceno (1989) a análise rápida de óleos lubrificantes usados, tornou-se um dos principais itens dos programas de manutenção adotados por muitos operadores de equipamentos industriais e veiculares. O alto custo dos componentes mecânicos e da mão-de-obra, acrescido dos prejuízos decorrente da paralização de equipamentos por avarias relacionadas ao lubrificante ou de origem mecânica, constitui forte incentivo para a implantação de um programa periódico de análises de óleos usados. Esse plano de análises contribui significativamente para o êxito dos programas de manutenção preventiva.

Para De Sousa (2010) o monitoramento das condições de fluídos hidráulicos e lubrificantes, é muito importante, pois esses óleos servem para a transmissão de potência, lubrificação, dissipação de calor e proteção contra a corrosão. O autor, ainda informa que, para a operação confiável de sistemas hidráulicos e de lubrificação, é necessário que o fluído esteja em perfeitas condições. Eles ainda agregam ao informar que hoje em dia é um fato que 70% a 80% das falhas dos sistemas hidráulicos são causados por uma contaminação muito alta do fluído de trabalho.

Lago e Gonçalves (2006) informam que o comportamento ao desgaste dos materiais é ditado pelos mecanismos atuantes de desgaste (abrasão, adesão, corrosão, fadiga), os quais dependem da estrutura do tribosistema (corpo, contracorpo, interface, meio ao redor), a forma de atuação dos elementos tribológicos (rolamento, deslizamento, impacto, escoamento) e dos parâmetros de operação (carga, velocidade, temperatura, tempo).

Baseado em Carreiro e Belmiro (2006), quando da especificação do óleo de uma engrenagem automotiva, este deve passar pelos seguintes testes:

- Resistência à corrosão em presença de umidade;
- Resistência ao desgaste à baixa velocidade e alto torque;
- Resistência ao desgaste à alta velocidade e choque de carga;
- Estabilidade à oxidação;
- Estabilidade térmica e oxidativa e depósitos;
- Compatibilidade com selos;
- Teste de durabilidade;
- Teste de desgaste em engrenagem;
- Estabilidade em presença de cobre e suas ligas;
- Tendência à formação de espuma;
- Estabilidade a estocagem e compatibilidade;
- Teste de campo controlado;

A análise rápida de óleo não deve ser considerada como um meio específico de determinar intervalos de drenagem de óleo, ou como base para seleção de determinado tipo de lubrificante. Os dados da análise serão muito eficazmente utilizados, pelo supervisor de manutenção, para programar inspeções preventivas dos equipamentos e confirmar se o lubrificante está em condições de continuar em serviço, dentro do período estabelecido para a drenagem do óleo. Se for decidido aumentar o período entre trocas da carga de óleo, devem ser realizadas análises periódicas e instituído um registro das horas de operação, consumo de óleo e trocas de filtros. Nesses casos, de dilatação do usual período do serviço do lubrificante, torna-se especialmente importante fazer um histórico dos níveis de metais por espectrometria e dos resultados da análise química. (NEPOMUCENO, 1989).

Lago e Gonçalves (2006) informam que a análise dos óleos permite identificar os primeiros desgastes de um componente, sendo esta identificação feita a partir do estudo das partículas sólidas que ficam misturadas com os óleos. Essa análise é realizada através de técnicas laboratoriais, onde a ferrografia é a mais importante.

Em seu estudo sobre análise de óleo lubrificante, De Sousa (2010) utilizou um kit de análise de óleo (marca: Solotest e modelo: Solotest Oil Kit). O autor também utilizou uma câmera fotográfica para evidenciar a coleta da análise e registrar as imagens das amostras.

Conforme Carreiro e Belmiro (2006), foi introduzido na J306 um conjunto de normas para identificação dos padrões de viscosidade e padronização dos rótulos, o que tornou mais fácil para o consumidor selecionar o grau de viscosidade desejado do lubrificante. O quadro 27 apresenta a classificação Sae J306, com os graus de viscosidade para óleos de engrenagens automotivas.

**Quadro 27** - Classificação Sae J306 – Graus de viscosidade para óleos de engrenagens automotivas

Grau de viscosidade SAE	Temp. máx. para viscosidade de 150.000 cP (°C)	Viscosidade a 100°C (cSt)	
		Mín.	Máx
70 W	-55	4,1	*
75 W	-40	4,1	*
80 W	-26	7	*
85W	-12	11	*
80	*	7	<11
85	*	11	<13,5
90	*	13,5	<24
140	*	24	<41
250	*	41	*

Fonte: Extraído de Carreiro e Belmiro (2006)

Segundo Nepomuceno (1989) os passos para a análise são:

- 1°. Coletar uma amostra que seja representativa do lubrificante existente no sistema, devendo-se utilizar óleo que está fluindo no sistema, em temperatura operacional e armazenando-se em recipiente limpo;
- 2°. Rotular a amostra com descrição do equipamento e tipo de serviço, identificação do lubrificante utilizado, data da amostragem, tempo decorrido desde a última troca de óleo e, se aplicável, a proporção de reposição (completação de nível).
- 3°. Enviar a amostra para o laboratório com a maior brevidade possível.

De Sousa (2010) explica que o kit de análise de óleo é um equipamento portátil, sendo o procedimento mais simples e possuindo grande confiabilidade. É indispensável para

manutenções preditivas nas áreas industriais, automotivas, ferroviárias e marítimas. O autor ainda continua ao informar que este kit permite avaliações precisas sobre as reais condições de um óleo, a qualquer momento. Este kit informa ainda, qual o desgaste interno do equipamento, através da comparação por padrões de contaminação por metais, conferida em um instrumento específico integrante do kit de análise.

Lago e Gonçalves (2006) abordam a ferrografia como uma técnica de monitoramento e diagnose de condições de máquinas. A partir da quantificação e análise da morfologia das partículas de desgaste (limalhas), encontradas em amostras de lubrificantes, determinam-se: tipos de desgaste, severidade, contaminantes, desempenho do lubrificante, etc. Sendo assim, é possível a tomada de decisão quanto ao tipo e urgência de intervenção de manutenção necessária.

González (2014) relata que a limitação da ferrografia, é que pelo fato de se utilizar um campo magnético, apenas as partículas magnéticas são removidas para análise. Sendo assim, materiais não magnéticos como o cobre ou alumínio, que fazem parte do desgaste de materiais em máquinas típicas, são excluídas da amostra. O autor ainda acrescenta que a análise ferrográfico normal conseguiu identificar partículas de até 100 microns, fornecendo uma melhor representação da contaminação total da amostra.

Os óleos para engrenagens automotivas são classificados de maneira similar aos óleos de motor, isto é, pelos graus de viscosidade SAE, pelas designações de serviços API, pelas especificações militares dos Estados Unidos e pelos requisitos de desempenho dos fabricantes de equipamentos (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Dentre os testes realizados em óleos automotivos, Nepomuceno (1989) cita:

- Teste de aparência;
- Teste de odor;
- Teor de água no óleo (crepitação);
- Teor de água no óleo (destilação);
- Viscosidade, a 40° C (cinemático);
- Diluição pelo combustível (destilação);
- Diluição pelo combustível (cromatografia de gás);
- Fuligem do combustível;

- Insolúveis em Pentano;
- Teor de cinza;
- Espectrometria de emissão (quantidade de metais no óleo, indicando desgaste);
- Teor de glicol;
- Espectrometria infravermelho;
- Índice de neutralização;
- Índice de Basicidade Total.

González (2014) explica que a espectroscopia ou análise espectrográfica, utiliza filtros graduados para separar sólidos por tamanhos. Ela é limitada à contaminação por partículas com uma dimensão de 10 microns ou menos. Sendo assim, os contaminantes maiores são ignorados, limitando os benefícios que podem ser obtidos a partir da técnica.

Conforme Nepomuceno (1989), estes testes têm por objetivo verificar o grau de contaminação ou deterioração do óleo por água (causa ferrugem e lubrificação deficiente), combustível, fuligem do combustível, sujidades, tempo ou nível de serviço ao qual o equipamento foi submetido (espessura do óleo), oxidação, grau de viscosidade do óleo (que contribui no desgaste quando pouca e gera muito calor quando alta), verificar níveis de desgaste de metais (através da identificação de metais no lubrificante), contagem de metais no lubrificante (para análise do óleo usado e filtragem), compostos ácidos (resultando em oxidação do óleo) e compostos alcalinos (para serviços mais severos devem-se adicionar aditivos).

Baseado em Carreteiro e Belmiro (2006), todos os sistemas de engrenagens usam um ou mais dos quatro tipos básicos de engrenagens, que são as cilíndricas, cônicas, helicoidais e hipóides, e a lubrificação adequada a cada caso torna-se crítica para a otimização da vida útil destes sistemas. Um sistema de engrenagem automotiva, normalmente executa diversas funções, provocando ações de deslizamento em conjunto com rolamento e situações de extrema pressão, portanto, aditivos com características EP são invariavelmente utilizados nos óleos lubrificantes de engrenagens. Dependendo da aplicação, o óleo lubrificante também tem que prover uma proteção contra a oxidação, degradação térmica, corrosão e espuma. A viscosidade do óleo deve ser adequada tanto às altas como às baixas temperaturas do ambiente no qual o equipamento irá operar.

De Sousa (2010) informa em seu estudo, que para realizar o teste de viscosidade foram utilizadas cinco pipetas idênticas e escalonadas de 5 ml, e em seguida realizada a comparação dos resultados das amostras com o padrão verificado do óleo novo. Para isso, foram produzidos os orifícios de 5/32” e 3,969 mm, nas extremidades das pipetas, com a furação confeccionada em fresadora. As temperaturas dos fluídos foram monitoradas com o auxílio de um banho termostático e termômetros calibrados, com um valor de uma divisão de 0,01°C a 27°C. Após isto, os tempos de escoamento foram medidos com crônometros digitais, com valor de divisão de 0,01 s. Foram feitas seis medições de tempo de escoamento para cada pipeta.

Geralmente os óleos de engrenagens são de alta viscosidade, e tendem a ficar escuros e turvos. A viscosidade é uma característica essencial ao adequado funcionamento de transmissões automáticas, sistemas hidráulicos e amortecedores, etc. Quando um óleo está excessivamente diluído, não é mantida adequada película hidrodinâmica entre as partes móveis, ocorrendo contato de metal-com-metal, resultando maior desgaste e possibilidade de danos. (NEPOMUCENO, 1989).

Carreiro e Belmiro (2006) discorrem sobre o papel da viscosidade em influenciar na capacidade de suportar cargas e melhorar o desgaste do equipamento. Esta capacidade é medida pela máxima carga que um sistema pode suportar sem falhar. Os autores ainda citam que em 1920, a SAE introduziu o primeiro sistema de classificação baseado na viscosidade, para óleos de transmissão e eixos. Esta classificação incluía os graus 80, 90, 110 e 160 que eram baseados na viscosidade Saybolt Universal (SSU) a 98°, sendo que mais tarde, os graus 110 e 160 foram substituídos pelo grau 140 e o sistema evoluiu através dos anos até o atual estágio, que é definido pelo título de SAE J306.

De Sousa (2010) relata em seu estudo, que o exame das diversas partículas sólidas presentes no lubrificante usado foi objeto de análises, uma vez que já se comprovou que esses elementos são portadores de inúmeras informações acerca do sistema lubrificado. O autor explica que para a visualização desses particulados sólidos foi utilizado uma membrana filtrante depositado em suporte próprio, sendo o óleo utilizado diluído em hexano para análise. Após a filtração esta membrana foi analisada no microscópio de 100x com iluminação dirigida.

Para Nepomuceno (1989) após o resultado do teste, o encarregado de manutenção deve ser informado caso a análise revelar uma condição capaz de acarretar avaria no equipamento, ou se for necessária uma ação imediata corretiva. Deve haver uma equipe capacitada para



interpretar o resultado dos testes, para que haja a eficácia do programa de manutenção preventiva.

De Sousa (2010) afirma que é possível através de testes, conhecer o perfil normal de desgaste e à predição de problemas no equipamento como: falhas, fraturas, pontos de intensificação de tensão, enfraquecimento de peças, desajuste de mecanismos, vibrações. Geralmente o desgaste de uma peça é provocado por partículas depositadas no lubrificante, ocorrendo vários processos do tipo: abrasivos, adesivos, corrosivos ou compostos.

Segundo Carreteiro e Belmiro (2006), com o aparecimento dos óleos multiviscosos, em 1976, houve necessidade de uma melhoria na especificação. Foi estabelecida então, a MIL-L-2105C incluindo os óleos de viscosidade 75 W, 80 W-90 e 85 W-140, com um teste mais severo de corrosão (L-33). Esta especificação foi substituída pela norma MIL-L-2015D, com praticamente os mesmos testes, porém, utilizando insolúveis em tolueno ao invés de benzeno, para a estabilidade à oxidação (CRC L-60). Segundo os autores a classificação API para óleos de engrenagens são:

- GL-1 – Lubrificantes do tipo regular, indicados para engrenagens cilíndricas retas, cônicas, espirais e de parafuso sem-fim, submetidas a cargas leves. Não são indicados para engrenagens hipoidais. São em geral óleos minerais puros, isto é, não possuem compostos ou aditivos de extrema pressão, podendo, contudo, conter outros aditivos, como anti-oxidantes, anti-espumantes e abaixadores do ponto de fluidez, por exemplo;
- GL-2 – Lubrificantes indicados para engrenagens de parafuso sem-fim submetidas a condições severas de velocidade e/ou cargas, tais como os diferenciais de parafuso sem-fim de caminhões;
- GL-3 – Recomendados para engrenagens cilíndricas e cônicas sujeitas a condições severas. Não são indicados para engrenagens hipoidais;
- GL-4 – Lubrificantes indicados para engrenagens hipoidais, bem como outras engrenagens de transmissões em serviço pesado. Esses óleos podem ser usados em algumas transmissões manuais onde os lubrificantes API MT-1 não são adequados;
- GL-5 Lubrificantes recomendados para engrenagens hipoidais, em diferenciais operando em condições variadas e de baixa velocidade e choques de carga de alta velocidade e alto torque. Os lubrificantes qualificados na norma MIL-L-2105D

atendem aos requisitos da API GL-5, embora a designação API não requeira a aprovação militar;

- GL-6 – Lubrificantes projetados para uso onde é necessária uma proteção antidesgaste mais do que a API GL-5. A obsolescência do equipamento de teste para esta especificação reduziu demasiadamente o uso destes óleos;
- MT-1 – Lubrificantes desenvolvidos para transmissões manuais não sincronizadas usadas em ônibus e caminhões pesados. Os lubrificantes classificados na norma MT-1 possuem proteção contra a combinação de degradação térmica, desgaste e deterioração do selo. Não são indicados para transmissões sincronizadas, veículos de passageiros ou trabalhos pesados.

Esses testes também são importantes na medida em que podem trazer economia ao PMT no sentido de prolongar o tempo de troca estipulado pelo fabricante, sendo detectado que o óleo encontra-se em boas condições. Do contrário, também pode ser diminuído o tempo de horas determinado, uma vez constatado que houve contaminação do óleo, severidade no serviço das engrenagens ou qualquer outra situação especificada acima.

### **5.5.2. Manutenção Preditiva do Sistema de freios (2ª Prioridade)**

Para a manutenção preditiva do sistema de freios pode ser utilizado os métodos de controle da temperatura (termografia) e da pressão e da análise rápida do óleo (neste caso fluído de freio). Não será abordada neste tópico, a análise rápida do fluído de freio, uma vez que foi comentado na parte anterior relativa à manutenção preditiva do sistema de transmissão. Porém, a título de conhecimento, ela também pode ser empregada para saber o índice de contaminação do fluído ou grau de propriedades hidráulicas do mesmo.

Devido ao fato de grande parte dos sistemas de freios serem de pressão hidráulica, a ar ou conjugação de ambos, se faz necessário testar a pressão do sistema. Da mesma forma, devido ao calor gerado no sistema de freio, montado sobre o cubo de roda, também é interessante essa medição para evitar desgaste prematuro de lonas, pastilhas e discos.

Baseado em Prieto (2014, p.72), um fluído pode ser um gás ou líquido, que em repouso exerce uma força perpendicular sobre a superfície que está em contato com ele. Apesar de permanecer em repouso, as moléculas que o compõem estão em movimento, sendo as colisões delas com as superfícies vizinhas que originam as forças exercidas pelo fluído. O autor define pressão como: “a força aplicada por unidade de área, ou seja, a força total sobre uma superfície dividida pela área dessa superfície”.

Segundo Bistafa (2010), os manômetros são dispositivos destinados à medição da pressão. Para o autor existem manômetros de tubo com líquidos e metálicos (ou de Bourdon). Informa ainda, que o manômetro mais simples é o piezômetro, consistindo em um tubo de vidro ou de plástico transparente, acoplado diretamente ao reservatório em que se deseja medir a pressão do líquido, o qual é suposto ocupar totalmente o reservatório.

A introdução de uma pressão na extremidade aberta do tubo de bourdon provoca uma deformação, obrigando-o a assumir a primitiva forma reta. Se a ponta aberta estiver presa, a extremidade fechada tende a deslocar alguns milímetros, deslocando esse que será tanto maior quanto mais alta fora a pressão. Esse deslocamento é aproveitado para, através do mecanismo, fazer o ponteiro girar sobre a escala do mostrador. (NEPOMUCENO, 1989).

Bistafa (2010) vai ao encontro desta ideia, ao informar que este tipo de manômetro (Bourdon) é um tubo recurvado de latão, fechado em uma extremidade e aberto na outra (denominada tomada de pressão), deformando-se, tendendo a endireitar-se sob o efeito da mudança da pressão. Através de um sistema do tipo engrenagem-pinhão, acoplado à extremidade fechada do tubo, é transmitido o movimento ao ponteiro que se desloca sobre uma escala.

Baseado em Nepomuceno (1989) os manômetros de mostrador funcionam dentro de tolerâncias que vão desde 0,1 até 3% ou mais, do valor total da faixa. Sua aplicação destina-se a: pressões normais positivas, altas pressões, pressões negativas (vácuo), baixas pressões (colunas d'água) ou pressões diferenciais. Sendo que os manômetros de alta pressão, normalmente são utilizados em pressões hidráulicas, os de baixa pressão medem níveis de líquidos, tiragem de chaminés, etc., tendo sua escala graduada em termos de milímetros de coluna de água, polegadas de água, ou de mercúrio; os manômetros diferenciais destinam-se a medir, de forma direta, a diferença entre duas pressões como é o caso das pressões de entrada e saída de filtros, placas de orifício medidoras de vazão de fluido e outras aplicações semelhantes.

Bistafa (2010, p.6) apresenta a viscosidade sob o princípio da aderência: “partículas fluídas em contato com superfícies sólidas adquirem a mesma velocidade dos pontos da superfície sólida com as quais estabelecem contato”.

Nepomuceno (1989) ainda informa que um tubo Bourdon, um fole ou uma cápsula, não deve ter contato direto com o fluido da linha quando este for excessivamente viscoso, corrosivo, cristalizável ou facilmente congelável. Nestes casos, sua montagem na linha deverá ser

através de um selo de diafragma, cujas partes molhadas (em contato direto com o fluido), deverão ser de material resistente à corrosão.

Segundo Prieto (2014) a tribologia é o estudo de fenômenos e mecanismos de atrito, lubrificação e desgaste de superfícies com movimento relativo entre si. Para o autor, as informações deste estudo objetivam ampliar a vida útil dos componentes e sistemas na sua totalidade. O mesmo define atrito como: “a resistência física imposta ao movimento relativo entre duas superfícies em contato”.

Sabendo-se que o atrito gera calor, e visando o controle da temperatura no sistema de freio, podem ser utilizados diversos equipamentos. Deve-se evitar o calor excessivo ao frear, pois levaria ao desgaste precoce dos componentes do sistema de freio instalados sobre o cubo de roda. Muitas vezes, este calor “excessivo” é gerado por falta de lubrificação, montagem errada e torque acima do recomendado.

Sousa (2010 apud González, 2014) informa que os termogramas representam as temperaturas dos corpos na forma de cores, correlacionado ambos. Segundo o autor, podem ser obtidos resultados importantes quanto a problemas ligados direta ou indiretamente à temperatura. Ele ainda acrescenta ao informar que através destas imagens, é possível obter-se a temperatura em um ponto ou área do objeto analisado. González (2014) informa que para obter as informações da radiação térmica do corpo é utilizado um equipamento chamado termógrafo.

Segundo Nepomuceno (1989) os pirômetros utilizam um sistema óptico que focaliza a energia radiada de um corpo sobre um sistema sensor. Dispositivos manuais deste tipo funcionam com a emissão infravermelha ou de comprimento de onda visível focalizada sobre um alvo e comparada com a saída luminosa de um filamento óptico calibrado. No sistema automático, a energia (normalmente a faixa de radiação infravermelha), é focalizada sobre uma série de arranjos de termopares. Essa “termopilha” produz uma saída de milivolts relacionada com a fonte de temperatura. Esses equipamentos são usados onde se deve medir altas temperaturas ou onde o contato com o objeto emissor de temperatura é impossível.

Para o autor acima, a precisão deste método é influenciada por fatores como reflexos, presença de gases no trajeto da radiação e emissões da superfície do corpo cuja temperatura está sendo medida.

Para Scheffer e Girdhar (2004 apud González, 2014) a termografia é uma técnica de manutenção preditiva quando utilizada nas seguintes condições:

- Não faz contato com a superfície;

- A técnica não envolve quaisquer ações perigosas;
- Pode ser utilizada em zonas de risco;
- Não é afetado por ondas eletromagnéticas;
- Pode ser utilizado quando os sistemas estão operando;
- Fornece informações instantâneas;
- Os dados podem ser coletados e armazenados em um formato digital.

Sendo assim, o pelotão de manutenção e transporte poderia utilizar esses equipamentos para medir a temperatura dos freios, após uma freada de teste, ou então, após determinadas horas de trabalho. Os equipamentos também poderiam ser utilizados para medir a temperatura de outros componentes, como: motor, caixa de marchas, diferencial, entre outros componentes.

### **5.5.3. Manutenção Preditiva do Sistema elétrico (3ª Prioridade)**

Há muitos benefícios no bom funcionamento de um sistema elétrico. Dentre estes benefícios podemos citar: partida rápida, operação adequada do alternador, maior vida útil do motor de partida, funcionamento normal dos componentes elétricos e maior tempo de funcionamento da bateria.

Para Nepomuceno (1989) existem alguns fenômenos que são importantes nos dispositivos elétricos, portanto devem ser investigados cuidadosamente. Os problemas comuns são:

1. Deterioração do dielétrico;
3. Deterioração do enrolamento de motores e transformadores;
4. Deterioração do óleo dos transformadores/disjuntores;
5. Deterioração de coletores de motores C.A e C.C;
6. Deterioração dos disjuntores (contatos, barras, etc.);
7. Deterioração de dispositivos moldados.

Conforme Gussow (1997) um motor de corrente contínua (C.C.) é uma máquina que converte energia elétrica em energia mecânica de rotação. Já o gerador é uma máquina que converte energia mecânica de rotação em energia elétrica. Segundo o autor as partes principais de motores e geradores de corrente contínua são as mesmas, sendo: enrolamento do campo, escovas de grafita, segmentos comutadores, armadura e suportes das escovas.

Para Silva (2012) durante o seu ciclo de vida, os motores são expostos a diferentes condições operacionais, como sobrecargas mecânicas advindo do sistema acionado, harmônicos, aquecimentos, vibrações mecânicas, variações de tensões advindas do sistema de fornecimento de energia. Todas estas variáveis interferem e podem causar degradações no sistema de isolamento do bobinado estatórico do motor.

Em relação ao dielétrico, Nepomuceno (1989) informa que devido ao uso de equipamentos elétricos em ambientes adversos como em atmosfera altamente poluída (temperatura, umidade, gases e vapores químicos, etc.) dá origem a uma série de causas que levam o dielétrico a apresentar rápida deterioração, perdendo a capacidade de resistir a tensões elevadas e em casos mais graves ao rompimento do mesmo por faiscamento nos pólos. Por isso devendo existir a evolução do estado deste componente para evitar a pane.

Silva (2012) relata que curto-circuito entre fases, que é uma falha no isolamento, é tipicamente causado por contaminação do enrolamento e degradação do material isolante por ressecamento, devido à alta temperatura de operação do motor.

Nepomuceno (1989) ainda afirma que devido à ausência de métodos, a deterioração é avaliada de maneira estimada, baseando-se no julgamento global de resultados obtidos em diversos testes e diagnósticos de isolamento, parâmetros de equipamentos determinados, condições ambientais, inspeção e observação visuais, etc. Isto se faz necessário para que se possa tomar alguma providência e evitar situações de difícil reversão.

Conforme Gussow (1997) os alternadores são geradores de corrente alternada (C.A.). Um alternador simples é formado por um campo magnético forte e constante, condutores que giram através do campo magnético e alguma forma de se manter uma ligação contínua dos condutores à medida que eles giram.

Para Nepomuceno (1989), quando se trata de máquina rotativa e quer se saber a deterioração do dielétrico, usam-se com frequência métodos eminentemente elétricos, devendo ser consultadas normas e publicações dos órgãos normatizadores. O quadro 28 ilustra esquematicamente os elementos mais importantes na deterioração do dielétrico, segundo o autor:

**Quadro 28** - Elementos mais importantes da deformação do dielétrico

Equipamento	Transformadores	Capacitores	Equip. modados	Bobinas de máq. Rotativas	Cabos e cabeção
Parâmetros					
Voltagem	Erosão do isolador, descarga em vazio	O mesmo	O mesmo	O mesmo	O mesmo
Picos de voltagem elevada	Erosão rápida do isolante pela formação de árvores	O mesmo	O mesmo	O mesmo	O mesmo
Água e umidade	Queda de resistência do dielétrico	O mesmo	****	****	Há geração de árvores devido à água em isolamento de cabos (borrachas/plástico) existindo um campo elétrico na presença de água.
Forças mecânicas	Esfoliação das camadas isolantes devido a vibrações	****	Rachaduras de isolantes por vibrações e tensões térmicas	Formação de vazios no isolador por fadiga, tensões térmicas e vibrações.	Rompimento da cobertura isolante com machucaduras por atrito do cabo nu.
Luz	****	****	Produção de fissuras devido as características deficientes em relação ao meio ambiente	****	Fissuramento da cobertura isolante dos cabos pela radiação infra-vermelho
Calor	Queda da resistência do dielétrico e impregnação pela temperatura elevada	****	****	****	Há queda na resistência dielétrica no isolador e impregnador com o aumento da temperatura.
Agentes químicos	****	****	****	Eventual erosão dos impregnadores velhos de bobinas por óleo lubrificante	Erosão por ácidos, alcalis solventes orgânicos e geração de árvores químicas
Agentes biológicos	****	****	****	****	Cupim, ratos, mofo, etc.

Fonte: Extraído de Nepomuceno (1989)

De acordo com Nepomuceno (1989) não existe um diagnóstico preciso para equipamentos elétricos, porém é muito importante para que o setor de manutenção possa tomar providências necessárias, a fim de, evitar uma pane eminente. O quadro 29 descreve as linhas gerais para estabelecer um diagnóstico das máquinas elétricas mais importantes, segundo o autor:

**Quadro 29** - Diagnóstico da deterioração de isolantes e isoladores

Equipamento	Cabos (alta e baixa voltagem)	Transformadores	Máquinas rotativas
Classificação - A/B/C	A - Cabos de linha tronco, B - Cabos de carga principal, C- Outros cabos	A- transformador do motor principal, B-Transformador de equipamento auxiliar, C-Outros transformadores	A - Máquina rotativa para o motor principal; B - Máquinas rotativas para equipamentos auxiliares; C- Outras máquinas
Processo de diagnóstico da deterioração	a- método do teste de alta voltagem; b- método do teste de alta voltagem contínua	a- análise do óleo e do gás contido no mesmo	a- Teste de alta voltagem; b-alta voltagem DC; c-alta voltagem AC; 1- correntes de fuga; 2-Método de Tang; 3-Descarga parcial (corona); 4- Método das componentes DC
Período para novo diagnóstico	1 a 3 anos	1 a 2 anos	1 a 4 anos
Procedimento para tratar anormalidades	Precauções - Encurtar o período entre medições/Anormalidade - substituir	Precauções - Encurtar o período entre medições/Anormalidade - Inspeção completa	Eliminação das peças defeituosas; Limitar a carga; Instalação de monitor permanente; Reparo de peças defeituosas; Substituição.

Fonte: Extraído de Nepomuceno (1989)

Baseado em Gussow (1997), há duas exigências durante a partida dos motores de C.C.:

1. Tanto o motor quanto as linhas de alimentação devem estar protegidos contra um fluxo excessivo de corrente durante o período de partida, colocando-se uma resistência externa em série com o circuito de armadura;
2. O torque de partida no motor deve ser o maior possível para fazer o motor atingir a sua velocidade máxima no menor tempo possível.

Silva (2012) aborda o curto-circuito entre espiras conhecida também como: bobina curtocircuitado. Para o autor este tipo de falha é proveniente de um sobreaquecimento da



bobina, antes da ocorrência do rompimento das espiras. É causado pela contaminação do enrolamento, abrasão, vibração ou surtos de tensão. Pode-se ser agravar por falhas ou ineficiências do processo de impregnação, ao ser utilizados condutores e verniz ou resina de má qualidade, mal preservados, ou incompatíveis com a classe térmica e tensão do equipamento.

No que diz respeito a motores e geradores de corrente contínua, Nepomuceno (1989) informa que máquinas de corrente contínua possuem maior número de componentes, sendo alguns deles condutores de corrente a descoberto sem dielétrico sólido, como comutador, escovas e suas ligações. Por isso apresentam problemas e dificuldades adicionais ao seu correto e contínuo funcionamento.

Segundo Gussow (1997), em um motor a armadura recebe a corrente proveniente de uma fonte elétrica externa. Isto faz a armadura girar. E um gerador, a armadura gira por efeito de uma força mecânica externa. A tensão gerada na armadura é então ligada a um circuito externo. Resumindo, a armadura do motor recebe a corrente de um circuito externo (a fonte de alimentação), e a armadura do gerador libera corrente para um circuito externo (a carga). Como a armadura gira, ela é também chamada de rotor. Para o autor, as perdas nos geradores e motores de corrente contínua consistem nas perdas no cobre dos circuitos elétricos e nas perdas mecânicas devidas à rotação na máquina.

A correta qualidade da escova coletora, com a adequada densidade de corrente, pressão e velocidade periférica do comutador é essencial para uma vida econômica das escovas. O autor ainda informa que deve haver a formação do filme sobre a superfície do comutador (pátina), devendo ser cuidadosamente acompanhada, e caso não haja a formação da mesma, deve haver uma investigação da causa e corrigida (NEPOMUCENO, 1989).

Gussow (1997) define escova: “São conectores de grafita fixos, montados sobre molas que permitem que eles deslizem (ou “escovem”) sobre o comutador no eixo da armadura. Assim, as escovas servem de contato entre os enrolamentos da armadura e a carga externa”.

Além disso, Nepomuceno (1989) recomenda de evitar que qualquer barra do comutador não esteja mais alta ou mais baixa que suas vizinhas, pois podem prejudicar a comutação. Também o isolante entre as barras do comutador deve estar rebaixado e os cantos ligeiramente encurvados para evitar o desgaste das escovas por abrasão. Há a necessidade ainda de verificar periodicamente a pressão da escova sobre o comutador e os dados

encontrados confrontados com os do fabricante, além de mantendo o porta-escovas sempre limpo para permitir o leve movimento da escova e a correta aplicação da força de mola.

Gussow (1997), explica que uma máquina C.C. tem um comutador para converter a corrente alternada que passa pela sua armadura em corrente contínua liberada através de seus terminais (no caso do gerador). Sendo o comutador constituído por segmentos de cobre com um par de segmentos para cada enrolamento da armadura. O autor ainda informa que cada segmento do comutador é isolado dos demais por meio de lâminas de mica. Os segmentos são montados em torno do eixo da armadura e são isolados do eixo e do ferro da armadura. No chassi da máquina são montadas duas escovas fixas, que permitem contatos com segmentos opostos do comutador.

Marques, Sambaqui e Duarte (2013) explicam os componentes principais de uma máquina de corrente contínua. Segundo eles, a máquina possui duas partes principais: o estator e o rotor. O estator é a parte da máquina sem movimento e o rotor a parte com movimento. Os autores ainda informam que, estes componentes são formados por materiais ferromagnéticos.

Conforme Nepomuceno (1989), o ponto neutro de comutação bem como a simetria no espaçamento dos porta-escovas nos anéis suporte dos mesmos deve ser observada e mantida. O autor informa os pontos que podem causar distúrbios na comutação:

- Comutador excêntrico sujo ou demasiadamente áspero;
- Escovas agarrando no porta-escova;
- Pressão incorreta da escova;
- Escova folgada no porta-escova;
- Escovas que não estejam paralelas ao comutador;
- Espaçamento desigual dos porta-escovas;
- Escovas fora do ponto neutro;
- Espaçamento desigual dos pólos de comutação;
- Pólos de comutação invertidos ou em curto circuito.
- Enrolamentos de compensação invertidos ou em curto-circuito;
- Enrolamentos da armadura aberto ou em curto-circuito;
- Entreferro desigual;

- Curto-circuito contra terra.

Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) informam que os comutadores e as escovas são fonte de defeitos em máquinas de C.C. O deslizamento contínuo das escovas sobre o comutador tende a desgastá-las e desalinhá-las causando um mau contato entre o comutador e as escovas. Quando a comutação não se processa corretamente, ela pode ser acompanhada por centelhamento excessivo, que agrava o defeito inicial. Quando a comutação é correta, o centelhamento é mínimo.

Nepomuceno (1989) frisa que a limpeza é muito importante, pois em máquinas de corrente contínua há elementos condutores de corrente a descoberto como escovas, porta-escovas comutadores, etc. Óleos, graxas, pós e particulados devem ser impedidos de depositarem-se sobre componentes internos, sob o risco de: aumentar a temperatura de operação, deterioração dos materiais isolantes, desgaste do comutador e escovas e possibilidade de curto-circuito.

Para que se consiga comutação satisfatória em máquinas C.C., é indispensável manter um bom contato entre o comutador e as escovas. O comutador deve estar perfeitamente centrado, alinhado e balanceado; as escovas devem estar perfeitamente ajustadas. As escovas deslocam-se livremente para cima e para baixo, nos porta-escovas. A mola do porta-escovas é ajustada para exercer uma pressão de 0,5 a 0,7 quilogramas por centímetro quadrado. Se a pressão for insuficiente, o contato elétrico será deficiente e ocorrerá centelhamento indesejável, porém caso a pressão seja excessiva, haverá desgaste anormal das escovas. (VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, 1982).

Nepomuceno (1989) aborda vários fatores para a deterioração dos enrolamentos de motores elétricos e existem basicamente dois processos para diagnosticar o estado destes enrolamentos, ambos essencialmente mecânicos:

- a) Medida e análise das vibrações mecânicas e do barulho produzido pelo motor;
- b) Verificação do grau de fixação das bobinas pelo processo de martelamento (elétrico ou mecânico).

Para o autor acima, a técnica de análise de barulhos e vibrações é o adequado para detectar a presença do barulho provocado pelo choque entre as lâminas devido ao campo magnético produzido pelo enrolamento no interior da ranhura, que ocorre quando a corrente é bastante elevada, principalmente na aceleração no momento da partida. Devendo ainda ser investigado a deterioração do isolante e do isolamento do equipamento.

Holanda (2016) informa que as falhas elétricas que causam as vibrações são originadas por rotor trincado, desbalanceamento da tensão da rede, problemas no estator (superaquecimento, curto, etc) e folga no entreferro (espaço entre o rotor e o estator).

Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) esclarecem que o centelhamento excessivo pode ser causado por fatores externos como: enrolamentos da armadura em curto-circuito ou abertos, sobrecarga e intensidade de campo inadequada. Portanto, quando há este centelhamento excessivo, deve-se examinar o comutador e os porta-escovas. Os autores detalham os procedimentos a serem seguidos na inspeção e as etapas para eliminar os defeitos:

1. Observar a máquina durante o funcionamento, para verificar se existe algo de anormal, tal como produção de arco ou centelhamento excessivo, que podem indicar ligações frouxas;
2. Verificar as posições das escovas, certificando-se de que estão comutando no ponto adequado (plano neutro);
3. Certificar-se que a máquina está totalmente desligada, antes de continuar a pesquisa de defeito;
4. Verificar todas as ligações e certificar-se de que nenhuma está frouxa;
5. Verificar também as posições relativas das escovas no comutador. Se houver diferença no espaçamento entre escovas, procurar ver se não há porta-escovas empenados;
6. Observar as escovas. Se estiverem muito gastas, realizar a substituição. Para retirar uma escova, deve-se levantar a alavanca da mola, reduzindo a pressão, retirar a escova e colocar uma nova, certificando-se que a escova pode mover-se livremente dentro do porta-escovas. Para ajustar a escova no comutador, deve-se utilizar uma lixa. Regular a pressão da mola. Examinar o rabicho e a sua ligação ao terminal, só devendo ele ter contato com o porta-escovas ao qual está ligado;
7. Inspeccionar o comutador quanto à sujeira, corrosão, irregularidades, etc., usando um pano (que não deixe fiapos) para a limpeza. Para corrosões ou pequenos defeitos, há a possibilidade de se utilizar lixa fina para madeira, porém nunca deve ser utilizado esmeril em comutadores;
8. Em casos de comutadores muito gastos, deve-se recuperar em torno, para eliminar as irregularidades da superfície.

O roçamento é comum às chapas de ferro, que constituem a parte magnética. Pode haver curto circuito, mesmo após a usinagem. Sendo assim, deve-se aplicar um algodão embebido em ácido na região e fazendo passar uma corrente elétrica que provoca a oxidação das superfícies da chapa, eliminando o curto. Se não for realizado este isolamento, o motor continuará apresentando aquecimento excessivo na região, queimando a bobina (NEPOMUCENO, 1989).

Quando há condições normais de operação, os enrolamentos da armadura e do campo de um gerador ou de um motor C.C. ficam completamente isolados da carcaça da máquina presa às fundações. A medição da resistência entre os enrolamentos e a carcaça deve dar um valor infinito ou de milhões de ohms. Porém algumas vezes, a resistência do isolamento pode diminuir por causa do aquecimento excessivo ou da absorção da umidade, estabelecendo um caminho para a fuga de corrente entre os enrolamentos e a carcaça. Sendo assim, a corrente de fuga facilita a ruptura do isolamento e em pouco tempo o enrolamento pode estar em curto com a carcaça, resultando em superaquecimento ou queima. (VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, 1982).

Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) informam que os enrolamentos da armadura e do campo devem ser examinados a intervalos regulares, para que seja detectado fugas e curtos em relação a terra, antes que provoquem sérios danos.

Nepomuceno (1989) explica que o processo de martelamento mecânico é simples e utiliza um martelo de nylon ou neoprene. Com isso, utiliza-se a excitação elétrica, aplicando às bobinas superior e inferior um pulso de corrente fornecido por uma bateria de condensadores, pulso esse que excita as bobinas produzindo uma força mecânica que as obrigará a oscilar. A forma de onda de vibração da resposta é captada nos extremos da bobina e levada a um osciloscópio que mostrará como tal vibração se comporta. A análise permite que as partes soltas dos enrolamentos sejam determinadas por estimativa, tendo como base a avaliação global dos valores observados. Os parâmetros de vibração são:

1. Valor de pico;
2. Potência envolvida;
3. Frequência do sinal;
4. Constante de tempo.

Dentre os métodos e técnicas do diagnóstico de anormalidades em motores elétricos, Nepomuceno (1989) cita:

1. Método de medida e análise de vibrações;
2. Método do fluxo magnético;
3. Método da corrente elétrica;
4. Método da análise das flutuações da velocidade de rotação.

Brito *et al* (2013) informam em seu estudo que a análise de fluxo magnético é uma nova tecnologia não destrutiva, que detecta on-line falhas no rotor (barras quebradas), falhas no estator, desbalanceamento de voltagem. Para os autores, a grande vantagem é a não necessidade de acessar cabos energizados, como acontece com a análise de corrente.

Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) esclarecem que o excesso de lubrificação dos mancais pode provocar defeitos nos geradores e motores, porém a falta de lubrificação é mais séria. Para os autores um mancal sem lubrificação adequada aquece imediatamente, ocasionando dilatações no eixo e na luva. O eixo pode ser forçado a parar. Além disso, a falta de lubrificação pode causar ruídos, em virtude do contato direto entre o eixo e o mancal.

Os alojamentos dos mancais devem ser inspecionados periodicamente, quanto a superaquecimento e ruídos anormais. Durante o funcionamento existe um aquecimento normal, previsto. No caso de ser descoberto um aquecimento excessivo, não deve ser recorrido à lubrificação indiscriminada, devendo-se primeiro inspecionar os mancais para se certificar da falta de lubrificação. Podendo acontecer de o eixo estar desalinhado, ou que há lubrificação insuficiente, não atingindo as partes necessárias (VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, 1982).

Silva (2012), em seu estudo, relata que 16% das falhas em motores elétricos são causados por falhas no bobinado do estator, sendo também indicado que outras falhas estão relacionadas ao enrolamento, a causas externas e a causas desconhecidas, dentre outras. O autor também informa que uma boa prática de manutenção preditiva poderia reduzir para 75% as falhas ocorridas nos motores.

Dentre as principais irregularidades devido ao uso em motores elétricos Nepomuceno (1989) cita:

- a) Enrolamento do secundário do motor desbalanceado, curto circuitando e levando à terra a corrente, irregularidades ainda no circuito secundário como contatos frouxos e

irregulares, escovas rompidas, reostato de partida defeituoso, anéis com anormalidades, etc;

- b) O secundário dos motores com caixa de gaiola podem apresentar irregularidades tais como material das barras inadequado ou irregular, rompimento da caixa suporte, rompimento das barras, etc.
- c) Entreferro não uniforme, devido a rolamentos gastos, excentricidade estática ou mesmo desbalanceamento magnético pelo deslocamento do centro magnético;
- d) Fonte elétrica de energia desbalanceada, principalmente pelo uso de equipamentos e dispositivos que funcionam com uma única fase, tais como fornos a arco, fornos de indução de baixa frequência, controles a transistor, bancos retificadores, etc. Pode ainda acontecer um desbalanceamento de impedância da fonte de voltagem que se torna instável, devido ao desbalanceamento dos enrolamentos do primário, aquecimento localizado, aterramento, eventual curto circuito, etc.

Ao ser verificado que um gerador não desenvolve sua tensão, constata-se que algo está errado. Sendo assim, o magnetismo residual pode ser muito pequeno ou inexistente. Nesta situação para que se disponha do campo inicial necessário, o gerador deve ser excitado momentaneamente por uma fonte D.C. externa. Agora caso o circuito de campo apresentar uma “abertura”, a saída do gerador também não crescerá, sendo necessário localizar a interrupção do circuito para reparo. (VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, 1982).

Conforme Nepomuceno (1989), o método de campo magnético permite verificar em motores elétricos de corrente contínua (D.C.) se há atrasos que afetam as características de retificação de transitório do motor D.C.

Ao ser efetuado o acoplamento entre a máquina acionadora e o eixo gerador, a manutenção necessária consiste na lubrificação dos mancais e assegurar o bom contato entre as escovas e o comutador. (VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, 1982).

Araújo (2015) relata em seu estudo de desenvolvimento de um sistema de diagnóstico de falhas, que em motores elétricos devem ser medidas a sua vibração em relação aos seguintes itens:

- Desbalanceamento;
- Desalinhamento;
- Problema de fixação, ressonância e defeitos em mancais planos;

- Na frequência de rotação em relação a rotor e estator;
- Defeitos em mancais em relação à rotação normal da velocidade operacional.

Para Nepomuceno (1989) várias anomalias dos motores elétricos podem ser detectadas através de medidas e análise de vibrações. As vibrações mecânicas dos motores elétricos são oriundas ou dos rolamentos, das variações do fluxo magnético ou de chapas roçando.

Para Silva (2012) a decisão de reparar ou recuperar um motor elétrico no caso de uma falha no seu bobinado estatórico não é uma tarefa simples, envolvendo várias análises em relação à aplicação deste motor dentro do processo fabril, o custo da manutenção corretiva, o custo de um equipamento novo e a política de cada empresa em relação à depreciação de seus equipamentos.

Van Valkenburgh, Nooger e Neville (1982) explicam que os ruídos são causados quase sempre por mancais desalinhados, pois na maioria das máquinas, o espaçamento entre o rotor e o estator é muito pequeno, para que o entreferro seja o menor possível. Mancais gastos ou ligeiramente desalinhados podem provocar o atrito da armadura com as peças polares durante a rotação, produzindo ruídos. Para os autores, a tensão do gerador não se desenvolve quando:

- O circuito de campo está aberto;
- As ligações de campo estão invertidas;
- A resistência do campo “Shunt” é alta;
- O magnetismo residual é insuficiente.

Segundo o seu site, a empresa PS Soluções (2016) desenvolve e comercializa produtos de manutenção preditiva para motores com base na técnica de Análise de Assinatura Elétrica (ESA), na qual permite o monitoramento não invasivo, remoto e sem interrupção do processo. Possui um produto chamado Preditor modelo PrC3, consistindo em uma solução completa para medição, monitoramento e análise de máquinas elétricas rotativas e motores de indução trifásicos. Segundo a empresa, o Preditor monitora todo o processo: do motor à carga, permitindo o monitoramento de falhas elétricas e mecânicas. Pode ser utilizado em motores de baixa, média e alta tensão.

De acordo com Nepomuceno (1989), a existência também de fissuras, trincas, moissas e outras anormalidades constituem elementos que induzem à fratura dos eixos de rotores dentro de curto prazo, nesse caso o ensaio ultrassônico (análise de ecos) apresenta os melhores resultados, já que não exige o desmonte, apresentado resultados satisfatórios e confiáveis.



Com a manutenção preditiva do sistema elétrico, diminuiria a quantidade de falhas e posteriormente contribuiria para a disponibilidade da frota, pois o estudo constatou que a maior incidência de problemas no PMT, advém deste sistema.

### **5.6. Etapa 6 – Avaliação da manutenção planejada**

Após realizar o planejamento e execução do modelo proposto por este estudo, é importante que o Pelotão de Manutenção e Transporte realize constantemente avaliações do estado da frota.

Além da verificação do estado físico, realizada visualmente em cada viatura e anotado em registros de papel que posteriormente serão inseridos em bases de dados informatizadas, é necessário fazer o uso de KPI's (*Key Performance Indicator*) que são indicadores-chave de desempenho. Dentre os principais, temos o OEE, MTBF, MTTR, MTTF e Disponibilidade.

O batalhão possui 19 viaturas operacionais e 10 viaturas administrativas, somando-se assim 29 veículos, contando-se com os reboques o número sobe para 35 equipamentos. Porém para a análise serão levadas em consideração apenas as viaturas, devido a maior complexidade de seus sistemas.

Será realizada uma simulação com os índices ideais que as viaturas tanto operacionais quanto administrativas, deverão possuir para manter os patamares de qualidade na prestação de serviços. Também será realizada outra simulação com a meta mínima de disponibilidade de 85% da frota. Lembrando que eles são diferentes segundo o tipo de emprego das viaturas: operacional ou administrativo.

Para o cálculo do OEE, que é a eficiência geral do equipamento, pode-se optar por gerenciar uma viatura isoladamente ou a frota como um todo. Fazendo uma analogia com um equipamento de fábrica, as viaturas mais produtivas serão aquelas que percorrerem as maiores distâncias ou quilometragens, contribuindo para aumentar o desempenho delas.

Porém, para que haja qualidade, a viatura não deve apresentar perda de potência no seu percurso, trafegando dentro da velocidade permitida por lei e percorrendo o percurso total dentro do tempo estipulado.

Para isso, a viatura também deve apresentar baixa perda de tempo por paradas oriundas de quebra, obtendo-se assim uma alta disponibilidade. Do correlacionamento destes fatores, calcula-se o índice OEE, que para empresas consideradas de classe mundial é de no mínimo 85%, sendo que a maioria trabalha em torno de 60%.

### 5.6.1. Cálculo dos KPI's para as viaturas operacionais

No batalhão existem 19 viaturas operacionais. O fato de elas serem classificadas como operacionais, exige que sejam camufladas e possuam militarização. Além disso, devem possuir tração 4 X 4 e, quando for possível, faróis de escurecimento. Algumas viaturas foram desenvolvidas para serem militares desde o seu projeto, como é o caso do jipe Agrale Marruá, que possui inclusive suporte para metralhadoras. Outras como a Toyota Bandeirante foi adaptada para uso militar.

Como o Batalhão é considerado operacional e cumpre diversas missões, inclusive na fronteira, atuando em vários municípios e podendo se estender até cinco estados, é importante que esteja com sua frota operacional em condições de ser empregada a qualquer momento.

Portanto para o cálculo dos indicadores-chave de desempenho de uma viatura, será utilizado como base o total de horas em operação dela que será de 720 horas, que são 24 horas por dia, multiplicados por sete dias da semana. Mesmo que esta viatura não funcione todo o tempo, é desejável segundo os padrões de operacionalidade, que ela esteja sempre disponível.

Em uma situação ótima teríamos uma disponibilidade da frota em 100%, um MTBF (tempo médio entre falhas) de 720 horas, um MTTF (tempo médio até a falha) de 720 horas e um MTTR (tempo médio até o reparo) de zero hora. Vale lembrar que para a disponibilidade, MTBF e MTTF quanto maior é melhor e para o MTTR, quanto menor melhor. O objetivo é aumentar cada vez mais o tempo de disponibilidade da viatura, o tempo médio que ocorre entre uma falha e outra desta e o tempo médio até ela falhar depois de um reparo. Já o contrário, deseja-se que o tempo médio para reparar seja o menor possível.

Pode-se optar por calcular os índices de uma viatura, mensalmente ou anualmente. Para cálculo dos índices anuais basta multiplicar o tempo de disponibilidade mensal desejável que é de 720 horas por 12 meses, chegando ao total de horas disponíveis ideais por ano de 8.640.

Para o cálculo dos índices ideais mensais para a frota completa, basta multiplicar o tempo ideal de disponibilidade mensal de cada viatura e multiplicar por 19, que é o total de viaturas da frota, chegando-se ao total de 13.680 horas mensais de disponibilidade. Da mesma forma, para calcular a disponibilidade ideal da frota anualmente, basta multiplicar o tempo de disponibilidade anual ideal de uma viatura por 19, chegando-se ao valor de 164.160 horas anuais. Para realizar o cálculo na planilha, deve haver pelo menos uma única quantidade de falha, caso contrário, não seria possível calcular os índices, pois tenderiam ao infinito. O quadro 30 mostra os índices ideais por viatura e frota, tanto mensal quanto anual.

**Quadro 30** - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura isolada e frota operacional, do 54° BIS

INDICADORES	Viatura Isolada		Frota completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	720	8.640	13680	164.160
Total de horas paradas:	0	0	0	0
Quantidade de falhas:	1	1	1	1
<b>MTTF:</b>	<b>720</b>	<b>8.640</b>	<b>13680</b>	<b>164.160</b>
<b>MTTR:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>MTBF:</b>	<b>720</b>	<b>8.640</b>	<b>13680</b>	<b>164.160</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 31 mostra a simulação realizada para uma viatura isolada e para a frota completa em termos mensais e anuais. Considerou-se a meta de disponibilidade de 85% e três defeitos por ano para cada viatura (ou 1 a cada quatro meses).

Para que uma viatura tenha 85% de disponibilidade durante um mês, ela tem que ficar indisponível durante 127 horas por mês. A partir daí, coloca-se o número fictício de 1 falha por mês e chega-se aos valores de 720 horas de MTTF, 127 horas de MTTR e 593 horas de MTBF.

Para o cálculo dos indicadores anuais, basta à multiplicação por 12 do número de horas paradas mensais, chegando-se ao valor de 1.524 horas anuais indisponíveis, a partir daí tem-se uma disponibilidade de 85%. Já a quantidade de falhas será de três por viatura, sendo assim chega-se ao MTTF de 2.880 horas, MTTR de 508 horas e MTBF de 2.372 horas.

Para o cálculo da frota completa, basta multiplicar os valores mensais e anuais de uma viatura isolada por 19, e teremos, além da disponibilidade de 85%, um MTTF, MTTR e MTBF iguais ao de uma viatura isolada, pois estes indicadores são percentuais e tempos médios.

Se o PMT quiser melhorar seus indicadores, deverá diminuir o total de horas paradas e quantidade de falhas por viatura. Fazendo isso, estará aumentando os indicadores gerais da frota automaticamente. A seguir o quadro 31 com as metas mínimas.

**Quadro 31** - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura e frota operacional, do 54º BIS

INDICADORES	Viatura Isolada		Frota completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	720	8.640	13680	164.160
Total de horas paradas:	127	1524	2413	28956
Quantidade de falhas:	1	3	19	57
<b>MTTF:</b>	<b>720</b>	<b>2880</b>	<b>720</b>	<b>2880</b>
<b>MTTR:</b>	<b>127</b>	<b>508</b>	<b>127</b>	<b>508</b>
<b>MTBF:</b>	<b>593</b>	<b>2372</b>	<b>593</b>	<b>2372</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>85,0059</b>	<b>85,0059</b>	<b>85,0059</b>	<b>85,0059</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Já para o cálculo do OEE para uma viatura operacional que precisa estar disponível por 24 horas diárias, durante sete dias por semana, teremos um tempo total mensal de 720 horas ou 43.200 minutos (30 dias do mês X 24 horas X 60 minutos).

Caso seja estipulado uma meta de OEE de 85% (considerado um índice classe mundial) esta viatura deverá apresentar uma disponibilidade de 90%, uma performance de 95% e qualidade de 99,90%.

Para chegar a estes padrões de excelência, a viatura operacional deverá apresentar por mês 2.300 minutos apenas de paradas por quebra, além de 14400 minutos para descanso do motorista (30 dias por mês X 8 horas de sono X 60 minutos) e 5.400 minutos de parada para refeição do mesmo (30 dias do mês X 3 refeições diárias X 1 hora de parada X 60 minutos).

Será levado em consideração que esta viatura trafega com eficiência ideal de 90 Km/hora ou 1,5 Km por minuto (90 KM/60 minutos). Já a quilometragem a percorrer por mês será de 30.200 Km. Este percurso dentro deste horizonte de tempo a uma velocidade de 90 Km/hora ou 1,5 Km/minuto, não poderá ter uma perda de eficiência superior a 30 Km.

A partir daí, calcula-se o tempo total útil (tempo total mensal – paradas por descanso ou refeição) chegando a 23.400 minutos. Depois o tempo operacional (tempo total útil – parada por quebra) obtendo-se 21.100 minutos. Por fim a eficiência líquida (km a percorrer no intervalo de tempo T – perda de eficiência) que será de 30.170 Km.

A partir é obtido os índices de disponibilidade de 90,17%, performance de 95,42% e qualidade de 99,90%, chegando-se finalmente a um OEE de 85,95%, um pouco superior aos de empresa consideradas de classe mundial. O quadro 32 representa o cálculo para obter-se o OEE mensal, com base nos parâmetros de classe mundial, de uma viatura do 54° BIS.

**Quadro 32** - Parâmetros a serem cumpridos por mês, para uma viatura operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção					
Tempo total mensal (1 Vtr)	720	Horas =	43200	Minutos	
Paradas de descanso	30	Paradas=	480	Minutos cada=	14400
Paradas para refeição	90	Paradas=	60	Minutos cada=	5.400
Paradas por quebra	2.300	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada		
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)		
Km a percorrer no T	30.200	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal		
Perda de eficiência	30	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T		
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado	
Tempo total útil	Tempo total mensal - Paradas (descanso, refeição)		23.400 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		21.100 minutos		
Eficiên. Líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		30.170 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%	
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total mensal		90,17%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,42%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,95%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura	
Disponibilidade	90,00%	90,17%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.		
Performance	95,00%	95,42%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham		
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.		
OEE	85,00%	85,95%			

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o controle do OEE anual de uma viatura, basta multiplicar todos os dados de produção que estão em amarelo por 12 meses, com exceção das paradas para descanso de 480 minutos cada (uma noite de descanso tem 8 horas ou 480 minutos) e parada para almoço de 1 hora (60 minutos), pois são valores fixos. Da mesma forma, a eficiência ideal continua a ser de 1,5 Km por minuto ou 90 Km/h.

De resto, obtém-se os mesmos índices de disponibilidade, performance, qualidade e OEE mensal. O quadro 33 apresenta os dados.

**Quadro 33** - Parâmetros a serem cumpridos por ano, para uma viatura operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção					
Tempo total anual (1 Vtr)	8.640	Horas =	518.400	Minutos	
Paradas de descanso	360	Paradas=	480	Minutos cada=	172.800
Paradas para refeição	1.080	Paradas=	60	Minutos cada=	64.800
Paradas por quebra	27.600	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada		
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)		
Km a percorrer no T	362.400	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal		
Perda de eficiência	360	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T		
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado	
Tempo total útil	Tempo total anual - Paradas (descanso, refeição)		280.800 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		253.200 minutos		
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		362.040 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%	
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total anual		90,17%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,42%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,95%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura	
Disponibilidade	90,00%	90,17%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.		
Performance	95,00%	95,42%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham		
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.		
OEE	85,00%	85,95%			

Fonte: Elaborado pelo autor

Caso o PMT queira gerenciar o indicador mensal do OEE para a frota operacional inteira, basta multiplicar os dados de produção por 19, que é o quantitativo total das viaturas operacionais.

Sendo assim, chega-se aos mesmos valores percentuais de disponibilidade, performance e qualidade, além do próprio OEE de uma única viatura. O quadro 34 mostra os dados de produção alterados para a gestão mensal do OEE para a frota de viaturas operacionais.

**Quadro 34** - Parâmetros a serem cumpridos por mês, para a frota operacional do 54° BIS, alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção					
Tempo total mensal (frota)	13.680	Horas =	820.800	Minutos	
Paradas de descanso	570	Paradas=	480	273.600	Total Minutos
Paradas para refeição	1.710	Paradas=	60	Minutos cada=	102.600 Total Minutos
Paradas por quebra	43.700	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada		
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)		
Km a percorrer no T	573.800	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal		
Perda de eficiência	570	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T		
Variáveis Suporte			Cálculo		Resultado
Tempo total útil	Tempo total mensal - Paradas (descanso, refeição)			444.600 minutos	
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra			400.900 minutos	
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência			573.230 Km	
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%	
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total mensal		90,17%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,42%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,95%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura	
Disponibilidade	90,00%	90,17%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.		
Performance	95,00%	95,42%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham		
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.		
OEE	85,00%	85,95%			

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a gestão do indicador anual de OEE da frota de viaturas operacionais, basta multiplicarem-se os dados de produção mensal da frota por 12. Sendo assim, os índices de disponibilidade, performance, qualidade e OEE continuarão sendo, respectivamente, 90,17%, 95,42%, 99,90% e 85,95%.

É interessante que os gestores do PMT façam a conversão dos minutos para horas e de horas para dias, a fim de, facilitarem a gestão dos dados de produção no dia a dia e assim conseguirem chegar ao OEE o mais próximo possível de indicadores de classe mundial de manutenção. O quadro 35 apresenta os dados de produção anuais para a frota de viaturas operacionais do 54° BIS. Estes dados estão dentro da faixa para conseguir-se um OEE de manutenção classe mundial.

**Quadro 35** - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota operacional do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção						
Tempo total anual (frota)	164.160	Horas =	9.849.600	Minutos		
Paradas de descanso	6.840	Paradas=	480	Minutos cada=	3.283.200	Total Minutos
Paradas para refeição	20.520	Paradas=	60	Minutos cada=	1.231.200	Total Minutos
Paradas por quebra	524.400	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada			
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)			
Km a percorrer no T	6.885.600	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal			
Perda de eficiência	6.840	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T			
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado		
Tempo total útil	Tempo total anual - Paradas (descanso, refeição)			5.335.200 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra			4.810.800 minutos		
Eficiência. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência			6.878.760 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%		
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total anual			90,17%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiência. Ideal			95,42%		
Qualidade	Eficiência. Líquida Km / Km a percorrer no T			99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade			85,95%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura		
Disponibilidade	90,00%	90,17%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.			
Performance	95,00%	95,42%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham			
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.			
OEE	85,00%	85,95%				

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.6.2. Cálculo dos KPI's para as viaturas administrativas

As viaturas administrativas não possuem itens de militarização, porém são pintadas de verde fosco, mantendo o seu projeto de fábrica. No batalhão são ônibus, motos, viaturas de guincho e outras para apoio administrativo e logístico.

Para o cálculo da disponibilidade ideal da frota administrativa, levou-se em consideração que o período diário de disponibilidade deve ser de 8 horas (jornada de trabalho administrativo) durante 22 dias por mês, pois foram excluídos os fins de semana que não possuem expediente administrativo.

Para a disponibilidade ideal de 100%, chegou-se ao valor de 176 horas por mês, zero de horas paradas e 1 defeito, como dito anteriormente, é fictício. Assim, obteve-se o MTTF de 176 horas, o MTTR zero e o MTBF de 176 horas.

Para o cálculo anual para uma viatura administrativa, basta multiplicar o valor mensal por 12 e chega-se ao valor de 2.112 horas totais de disponibilidade, ou seja, de 100%. Com isso



temos os valores anuais para uma viatura administrativa de 2.112 horas de MTTF, zero de MTTR e 2.112 horas de MTBF.

Para o cálculo de disponibilidade ideal mensal da frota utilizou-se os valores de uma viatura isolada e multiplicou-se por 10, que é o quantitativo da frota administrativa do batalhão. Assim, chegou-se ao número de 1.760 horas que é a disponibilidade de 100% mensal da frota administrativa, com valores ideais de MTTF de 1.760 horas, MTTR de zero hora e MTBF de 1.760 horas.

Para o cálculo de disponibilidade anual ideal da frota, bastou pegar o quantitativo mensal e multiplicar por 12, obtendo-se assim o número de 21.120 hora que é 100% de disponibilidade. Assim, com zero hora de paradas e uma falha, os valores ideais de MTTF ficaram em 21.120 horas, zero de MTTR e 21.120 horas de MTBF. Abaixo o quadro 36 apresenta os valores mensais e anuais ideais para uma viatura isolada e para a frota total de viaturas administrativas.

**Quadro 36** - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura isolada e frota administrativa, do 54º BIS

INDICADORES	Viatura adm. isolada		Frota adm. completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	176	2.112	1.760	21.120
Total de horas paradas:	0	0	0	0
Quantidade de falhas:	1	1	1	1
<b>MTTF:</b>	<b>176</b>	<b>2112</b>	<b>1760</b>	<b>21120</b>
<b>MTTR:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>MTBF:</b>	<b>176</b>	<b>2112</b>	<b>1760</b>	<b>21120</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Para uma simulação, onde cada viatura isolada e frota completa apresentam uma meta de 85% de disponibilidade mensal e anual, foi necessário estipular um total de horas paradas de 31 horas mensais para uma viatura isolada e 372 horas anuais para esta mesma viatura. Já para a frota inteira, foi de 310 horas mensais e 3.720 horas anuais paradas.

Também foi estipulado o quantitativo de uma falha (fictício, para fins de cálculo) por mês por viatura analisada isoladamente e três falhas anuais de meta para esta mesma viatura. Já para a frota, seriam de 10 falhas mensais (fictício para fins de cálculo) e 30 falhas anuais de meta.

Com isto, chegou-se aos valores mensais para uma única viatura administrativa de 176 horas de MTTF, 31 horas de MTTR e 145 horas de MTBF. Já os valores anuais para uma viatura analisada isoladamente, foi de 704 horas de MTTF, 124 horas de MTTR e 580 horas de MTBF.

Já os valores mensais da frota, foram de 176 horas de MTTF, 31 horas de MTTR e 145 horas de MTBF. Por último os valores anuais para a frota inteira administrativa, foram de 704 horas de MTTF, 124 horas de MTTR e 580 horas de MTBF. O quadro 37 mostra os valores citados acima.

**Quadro 37** - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF por viatura e frota administrativa do 54º BIS

INDICADORES	Viatura adm. isolada		Frota adm. completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	176	2.112	1.760	21.120
Total de horas paradas:	31	372	310	3.720
Quantidade de falhas:	1	3	10	30
<b>MTTF:</b>	<b>176</b>	<b>704</b>	<b>176</b>	<b>704</b>
<b>MTTR:</b>	<b>31</b>	<b>124</b>	<b>31</b>	<b>124</b>
<b>MTBF:</b>	<b>145</b>	<b>580</b>	<b>145</b>	<b>580</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>85,02415</b>	<b>85,02415</b>	<b>85,02415</b>	<b>85,02415</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cálculo mensal do OEE de uma viatura administrativa, levou-se em consideração o tempo mensal administrativo (8 horas por dia, durante 22 dias no mês), chegando-se assim ao número de 176 horas mensais ou 10.560 minutos.

Como o expediente é administrativo e não operacional, não foi preciso contabilizar as horas de descanso noturno do motorista. Da mesma forma, contabilizou-se para as paradas para refeição apenas o almoço, já que o café da manhã e o jantar são fora do expediente

administrativo. Sendo assim, chegou-se ao número mensal de 1.800 minutos de parada devido à refeição.

Para uma disponibilidade de 90,30%, performance de 95,06%, qualidade de 99,90% e OEE de 85,75% (valores próximos do padrão classe mundial), os dados de produção foram de 850 minutos de paradas por quebra, 11.279 km a percorrer a uma velocidade de 1,5 Km/minuto ou 90 Km/hora e uma perda de eficiência desse trajeto de 11Km. Esta perda de eficiência foram os quilômetros não percorridos no tempo estipulado devido a vários fatores (perda de potência do motor, paradas não previstas e etc).

Sendo assim, chega-se ao tempo total útil de 8.760 minutos por mês (tempo total mensal menos as paradas para refeição), tempo operacional de 7.910 minutos (tempo total útil menos as paradas por quebra) e eficiência líquida (Km a percorrer no tempo T – perda de eficiência em Km). O quadro 38 apresenta os dados de produção mensal para uma viatura administrativa alcançar os índices de classe mundial.

**Quadro 38** - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para uma viatura administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção						
Tempo total mensal (1 Vtr adm.)	176	Horas =	10.560	Minutos		
Paradas de descanso	0	Paradas=	0	Minutos cada=	0	Total Minutos
Paradas para refeição	30	Paradas=	60	Minutos cada=	1.800	Total Minutos
Paradas por quebra	850	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada			
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)			
Km a percorrer no T	11.279	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal			
Perda de eficiência	11	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T			
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado		
Tempo total útil	Tempo total mensal - Paradas (descanso, refeição)		8.760 minutos			
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		7.910 minutos			
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		11.268 Km			
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%		
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total mensal		90,30%			
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,06%			
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%			
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,75%			
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor. Estudos indicam que a média que as plantas trabalham gira em torno de 60%.		
Disponibilidade	90,00%	90,30%				
Performance	95,00%	95,06%				
Qualidade	99,90%	99,90%				
OEE	85,00%	85,75%				

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cálculo dos dados de produção anual de uma viatura administrativa, a fim de chegar aos valores de OEE classe mundial, basta pegar os dados de produção mensais de uma viatura administrativa e multiplicar por 12 meses. Assim, chega-se aos mesmos índices mensais de disponibilidade, performance, qualidade e OEE classe mundial para uma viatura administrativa.

Os únicos dados que serão mantidos é a eficiência ideal (1,5 Km por minuto ou 90 Km por hora) e a hora de almoço, pois são valores fixos. O quadro 39 apresenta os dados de produção para cálculo anual do OEE (classe mundial) de uma viatura administrativa.

**Quadro 39** - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para uma viatura administrativa do 54º BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção						
Tempo total anual (1 Vtr adm.)	2.112	Horas =	126.720	Minutos		
Paradas de descanso	0	Paradas=	0	Minutos cada=	0	Total Minutos
Paradas para refeição	360	Paradas=	60	Minutos cada=	21.600	Total Minutos
Paradas por quebra	10.200	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada			
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)			
Km a percorrer no T	135.348	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal			
Perda de eficiência	132	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T			
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado		
Tempo total útil	Tempo total anual - Paradas (descanso, refeição)		105.120 minutos			
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		94.920 minutos			
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		135.216 Km			
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%		
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total anual		90,30%			
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,06%			
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%			
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,75%			
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura		
Disponibilidade	90,00%	90,30%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.			
Performance	95,00%	95,06%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham			
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.			
OEE	85,00%	85,75%				

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cálculo mensal dos dados de produção da frota de viaturas administrativas do 54º BIS, basta multiplicar os dados de uma única viatura administrativa por 10, que é o quantitativo de viaturas administrativas do batalhão. Senso assim, chega-se aos mesmos índices mensais de disponibilidade, performance, qualidade e OEE (classe mundial) para a frota de viaturas administrativas. O quadro 40 apresenta os dados de produção e OEE mensais para a frota de viaturas administrativas.

**Quadro 40** - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para a frota administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção						
Tempo total mensal (frota adm.)	1.760	Horas =	105.600	Minutos		
Paradas de descanso	0	Paradas=	0	Minutos cada=	0	Total Minutos
Paradas para refeição	300	Paradas=	60	Minutos cada=	18.000	Total Minutos
Paradas por quebra	8.500	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada			
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)			
Km a percorrer no T	112.790	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal			
Perda de eficiência	110	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T			
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado		
Tempo total útil	Tempo total mensal - Paradas (descanso, refeição)			87.600 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra			79.100 minutos		
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência			112.680 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%		
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total mensal			90,30%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal			95,06%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T			99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade			85,75%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura		
Disponibilidade	90,00%	90,30%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.			
Performance	95,00%	95,06%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham			
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.			
OEE	85,00%	85,75%				

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cálculo dos dados de produção anuais da frota administrativa do 54° BIS, bastou utilizar os dados mensais da frota e multiplicar por 12 meses. Cumprindo estas metas de produção anuais, a frota administrativa obterá os mesmos índices de disponibilidade, performance, qualidade e OEE (classe mundial) obtidos para uma viatura mensal, para uma viatura anual e para a frota mensal. O quadro 41 apresenta os dados de produção anuais a serem alcançados para que a frota administrativa do 54° BIS alcance os índices de classe mundial.

**Quadro 41** - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota administrativa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção						
Tempo total anual (frota adm.)	21.120	Horas =	1.267.200	Minutos		
Paradas de descanso	0	Paradas=	0	Minutos cada=	0	Total Minutos
Paradas para refeição	3.600	Paradas=	60	Minutos cada=	216.000	Total Minutos
Paradas por quebra	102.000	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada			
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)			
Km a percorrer no T	1.353.480	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal			
Perda de eficiência	1.320	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T			
Váriaveis Suporte						
Váriaveis Suporte		Cálculo			Resultado	
Tempo total útil		Tempo total anual - Paradas (descanso, refeição)			1.051.200 minutos	
Tempo Operacional		Tempo total útil - Paradas por quebra			949.200 minutos	
Eficiên. líquida km		Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência			1.352.160 Km	
Fator OEE						
Fator OEE		Cálculo			Meu OEE%	
Disponibilidade		Tempo Operacional / Tempo total anual			90,30%	
Performance		(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal			95,06%	
Qualidade		Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T			99,90%	
OEE		Disponibilidade x Performance x Qualidade			85,75%	
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura		
Disponibilidade		90,00%	90,30%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.		
Performance		95,00%	95,06%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham		
Qualidade		99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.		
OEE		85,00%	85,75%			

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.6.3. Cálculo dos KPI's para a frota completa do 54° BIS

Realizando uma análise dos indicadores de desempenho da frota completa de viaturas do 54° BIS, foram somados os totais de horas em operação das viaturas administrativas com as horas totais da frota operacional.

Portanto, o total de horas mensais em operação, para uma viatura operacional e outra administrativa, são de 896 horas. Já em termos anuais, uma viatura administrativa e outra operacional tem como disponibilidade de 100% um total em funcionamento de 10.752 horas.

Para a frota completa, somando-se as viaturas administrativas e operacionais, a disponibilidade mensal ideal é de 15.440 horas, que foi o resultado da disponibilidade mensal ideal da frota administrativa mais a disponibilidade ideal mensal da frota operacional.

Por último, a taxa ideal anual de disponibilidade de 100% da frota de viaturas do 54° BIS foi de 185.280 horas. O resultado foi obtido somando-se as horas de disponibilidade totais anuais da frota administrativa com o da frota operacional. O quadro 42 informa os dados.

**Quadro 42** - Índices ideais mensais e anuais de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF para um par de viaturas (administrativa e operacional) e frota completa do 54° BIS

INDICADORES	2 viaturas (1 adm. e 1 op.)		Frota completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	896	10.752	15.440	185.280
Total de horas paradas:	0	0	0	0
Quantidade de falhas:	1	1	1	1
<b>MTTF:</b>	<b>896</b>	<b>10752</b>	<b>15440</b>	<b>185280</b>
<b>MTTR:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>MTBF:</b>	<b>896</b>	<b>10752</b>	<b>15440</b>	<b>185280</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando-se uma meta de disponibilidade mínima de 85%, foram realizadas simulações mensais e anuais para um par de viaturas (uma administrativa e uma operacional) e para a frota completa.

Com isso chegou-se aos valores totais de horas paradas mensais e anuais para o par de viaturas que foi de 158 horas e 1.896 horas respectivamente. Para a frota completa, o quantitativo de horas paradas mensais foi de 2.724 horas e anuais de 32.688 horas.

Foi assumido para fins unicamente de cálculo, 2 falhas mensais para o par de viaturas e 29 falhas mensais para a frota completa. Já a meta anual foi de 3 falhas por viatura, por tanto, para o par de viaturas foi considerado a quantidade de 6 falhas e para a frota completa 87 falhas.

Sendo assim, chegou-se aos valores mensais para o par de viaturas de 448 horas de MTTF, 79 horas de MTTR e 369 horas de MTBF. Já os valores anuais foram de 1792 horas de MTTF, 316 horas de MTTR e 1.476 horas de MTBF.

Para a frota completa os valores mensais foram de 532 horas de MTTF, 93 horas de MTTR e 438 horas de MTBF. Para valores anuais, a simulação dos indicadores da frota completa apresentou valores de 2.129 horas de MTTF, 375 horas de MTTR e 1.753 horas de MTBF. O quadro 43 apresenta os dados da simulação.

**Quadro 43** - Meta mínima mensal e anual de Disponibilidade, MTTF, MTTR e MTBF para um par de viaturas (administrativa e operacional) e frota completa do 54° BIS

INDICADORES	viaturas (1 adm. e 1 op)		Frota completa	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Total de horas em operação:	896	10.752	15.440	185.280
Total de horas paradas:	158	1896	2724	32688
Quantidade de falhas:	2	6	29	87
<b>MTTF:</b>	<b>448</b>	<b>1792</b>	<b>532,4138</b>	<b>2129,655</b>
<b>MTTR:</b>	<b>79</b>	<b>316</b>	<b>93,93103</b>	<b>375,7241</b>
<b>MTBF:</b>	<b>369</b>	<b>1476</b>	<b>438,4828</b>	<b>1753,931</b>
<b>Disponibilidade:</b>	<b>85,00949</b>	<b>85,00949</b>	<b>85,0033</b>	<b>85,0033</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Caso o Pelotão de Manutenção e Transporte queira saber todos estes quantitativos de horas por dia, bastaria dividi-los por 24. O PMT pode traçar a estratégia de gerir a frota como um todo ou separadamente em viaturas administrativas e operacionais. Da mesma forma, pode estipular metas mensais ou anuais.

Para o cálculo dos dados de produção mensais da frota completa de viatura do 54° BIS, foram somados os tempos totais mensais da frota operacional e administrativa, obtendo-se o tempo total mensal disponível da frota no valor de 15.440 horas ou 926.400 minutos.

Para o cálculo das paradas de descanso mensal foi levado em consideração apenas os valores da frota operacional, pois os motoristas dormem nas missões, ao contrário da frota administrativa, onde o expediente termina às 17 horas e não existe expediente administrativo nos fins de semana. Portanto o valor para paradas de descanso ficou em 273.600 minutos.

Já as paradas para refeição foram multiplicadas os quantitativos de pausa das viaturas operacionais (café, almoço e jantar) por 30 dias e após isto por 19 viaturas (quantidade de viaturas operacionais) chegando ao valor de 1.710 horas. Depois foi multiplicada a quantidade de pausa (almoço) referente à frota administrativa (10 viaturas) por 30 dias no mês, chegando-se ao valor de 300 horas. Finalizando, foram somadas as horas da frota operacional com a administrativa chegando ao resultado de 2.010 horas que multiplicados por 60 minutos, obteve-se o valor de 120.600 minutos mensais de pausa para refeição da frota completa.



Para o cálculo das paradas por quebra da frota, foram somados os quantitativos da frota operacional e administrativo, chegando-se ao valor de 52.200 minutos mensais. Já a quilometragem a percorrer no mês para a frota completa deve ser de 686.590 Km a uma velocidade média de 1,5 Km/minuto ou 90 Km/hora, com uma perda de no máximo 680 Km.

A partir destes dados de produção, chega-se ao tempo total útil no mês de 532.200 minutos. Para o tempo operacional chega-se a 480.000 minutos, com uma eficiência líquida de quilômetros percorridos de 685.910 Km.

Com esses valores, teremos uma disponibilidade de 90,19%, performance de 95,36%, qualidade de 99,90% e OEE de 85,92%, percentuais um pouco acima dos índices de classe mundial. O quadro 44 mostra os valores mensais dos dados de produção e percentuais a serem atingidos, para que a frota completa de viaturas do 54° BIS alcance a meta de manutenção classe mundial.

**Quadro 44 - Parâmetros a serem cumpridos mensalmente para a frota completa do 54° BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial**

Dados de Produção					
Tempo total mensal (frota completa)	15.440	Horas =	926.400	Minutos	
Paradas de descanso	570	Paradas=	480	Minutos cada=	273.600 Total Minutos
Paradas para refeição	2.010	Paradas=	60	Minutos cada=	120.600 Total Minutos
Paradas por quebra	52.200	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada		
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)		
Km a percorrer no T	686.590	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal		
Perda de eficiência	680	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T		
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado	
Tempo total útil	Tempo total mensal - Paradas (descanso, refeição)		532.200 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		480.000 minutos		
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		685.910 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%	
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total mensal		90,19%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,36%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,92%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.	
Disponibilidade	90,00%	90,19%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham gira em torno de 60%.		
Performance	95,00%	95,36%			
Qualidade	99,90%	99,90%			
OEE	85,00%	85,92%			

Fonte: Elaborado pelo autor

Para saber as metas de produção anual da frota completa de viaturas, e assim alcançar os índices de manutenção considerados classe mundial, bastaria apenas multiplicar os dados de produção mensais por 12 meses. Para facilitar um melhor entendimento das metas de produção é interessante converter os minutos em horas e depois em dias, a fim de simplificar o gerenciamento no dia a dia.

O quadro 45 apresenta os valores a serem atingidos pela frota do 54º BIS anualmente, para que o mesmo consiga um OEE de 85,92% (um pouco acima do mínimo para ter um índice de manutenção classe mundial).

**Quadro 45** - Parâmetros a serem cumpridos anualmente para a frota completa do 54º BIS alcançar o nível de manutenção classe mundial

Dados de Produção					
Tempo total anual (frota completa)	185.280	Horas =	11.116.800	Minutos	
Paradas de descanso	6.840	Paradas=	480	Minutos cada=	3.283.200 Total Minutos
Paradas para refeição	24.120	Paradas=	60	Minutos cada=	1.447.200 Total Minutos
Paradas por quebra	626.400	Minutos	Obs: Minutos que a viatura ficou parada		
Eficiência Ideal	1,5	Km/minuto	( ou 90 Km/hora)		
Km a percorrer no T	8.239.080	Km	Obs: T= Intervalo de tempo total mensal		
Perda de eficiência	8.160	Km	Obs: Km que faltaram a percorrer em um intervalo T		
Variáveis Suporte		Cálculo		Resultado	
Tempo total útil	Tempo total anual - Paradas (descanso, refeição)		6.386.400 minutos		
Tempo Operacional	Tempo total útil - Paradas por quebra		5.760.000 minutos		
Eficiên. líquida km	Km a percorrer no tempo T - Perda de eficiência		8.230.920 Km		
Fator OEE		Cálculo		Meu OEE%	
Disponibilidade	Tempo Operacional / Tempo total anual		90,19%		
Performance	(Km a percorrer no T / Tempo Op.) / Eficiên. Ideal		95,36%		
Qualidade	Eficiênc. Líquida Km / Km a percorrer no T		99,90%		
OEE	Disponibilidade x Performance x Qualidade		85,92%		
Fator OEE		World Class	Meu OEE	Obs: World Class Overall OEE para plantas de manufatura	
Disponibilidade	90,00%	90,19%	geralmente é considerado em torno de 85% ou melhor.		
Performance	95,00%	95,36%	Estudos indicam que a média que as plantas trabalham		
Qualidade	99,90%	99,90%	gira em torno de 60%.		
OEE	85,00%	85,92%			

Fonte: Elaborado pelo autor

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho foi demonstrado que o site Portal da Transparência dos gastos públicos federais não só pode ser utilizado como uma ferramenta de fiscalização das despesas por parte da população, mas também como uma efetiva ferramenta de gestão pelos órgãos públicos.

Observando sob o prisma da manutenção, a partir do conhecimento das características, quantidades e preços de produtos e serviços contratados, foi possível conhecer os tipos de falhas recorrentes, custos de manutenção da frota, investimento em treinamentos, manutenções terceirizadas, entre outros tipos de gastos da gestão no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015.

O Portal da Transparência não forneceu as informações de forma consolidada. Foi necessário fazer uma ampla pesquisa, abrindo tela por tela e tabulando os dados de forma manual. Sendo assim, verificou-se uma grande dificuldade em gerar relatórios anuais dos gastos empregados na frota de viaturas do 54º BIS, dado o grande volume de dados.

A partir de tais dados, os relatórios foram gerados, demonstrando as peças, conjuntos e sistemas automotivos que mais apresentaram incidências de falhas e valores desembolsados, com impacto direto no orçamento anual do órgão.

Desta forma, concluiu-se através do critério de análise que levou em consideração tanto a frequência de compras quanto valores gastos, que o Pelotão de Manutenção e Transporte do 54º BIS, deveria dar maior ênfase em sua manutenção aos sistemas automotivos de transmissão, freios e elétrico, respectivamente. Já em relação à priorização da manutenção de peças e conjuntos, foi na ordem: conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna), retentor do cubo de roda, kit de embreagem, amortecedores, cilindro auxiliar de embreagem, tambores de freio, buchas dos amortecedores, bomba hidráulica do sistema de direção, coroa e pinhão do diferencial e toldos.

Essa priorização da manutenção se faz necessária, para que seja dada maior efetividade a mesma, focando os sistemas e peças com maiores probabilidades de apresentarem falhas ou defeitos, além da economia de recursos orçamentários destinados à manutenção da frota disponibilizada pelo Governo Federal.

O site Portal da Transparência por apresentar uma ampla gama de dados dos recursos empregados na frota de viaturas, foi ao encontro de uma das exigências do modelo de gestão da manutenção denominado TPM, que é justamente a sólida base de informações para implantação de um dos seus pilares produtivos, denominada “manutenção planejada”.

A partir deste “pilar” foi possível propor um modelo de seis etapas e passo a passos, de um conjunto de procedimentos preventivos e preditivos, com foco nos sistemas e peças prioritários, objetivando melhorar o desempenho da manutenção do Pelotão como um todo.

Foi escolhido o programa TPM, por este ser um modelo de gestão de manutenção consagrado como símbolo de sucesso na indústria japonesa e mundial, e por se uma das bases de outro modelo de sucesso que é o sistema toyota de produção (STP).

Devido à complexidade do programa TPM, que em sua totalidade é composto por oito pilares, foi escolhido apenas o pilar manutenção planejada, de forma a simplificar os procedimentos, atacar os principais problemas e preparar as condições para uma futura implantação do programa por completo.

Este modelo proposto não teria sentido se não houvesse uma motivação principal, que é o alcance de parâmetros de manutenção, com vistas a ser classificado como de “classe mundial”.

Essa classificação é alcançada por empresas que possuem índices de eficiência geral da sua planta de equipamentos (OEE) de 85% ou mais, sendo que a maioria das organizações opera na faixa de 60%. Há também outros índices que são utilizados sob a mesma expressão, em vários países, independente da área de operação ou ramo da indústria, o que viabiliza a comparação entre eles.

Lembrando o ditado de que não se pode gerenciar aquilo que não se mede, as simulações realizadas em operações ideais (100%) ou classe mundial (85%) de índices de desempenho como: disponibilidade, MTBF, MTTF, MTTR e o OEE das frotas administrativa, operacional e global, tiveram como objetivo orientar as medidas necessárias para maximizar o alcance destes mesmos índices.

Dentre estas medidas foi citado a diminuição de paradas por quebras, aumento da eficiência do equipamento, aumento do tempo operacional e diminuição de perdas, ao qual impactam diretamente no aumento das taxas de disponibilidade, performance e qualidade da frota como um todo, elevando assim o OEE da mesma.

Da mesma forma, foi possível provar através de simulações que aumentando o tempo médio entre as falhas (MTBF), aumentando o tempo médio até a primeira falha (MTTF) e diminuindo o tempo médio para reparar (MTTR), também aumentaria o tempo em operação da frota de viaturas, contribuindo mais a frente para a alavancagem do OEE.

Outra finalidade deste trabalho foi o alerta sobre a necessidade de diminuição das ações de manutenções corretivas, oriundas de falhas que acontecem geralmente no pior momento possível, ou seja, durante o trajeto nas estradas, o que ocasiona grandes transtornos, aumenta sobremaneira os gastos, além de contribuir para a ocorrência de acidentes.

Devido a cortes orçamentários, principalmente em épocas de crises econômicas, o Estado Brasileiro pode deixar de prestar apoio de qualidade a sua população. Portanto, o racional emprego de recursos deve ser observado, para que não venha a faltar o patrulhamento nas fronteiras, o apoio na segurança pública, o combate aos variados tipos de tráfico, o socorro a populações vítimas de catástrofes naturais e apoio logístico a outros órgãos de governo em locais de difícil acesso, dentre outros serviços.

Para início da implantação do pilar manutenção planejada, deve ser escolhida uma equipe piloto e uma viatura específica como ensaio, expondo o cenário antes e depois. A finalidade é demonstrar através da aplicação prática, que esta viatura ficou mais tempo em disponibilidade, apresentando diminuição de falhas e onerando menos o orçamento do PMT.

É muito importante o acompanhamento do programa, a verificação dos avanços em cada etapa e a medição dos indicadores-chave de desempenho. Deve haver, em primeiro lugar, o apoio do alto comando do batalhão e envolvimento deste até os soldados, para que esta proposta de mudança na gestão da manutenção seja implantada com sucesso.

A correta implantação deste “pilar” do TPM poderia colocar o batalhão estudado, na vanguarda em termos de operacionalidade de deslocamento, dentre os batalhões da Região Norte do País, e principalmente daqueles situados em áreas de vegetação de selva.

Deve-se recordar que a organização militar, denominada 4º RCC (Regimento de Carros de Combate), sediada na cidade de Rosário do Sul – RS recebeu em 2008 o PNQ (Prêmio Nacional da Qualidade), sendo a primeira organização pública da Administração Direta Brasileira a obter esse reconhecimento. A referida unidade militar, competiu com empresas de grande porte do setor privado, segundo o Portal do Sistema de Excelência do Exército Brasileiro (2008).

Outras organizações militares também receberam prêmios da qualidade, em seus respectivos estados, nas mais diversas áreas. Portanto, isso demonstra que a frota de viaturas do Batalhão 54º BIS pode se tornar um modelo de manutenção classe mundial.

## 7. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros no Pelotão de Manutenção e Transporte do 54º BIS, recomenda-se implantar o Programa de Manutenção Produtiva Total por completo, com os sete pilares restantes. Para isso, será necessário seguir 12 etapas e uma série de passo a passos em cada uma.

Um programa de TPM completo iria aumentar a efetividade nas ações de planejamento da manutenção do PMT, pois contemplaria outras áreas como o TPM administrativo, por exemplo, promovendo assim uma reestruturação do setor administrativo.

Outras ações como a implantação do Pilar de saúde, segurança e meio ambiente, poderiam contribuir para a diminuição de acidentes, preservação do meio ambiente e melhoria na qualidade vida dos militares do PMT. O uso de EPI (equipamento de proteção individual) é muito importante para a devida segurança no trabalho, como a utilização de luvas adequadas, máscaras, calçados, óculos, capacetes, aventais e outros que se façam necessários.

Além da manutenção produtiva total, poderia ser realizado um estudo baseado no Guia PMBOK, para realizar uma priorização nos riscos de trabalho no PMT. Existem diversos tipos de riscos que resultam em acidentes de toda ordem como: acidentes de trânsito, lesões por esforço repetitivo, intoxicação pelo manuseio de produtos químicos, incêndios, fraturas no deslocamento de material utilizando pessoas, entre outros acidentes.

O Guia PMBOK também poderia ser utilizado para mitigar riscos baseados na não execução de missões e objetivos do PMT. O citado guia pode ser utilizado ainda para planejamento, gestão e controle de recursos de toda ordem.

A elaboração de Tabelas de FMEA (método de identificação de modos de falhas e seus efeitos) poderia ser utilizada para identificar os principais modos de falhas nas viaturas, e assim, seria possível realizar uma manutenção quando do início destas. Evitaria-se a danificação por completo da peça, levando inclusive, outros componentes em série a falhar também.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, José. **Programa 8S: da alta administração à linha de produção: o que fazer para aumentar o lucro? O combate aos desperdícios nas empresas, protegendo o meio ambiente e facilitando o desenvolvimento sustentável.** – 2. ed. rev. e ampliada. – Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

ABREU, R. **File:Brazil Region Norte.svg.** Wikimedia Commons. Abr. 2006. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brazil\\_Region\\_Norte.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brazil_Region_Norte.svg)>. Acesso em: 12 set. 2016.

ALVAREZ, Efren Rodrigues; DINIZ, Cládice Nóbile; DE CASTRO, Daniel Ferreira. **Manutenção Produtiva Total: Estudo de caso de uma frota de viaturas do Exército Brasileiro na Amazônia e proposta de implantação do pilar manutenção autônoma objetivando aumentar a sua taxa de disponibilidade.** Veredas Favip-Revista Eletrônica de Ciências, v. 9, n. 1, p. 38-57, 2016.

ANGELONI, Maria Terezinha et al. **Gestão da Informação e do Conhecimento em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento—Um Estudo de Caso.** Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM), v. 15, n. 1, p. 131-146, 2016.

ARAÚJO, Rui Gonçalo Clara. **Desenvolvimento de um sistema de diagnóstico de falhas em motores elétricos de indução.** Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2015. 145f.

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

\_\_\_\_\_. **NBR 10966:** Desempenho de sistemas de freio para veículos rodoviários. Rio de Janeiro, 1990. 8p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14778:** Veículos rodoviários automotores – Inspeção, diagnóstico, reparação e/ou substituição em sistema de freios. Rio de Janeiro, 2011. 4p.

AZEVEDO, Maria Cristina Xavier. **Mapeamento da poluição luminosa do bioma cerrado.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. 124f.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora de inflação.** Disponível em: <<http://https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPUBLICO/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>>. Acesso em: 10 Jul. 2016.

BIEHL, Norberto Carvalho; SELLITTO, Miguel Afonso. **TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica.** Revista Produção Online, v. 15, n. 4, p. 1123-1147, 2015.

BILL, E. A.; CARREIRÃO, C. M. **Utilização de sistema de direção eletro-hidráulico em ônibus com motores diesel.** Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 1, p. 567-579, 2016.

BISTAFA, Sylvio R. **Mecânica dos fluidos: noções e aplicações.** São Paulo: Blucher, 2010.

BIZAGI Process Modeler. **Software utilizado no desenvolvimento dos fluxogramas.** Disponível em: <<http://www.bizagi.com>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

BOGONI, Tales Nereu; PINHO, Márcio Sarroglia. **Sistema para Monitoramento de Técnicas de Direção Econômica em Caminhões com Uso de Ambientes Virtuais Desktop**. In: XI Symposium on Virtual and Augmented Reality. 2009. p. 103-113.

BOSCH, **Automotive Handbook**. 7. ed. Plochingen: Robert Bosch GmbH, 2007.

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

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. **Código de Trânsito Brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09-97** – 3ª edição. Brasília: DENATRAN, 2008. 232 p.: il.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988 com as alterações procedidas pelas Emendas Constitucionais 1 a 84 e Emendas Constitucionais de Revisão 1 a 6 em destaque no texto**. Organizado pela Editora NDJ. 33. ed. atual. São Paulo: Editora NDJ, 2014.

\_\_\_\_\_. Lei de Licitação (1993). **Lei de Licitações e Contratos Administrativos e legislação complementar**. Organização dos textos e índices por J.U. Jacoby Fernandes. 11. ed. ampl. rev. e atual. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. **Legislação: licitações – pregão presencial e eletrônico – leis complementares**. Jair Eduardo Santana e Fernanda Andrade, organizadores. 7. ed., 2. tir. Curitiba: Editora Negócios Públicos do Brasil, 2009.

BRASILVERDE®. **Dicas de conservação da lona. Como manter a lona nova e conservada**. Disponível em: <<http://www.brasilverdelonas.com.br/dicas/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

BRITO, Jorge Nei et al. **Deteção de barras quebradas em motores elétricos utilizando análise de corrente e fluxo magnético**. In: 5o Congresso de Gestão e Técnicas na Manutenção. 2013.

CARRETEIRO, Ronald P.; BELMIRO, Pedro Nelson A. **Lubrificantes e lubrificação industrial**. Rio de Janeiro: Interciência: IBP, 2006.

CARVALHO, Eriane Fialho et al. **Gestão da Qualidade a Utilização do Método de Ishikawa na Diminuição do Tempo de Permanência dos Veículos-TPV Inbound: Estudo de Caso**. Cadernos UniFOA, n. 28, p. 31-38, 2015.

CHOLLET, H.M. **Curso prático e profissional para mecânicos de automóveis: o veículo e seus componentes**. São Paulo: Editora Hemus, 2002.

COMANDO MILITAR DO EXÉRCITO. **Norma do Exército Brasileiro NEB/T E-299. Norma para as características e as condições exigíveis para a aceitação do material têxtil empregado na fabricação do toldo militar, utilizado no Exército Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.magmec.com.br/normasctex.html>>. Acesso em: 10 Jul. 2016.

\_\_\_\_\_. **Norma do Exército Brasileiro NEB/T E-300, Norma para as características e as condições para a aceitação do toldo de viatura militar utilizado no Exército Brasileiro**.



Boletim Interno nº 097 de 31/05/1996 do Centro Tecnológico do Exército, homologado pela portaria nº 025 de 09/07/1996 – SCT. Disponível em: <<http://www.magmec.com.br/normasctex.html>>. Acesso em: 10 Jul. 2016.

CONSOLI, Carlos Alberto et al. **Manutenção como meio de preservação ambiental nas empresas**. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 5, 2015.

CORTECO. **Apostila retentores**. Diadema, ano 2011. 24p. Disponível em: <<http://www.cenio.com.br/wp-content/uploads/2011/05/ApostilaRetentores.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2016.

COSTA, Marcela Avelina Bataghin; SILVA, Eduardo Corneto; TREVISANI, Luzia Enilde Leon. **Impacto da Implantação de Métodos e Ferramentas de Qualidade: Estudo de Caso em Uma Empresa do Setor Sucroalcooleiro**. Desafio Online, v. 1, n. 1, p. 109-125, 2015.

COSTA, Paulo G. **Bíblia do carro. Oficina e Cia**, 2002. Disponível em: <[http://www.riogrande4x4.com.br/attachments/767\\_Biblia\\_do\\_carro.PDF](http://www.riogrande4x4.com.br/attachments/767_Biblia_do_carro.PDF)>. Acesso em: 10 set. 2016.

CUNHA, Vitor Hugo De Castro. **Kanban - Gestão de Estoques**. VH2C Consultoria empresarial. Disponível em: <<http://www.vh2c.com.br/kanban.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2016.

DA COSTA, Rogério Santos et al. **Desafios da Administração Eestratégica para a Implantação da TPM (Manutenção Produtiva Total) na Indústria de Embalagens de Latas de Alumínio para Bebidas no Brasil**. Sistemas & Gestão, v. 10, n. 3, p. 370-383, 2015.

DE CASTRO, Douglas Bezerra de. **Iluminação por leds**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, 5ª ed. vol. 01/2013, Julho/2013.

DE MENEZES, Gigliara Segantini; SANTOS, Maiquel Moreira Nunes; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz. **O pilar manutenção planejada da manutenção produtiva total (TPM): aplicação da manutenção centrada em confiabilidade (RCM)**. Revista Gestão Industrial, v. 11, n. 4, 2015.

DE OLIVEIRA, Washington Bueno; FERREIRA, André Rosa. **Análise de Projetos Mecânico utilizando ferramenta de simulação CAE**. REMIPE-Revista de Micro e Pequenas Empresas e Empreendedorismo da Fatec-Osasco, v. 2, n. 1, p. 19-32, 2016.

DE SOUZA, Jonas. **Estudo das variáveis que contribuem para a melhoria da eficiência operacional industrial**. Revista de Tecnologia Aplicada, v. 5, n. 1, 2016.

DOS REIS, Rubens Alberto. **Tempos de resfriamento e aquecimento: repercussão no desempenho da manutenção na indústria siderúrgica**. Dissertação de Mestrado, UFTPR- Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2009. 182f.

ECKERT, Jony Javorski et al. **Relevância do modelo de embreagem no desempenho longitudinal do veículo**. Blucher Engineering Proceedings, v. 1, n. 1, p. 41-59, 2013.

FREITAS, Eder Benevides de. **T.P.M. – Manutenção Produtiva Total: Os oito pilares**. Engenharia de produção industrial.blogspot.com.br.Mai.2009.Disponível em:<<http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2009/05/tpm-manutencao-produitiva-total.html>>. Acesso em: 10 set. 2016.

GERGES, Samir Nagi Yousri. **Ruído: fundamentos e controle**. 2ª Ed. Florianópolis: NR Editora, 2000.

GOMES, Marcelo Cavalcante; LIMA, Carlos Roberto Camello; DA SILVA, Iris Bento. **Implantação da lubrificação autônoma como ferramenta essencial do TPM: uma abordagem prática**. In XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012. Bento Gonçalves. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As contribuições da Engenharia de Produção, Anais, Rio de Janeiro: Abepro, 2012.

GONÇALVES, Edson. **Manutenção Industrial – Do Estratégico ao Operacional**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2015.

GONZÁLEZ, Roberto Carlos Díaz. **Desenvolvimento de um protótipo analisador de vibração de baixo custo para uso em manutenção preditiva**. Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. 106f.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade básica: 2ª Ed. revisada e ampliada**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997.

HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos: 5.ed. revista e ampliada**. Tradução Edson Furmankiewicz. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009 – 12ª reimpressão.

HOLANDA, Sandra Maria Santos. **Aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações em equipamentos de trens urbanos com plano de manutenção proposto**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. 99f.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua/Masaki Imai**; tradução feita por Rodrigo Dubal; revisão técnica: Altair Flamarion Klippel; coordenação: José Antônio Valle Antunes Junior. – 2. ed – Porto Alegre: Bookman, 2014.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance. Disponível em: <<http://www.jipm.or.jp/en/activities/pm/index.html>>. Acesso em: 15 set. 2016.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 3 ed. rev. e ampl. – 2009.

KIMURA, Rogério Katsuharu. **Uso da técnica de análise de óleo lubrificante em motores diesel estacionários, utilizando-se misturas de biodiesel e diferentes níveis de contaminação do lubrificante**. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2010. 129f.

LAGO, Eng Daniel Fabiano; GONÇALVES, Aparecido Carlos. **Manutenção preditiva de um redutor usando análise de vibrações e de partículas de desgaste**. In: 16º POSMEC – Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 7. ed. 2010.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**; trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, Walter da Costa; ARANTES, Jose Antonio Salles. **Manutenção Preditiva: Caminho para a Excelência e Vantagem Competitiva**. XIII, SIMPEP, Bauru, SP, Brasil, v. 6, 2008.

LOBO, Renato Nogueiro. **Gestão da Qualidade**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2010.

LOPES, Jeferson Inacio. **Metodologia de gerência de riscos na operação e manutenção de transformadores de potência**. Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. 71f.

MACHADO, Roberto. **Aprenda o programa 5Ss com a fábrica da Toyota no Japão**. Blog corporativo Doce Shop. 2009. Disponível em: < <http://www.doceshop.com.br/blog/5s-aprenda-o-programa-5s-com-a-fabrica-da-toyota-no-japao/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MARAN, Melsi. **Diagnósticos e regulagens de motores de combustão interna**. São Paulo: Senai-SP Editora, 2013.

MARCO RACHE, A.M. **Mecânica Diesel Caminhões – Pick-ups - Barcos**. São Paulo: Editora Hemus, c2004.

MARQUES, Luiz Sérgio B.; SAMBAQUI, Ana Barbara K.; DUARTE, Janderson. **Apostila de máquinas elétricas**. Instituto Federal de Santa Catarina-Campus Joinville, Julho, 2013.

MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão da qualidade total**. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2009.

MARTINS, Igor Gonçalves; RIBEIRO, José Renato; PAULISTA, Paulo Henrique. **Aplicação de ferramentas da qualidade para redução de desperdícios de energia em uma Instituição Pública Federal**. Revista Científica da FEPI, v. 6, n. 1, 2015.

MATTOS, Edson Ezequiel de. FALCO, Reinaldo de. **Bombas industriais**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

MELO, Maury. **Guia de estudo para o exame PMP®: Project Management Professional Exam**. 4. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

MONCHY, François. **A função manutenção - formação para a gerência da manutenção industrial**. São Paulo: Editora DURBAN Ltda./ELBRAS- Editora Brasileira Ltda., 1989.

MONROE. **Bucha para suspensão**. Disponível em: <<https://www.monroe.com.br/produtos.php?idProduto=23>>. Acesso em: 24 set. 2016.

MUNIZ JUNIOR, Jorge et al. **Administração de produção**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2010.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NEPOMUCENO, L.X. **Técnicas de manutenção preditiva – volume 1**. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1989.

\_\_\_\_\_, L.X. **Técnicas de manutenção preditiva – volume 2**. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1989.

NUNES, Ivo Luis; SELLITTO, Miguel Afonso. **Implantação de técnicas de manutenção autônoma em uma célula de manufatura de um fabricante de máquinas agrícolas**. Revista Produção Online, v. 16, n. 2, p. 606-632, 2016.

OLIVEIRA, Luiz Antonio Fernandes de. **OEE (Overall Equipment Effectiveness) aplicado no suporte à decisão na aquisição de ativos de produção: um estudo de caso em uma indústria de autopeças**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, 2014. 121f.

PITOLI, Marcos Henrique. **Sistema portátil para monitoramento e identificação de falhas em motores de indução trifásicos através da técnica da análise da assinatura elétrica**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia elétrica, da Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013. 145f.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de Projetos (GUIA PMBOK®)**. 5ed. 2013 – Draft in Portuguese – PMI. Distribuído por PMI- Project Management Institute.

PORTAL SE-EB. **Sistema de Excelência no Exército**. Folder\_pnq\_final\_revisado.pdf. 2008. Disponível em: <[http://www.portalpeg.eb.mil.br/images/stories/fotos2008/nov/folder\\_pnq\\_final\\_revisado.pdf](http://www.portalpeg.eb.mil.br/images/stories/fotos2008/nov/folder_pnq_final_revisado.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2016.

PRIETO, Ronaldo Deziderio. **Freios hidráulicos: da física básica à dinâmica veicular, do sistema convencional aos sistemas eletrônicos**. São Paulo: SENAI – SP Editora, 2014.

PS SOLUÇÕES. **Preditor**. Disponível em: <<http://www.pssolucoes.com.br/downloads/folder-preditor-rev05.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

RAO, Singiresu S. **Vibrações mecânicas**. 4ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

ROSA, Carla Regina Mazia. **Implantação da manutenção produtiva total em uma cooperativa agroindustrial**. RETEC-Revista de Tecnologias, v. 6, n. 1, 2014.

SACHS Aftermarket Center. **Manual de reparo de sistemas de embreagem – Caminhões e Ônibus**. Edição nº 01. São Bernardo do Campo. ZF do Brasil Ltda – Divisão SACHS. Jan/2005. Disponível em: <[https://www.zf.com/southamerica/media/brazil/sachs\\_1/technics\\_services\\_sachs\\_br/technical\\_library/Manual\\_de\\_Reporo\\_III.pdf](https://www.zf.com/southamerica/media/brazil/sachs_1/technics_services_sachs_br/technical_library/Manual_de_Reporo_III.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2016.

SANTOS, Wagner Matos. **Sistema de acionamento de embreagem hidráulico para caminhões leves**. Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Automotiva da Universidade de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2006. 77f.

SANTOS, Antônio Carlos Rodrigues dos. **Aplicação da engenharia de confiabilidade no aprimoramento da manutenção de meios militares: um estudo de caso**. Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Cefet/RJ, 2007.

SCHMIDT, Walfredo. **Materiais elétricos: isolantes e magnéticos**. 3.ed. ver. e ampl. São Paulo: Blucher, volume 2, 2010.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. – 4.ed.-São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, André Luiz Emmel et al. **Percepção e análise do programa 5S em uma empresa prestadora de serviço**. Revista GEPROS, v. 11, n. 3, p. 23, 2016.

SILVA, Cristiano Stefano da. **Prescrição da modalidade de manutenção de motores elétricos considerando o custo de manutenção e depreciação do ativo**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

SILVA, Edson. **Gestão da qualidade no desenvolvimento do Produto e do processo: uma referência para a engenharia da qualidade de fornecedores**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2014.

SILVA, Emmanuel Marques; PIROLA COUTO, Erika Nogueira; ESTIGARRIBIA CANESE, Emiliano Joel. **Quanto custa andar de carro: um estudo comparativo entre veículos nacionais**. In: VI Congresso Nacional de Administração e Contabilidade-AdCont, 2015.

SIMIONATTO, Vinícius Gabriel Segala. **Estudo da influência dos parâmetros do pré-amortecimento da embreagem nos fenômenos de shuffle e clunk em trens de potência**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. 180f.

SISMA. **Sofware de Gestão de frotas**. Assiste Engenharia de Softwares Técnicos. Disponível em: <<http://www.assiste.net.br/produtos/sisma>>. Acesso em: 03 set. 2016.

SKF. **Catálogo Geral de retentores industriais**, 2008.

SOUSA, Eduardo Henrique Viana de. **Análise preditiva a partir da caracterização das emissões gasosas e do óleo lubrificante em frotas com motorização a diesel**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. 118f.

SUZUKI, Tokutarō. **TPM for Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takahashi. **TPM / MPT - Manutenção Produtiva Total**. Tradução Outras Palavras. São Paulo: IMAN Editora e Comércio Ltda, 2015.

TANAKA, De Almeida Mauro; ARALDI, Jeancarlos. **Inovação em um ambiente de aprendizado com a implantação do programa Housekeeping**. Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, v. 2, n. 1, p. 45-54, 2015.

TAPPARO, Edson et al. **Proposta de um modelo de gerenciamento de projeto para um escritório especializado no detalhamento de estruturas metálicas**. INOVAE-Journal of Engineering and Technology Innovation, v. 3, n. 1, p. 76-91, 2015.

VAN VALKENBURGH; NOOGER; NEVILLE, Inc. **Eletricidade Básica, vol. 5**. Tradução de Paulo João Mendes Cavalcanti. Rio de Janeiro: Editora Ao Livro Técnico, 1982.

VARELA, Pedro Filipe Lourenço. **Estudo de melhoria do serviço de manutenção de uma empresa eletromecânica**. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. 160f.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

VIANNA FILHO, Alfredo Marques. **Análise da disponibilidade da instrumentação nuclear de um reator de pesquisa**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. 144f.

XENOS, Harilaus Georgius D' Philippos. **Gerenciando a manutenção Produtiva**. Belo Horizonte. Editora: DG (Desenvolvimento Gerencial), ano 1998.

## **ANEXOS**

**ANEXO A - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2010 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2010				
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos				
Viatura	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro separador de água	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00
Veículo automotivo	Cruzeta do cardan	4	R\$ 76,00	R\$ 304,00
Veículo automotivo	Pivô olhal da direção	4	R\$ 76,50	R\$ 306,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Tambor de freio dianteiro	2	R\$ 450,00	R\$ 900,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Parafuso do estabilizador dianteiro	4	R\$ 28,50	R\$ 114,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor da roda traseira	12	R\$ 39,00	R\$ 468,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de lona de freio	4	R\$ 144,00	R\$ 576,00
Veículo automotivo	Lâmpada pingo d'água	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Veículo automotivo Motor 366	Jogo de correias completa	4	R\$ 59,99	R\$ 239,96
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Travessa da caixa de transferência (suporte)	2	R\$ 650,00	R\$ 1.300,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do diferencial	10	R\$ 49,00	R\$ 490,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Tambor de freio traseiro	2	R\$ 430,00	R\$ 860,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Suporte do pedal da embreagem completo	1	R\$ 219,00	R\$ 219,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Arrebites para lona de freio (300 unidades)	1	R\$ 840,00	R\$ 840,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardan	3	R\$ 68,00	R\$ 204,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do cubo de roda dianteiro (interno e externo)	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada de dois pólos	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bobina de campo 12 volts	2	R\$ 89,00	R\$ 178,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardan	3	R\$ 118,99	R\$ 356,97
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor caixa de transferência	26	R\$ 91,25	R\$ 2.388,21
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Kit de embreagem completa	2	R\$ 699,00	R\$ 1.398,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Catraca de freio	2	R\$ 119,00	R\$ 238,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do cubo de roda traseiro (interno e externo)	14	R\$ 194,90	R\$ 2.728,60
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Induzido do motor de partida	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de lanterna traseiro completo redondo (com suporte)	6	R\$ 19,90	R\$ 119,40
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Interruptor magnético do motor de partida	1	R\$ 97,00	R\$ 97,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Terminal acelerador	1	R\$ 276,00	R\$ 276,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do diferencial	5	R\$ 49,00	R\$ 245,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bobina de campo 12 volts	1	R\$ 89,00	R\$ 89,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de correias completa	2	R\$ 59,99	R\$ 119,98
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Parafuso do estabilizador dianteiro	2	R\$ 28,50	R\$ 57,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Catraca de freio	2	R\$ 119,00	R\$ 238,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Induzido do motor de partida	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de lona de freio	1	R\$ 144,00	R\$ 144,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor da roda traseira	2	R\$ 39,00	R\$ 78,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do cubo de roda traseiro (interno e externo)	5	R\$ 20,00	R\$ 100,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Tambor de freio dianteiro	2	R\$ 450,00	R\$ 900,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada pingo d'água	1	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Tambor de freio traseiro	2	R\$ 430,00	R\$ 860,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada de dois pólos	1	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de lanterna traseiro completo redondo (com suporte)	3	R\$ 19,90	R\$ 59,70
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Retentor do cubo de roda traseiro (interno e externo)	4	R\$ 194,90	R\$ 779,60
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Interruptor magnético do motor de partida	1	R\$ 97,00	R\$ 97,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardan	1	R\$ 118,99	R\$ 118,99
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Toldo PVC MP-1400 verde musgo	3	R\$ 3.200,00	R\$ 9.600,00
<b>Total</b>				<b>R\$ 28.845,41</b>

Fonte: Portal da Transparência



**ANEXO B – RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2011 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (1ª PARTE)**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2011					
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos					
Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Veículo automotivo	Lâmpada de 1 pólo (pino desencontrado) 12V - 21x5W	Elétrico	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Ônibus	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Ônibus	Conjunto de embreagem completo	Transmissão	1	R\$ 2.198,00	R\$ 2.198,00
Ônibus	Jogo de cuícas do sistema de freios	Freios	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Ônibus	Cilindro mestre de embreagem	Transmissão	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Veículo automotivo	Terminal do conjunto de ligação da direção	Direção	3	R\$ 144,00	R\$ 432,00
Veículo automotivo	Cilindro de embreagem	Transmissão	3	R\$ 88,30	R\$ 264,90
Veículo automotivo	Lâmpada de 1 pólo (pino encontrado) 12V - 21x5W	Elétrico	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Veículo automotivo	Cilindro mestre de freio	Freios	3	R\$ 100,00	R\$ 300,00
Veículo automotivo	Terminal do conjunto de ligação da direção	Direção	2	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Veículo automotivo	Radiador	Motor	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Veículo automotivo	Cruzeta para Cardan	Transmissão	5	R\$ 76,00	R\$ 380,00
Veículo automotivo	Terminal de direção do conjunto da barra interna da direção	Direção	2	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Veículo automotivo	Terminal de direção do conjunto da ligação da direção	Direção	2	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Veículo automotivo	Radiador	Motor	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Veículo automotivo	Cruzeta para Cardan	Transmissão	5	R\$ 76,00	R\$ 380,00
Veículo automotivo	Terminal de direção do conjunto da barra interna da direção	Direção	2	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Veículo automotivo	Terminal de direção do conjunto da ligação da direção	Direção	2	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de coifas do eixo do cardan da transmissão	Transmissão	2	R\$ 19,98	R\$ 39,96
Ônibus	Jogo de amortecedores traseiro	Suspensão	1	R\$ 543,00	R\$ 543,00
Veículo automotivo	Bomba hidráulica do sistema de direção	Direção	1	R\$ 750,00	R\$ 750,00
Veículo automotivo	Cilindro de roda traseiro	Freios	6	R\$ 110,00	R\$ 660,00
Ônibus	Jogo de cuícas do sistema de freios	Freios	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Ônibus	Jogo de cuícas do sistema de freios	Freios	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro separador de água	Motor	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00
Veículo automotivo	Maçaneta externa para porta	Carroceria	4	R\$ 29,00	R\$ 116,00
Veículo automotivo	Kit de embreagem (completo)	Transmissão	1	R\$ 599,99	R\$ 599,99
Veículo automotivo	Tube de borracha da admissão (filtro de ar ao cj borboleta)	Motor	6	R\$ 34,99	R\$ 209,94
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	2	R\$ 123,00	R\$ 246,00
Veículo automotivo	Jogo de reparo da bomba de direção hidráulica	Direção	2	R\$ 297,00	R\$ 594,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de cuícas do sistema de freios	Freios	3	R\$ 300,00	R\$ 900,00
Veículo automotivo	Jogo de reparo da bomba de direção hidráulica	Direção	4	R\$ 297,00	R\$ 1.188,00
Veículo automotivo	Chave de seta (completo)	Elétrico	5	R\$ 139,00	R\$ 695,00
Veículo automotivo	Pára-brisa	Carroceria	1	R\$ 249,00	R\$ 249,00
Toyota Bandeirante	Tanque conjunto reservatório de combustível	Motor	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Veículo automotivo	Bomba hidráulica do sistema de direção	Direção	4	R\$ 2.000,00	R\$ 8.000,00
Veículo automotivo	Chave de ignição	Elétrico	3	R\$ 54,00	R\$ 162,00
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	6	R\$ 123,00	R\$ 738,00
Veículo automotivo	Lâmpada de um pólo, pino desencontrado 12 V 21x5W	Elétrico	20	R\$ 3,00	R\$ 60,00
Veículo automotivo	Bomba hidráulica do sistema de direção	Direção	1	R\$ 750,00	R\$ 750,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardan extremidade dianteira	Transmissão	2	R\$ 79,00	R\$ 158,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardan extremidade traseira	Transmissão	2	R\$ 80,00	R\$ 160,00
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	3	R\$ 123,00	R\$ 369,00
Veículo automotivo	Cilindro mestre de embreagem	Transmissão	3	R\$ 200,00	R\$ 600,00
Veículo automotivo	Cilindro de embreagem	Transmissão	1	R\$ 88,30	R\$ 88,30
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	6	R\$ 123,00	R\$ 738,00
Veículo automotivo	Cilindro de embreagem	Transmissão	1	R\$ 88,30	R\$ 88,30
Veículo automotivo	Bucha do amortecedor	Suspensão	54	R\$ 5,90	R\$ 318,60
Veículo automotivo	Bucha do olhal do feixe de molas traseiro	Suspensão	72	R\$ 15,00	R\$ 1.080,00
Veículo automotivo	Bucha do olhal do feixe de molas dianteiro	Suspensão	72	R\$ 13,00	R\$ 936,00
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	6	R\$ 123,00	R\$ 738,00
Veículo automotivo	Kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 474,99	R\$ 474,99
Veículo automotivo	Interruptor de partida (chave de ignição)	Elétrico	3	R\$ 59,99	R\$ 179,97
Veículo automotivo	Buzina (tipo paquerinha)	Elétrico	12	R\$ 23,00	R\$ 276,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de rolamentos da coluna de direção	Direção	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Veículo automotivo	Braço do pino central	Direção	1	R\$ 117,49	R\$ 117,49
Veículo automotivo	Braço do pino central	Direção	1	R\$ 117,49	R\$ 117,49

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO C - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2011 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (2ª PARTE)**

Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula do pedal	Freios	4	R\$ 270,00	R\$ 1.080,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bomba d'água	Motor	2	R\$ 340,00	R\$ 680,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bomba de óleo	Motor	2	R\$ 390,00	R\$ 780,00
Veículo automotivo	Cilindro mestre	Freios	1	R\$ 125,00	R\$ 125,00
Veículo automotivo	Cilindro de roda traseiro	Freios	2	R\$ 32,00	R\$ 64,00
Veículo automotivo	Jogo de cabo de velas	Motor	1	R\$ 42,00	R\$ 42,00
Caminhonete Hilux	Filtro de ar	Motor	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Caminhonete Hilux	Filtro lubrificante	Motor	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bomba de óleo do motor com peneira e pescador	Motor	1	R\$ 390,00	R\$ 390,00
Veículo automotivo	Fusíveis de lâmina 15 amp.	Elétrico	30	R\$ 0,50	R\$ 15,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula do freio (freio de serviço)	Freios	2	R\$ 300,00	R\$ 600,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cruzeta do cardam	Transmissão	5	R\$ 170,00	R\$ 850,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Tampa do reservatório do radiador	Motor	5	R\$ 13,60	R\$ 68,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo do cano injetor	Motor	2	R\$ 190,00	R\$ 380,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula eletropneumática do sist de corte do motor	Motor	2	R\$ 310,00	R\$ 620,00
Veículo automotivo	Fusíveis de lâmina 20 amp.	Elétrico	30	R\$ 0,50	R\$ 15,00
Veículo automotivo	Fusíveis de lâmina 10 amp.	Elétrico	30	R\$ 0,40	R\$ 12,00
Veículo automotivo	Fusíveis de lâmina 25 amp.	Elétrico	30	R\$ 0,70	R\$ 21,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Placa de diodos do alternador	Elétrico	3	R\$ 129,00	R\$ 387,00
Veículo automotivo	Fusíveis de lâmina 30 amp.	Elétrico	30	R\$ 0,60	R\$ 18,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula pedal	Freios	4	R\$ 270,00	R\$ 1.080,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bomba d'água	Motor	2	R\$ 340,00	R\$ 680,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bomba de óleo do motor com peneira e pescador	Motor	2	R\$ 390,00	R\$ 780,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro de óleo do motor	Motor	3	R\$ 12,00	R\$ 36,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula distribuidora do freio	Freios	4	R\$ 400,00	R\$ 1.600,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula de 4 circuitos	Freios	2	R\$ 290,00	R\$ 580,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Placa de diodos do alternador	Elétrico	4	R\$ 129,00	R\$ 516,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Válvula Pedal	Freios	1	R\$ 270,00	R\$ 270,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Amortecedor traseiro	Suspensão	6	R\$ 193,00	R\$ 1.158,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro mestre embreagem	Transmissão	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Rolamento de rolete do eixo da caixa de transferência	Transmissão	1	R\$ 380,00	R\$ 380,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Pré-filtro da bomba manual	Motor	1	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Rolamento da caixa de transferência	Transmissão	3	R\$ 42,00	R\$ 126,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Indicador da alavanca de marcha (manípulo)	Transmissão	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Estator 55 ampères e 24 volts para alternador	Elétrico	1	R\$ 66,00	R\$ 66,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Botão do acionador da tração	Transmissão	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Rolamento da roda dianteira	Suspensão	4	R\$ 90,00	R\$ 360,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Induzido 12 volts do motor de partida	Elétrico	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Buchas da barra estabilizadora	Suspensão	10	R\$ 40,00	R\$ 400,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada H4 12 Volts 60/55W (halogen)	Elétrico	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Botão do acionador do ventilador	Elétrico	1	R\$ 290,00	R\$ 290,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Automático 12 volts (motor de partida)	Elétrico	1	R\$ 84,00	R\$ 84,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Regulador de voltagem 12 volts eletrônico para alternador	Elétrico	6	R\$ 20,00	R\$ 120,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de escova (par) motor de partida	Elétrico	2	R\$ 12,00	R\$ 24,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Suporte escova para motor de partida	Elétrico	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Amortecedor dianteiro	Suspensão	6	R\$ 105,00	R\$ 630,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Pára-brisa	Carroceria	1	R\$ 395,00	R\$ 395,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Rotor 55 ampères e 24 volts para alternador	Elétrico	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Ponta eixo semi acabada	Transmissão	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Junta do cabeçote	Motor	4	R\$ 70,00	R\$ 280,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Amortecedor da cabine	Suspensão	4	R\$ 70,00	R\$ 280,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Amortecedor traseiro	Suspensão	4	R\$ 193,00	R\$ 772,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Chave de seta (completo)	Elétrico	3	R\$ 98,00	R\$ 294,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Rolamento tensor das correias do hidráulico	Motor	8	R\$ 365,00	R\$ 2.920,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Terminais cabo elétrico	Elétrico	60	R\$ 0,50	R\$ 30,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Relé auxiliar de partida	Elétrico	9	R\$ 30,00	R\$ 270,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Regulador de voltagem 12 volts eletrônico para alternador	Elétrico	3	R\$ 20,00	R\$ 60,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Balizadores	Carroceria	10	R\$ 10,00	R\$ 100,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Relé auxiliar de partida	Elétrico	10	R\$ 10,50	R\$ 105,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro mestre de embreagem	Transmissão	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Hélice 366 A 1418	Motor	1	R\$ 160,00	R\$ 160,00

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO D - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2011 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (3ª PARTE)**

Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Automático 12 volts (motor de partida)	Elétrico	4	R\$ 84,00	R\$ 336,00
Veículo automotivo	Bucha do feixe de molas dianteiro	Suspensão	32	R\$ 3,00	R\$ 96,00
Veículo automotivo	Bucha do feixe de molas traseiro	Suspensão	32	R\$ 3,00	R\$ 96,00
Veículo automotivo	Filtro de combustível	Motor	5	R\$ 23,00	R\$ 115,00
Veículo automotivo	Filtro de óleo lubrificante	Motor	5	R\$ 13,00	R\$ 65,00
Veículo automotivo	Cabo acelerador	Motor	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
Veículo automotivo	Porca da tampa do filtro de ar	Motor	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Mangueira da gasolina	Motor	15	R\$ 4,00	R\$ 60,00
Veículo automotivo	Virabrequim	Motor	1	R\$ 190,00	R\$ 190,00
Veículo automotivo	Escapamento	Motor	2	R\$ 44,00	R\$ 88,00
Veículo automotivo	Lâmina	Motor	2	R\$ 21,19	R\$ 42,38
Veículo automotivo	Vela	Motor	3	R\$ 7,98	R\$ 23,94
Veículo automotivo	Prato giratório	Motor	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Porca da transmissão	Transmissão	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Punho completo	Transmissão	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Veículo automotivo	Polia da frieira	Motor	3	R\$ 10,00	R\$ 30,00
Veículo automotivo	Mola da frieira	Motor	3	R\$ 12,00	R\$ 36,00
Veículo automotivo	Vela	Motor	2	R\$ 8,00	R\$ 16,00
Veículo automotivo	Porca da transmissão	Transmissão	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Prato giratório	Motor	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Cabo acelerador	Motor	7	R\$ 35,00	R\$ 245,00
Veículo automotivo	Escapamento	Motor	3	R\$ 44,00	R\$ 132,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Quebra vento	Carroceria	4	R\$ 101,50	R\$ 406,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Elemento do filtro de combustível	Motor	12	R\$ 15,00	R\$ 180,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro de óleo do sistema de direção hidráulica	Direção	11	R\$ 17,99	R\$ 197,89
Veículo automotivo	Velas de ignição	Motor	1	R\$ 48,00	R\$ 48,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada H1 12v 55w para luz alta	Elétrico	10	R\$ 8,50	R\$ 85,00
Veículo automotivo	Farol completo	Elétrico	5	R\$ 118,00	R\$ 590,00
Veículo automotivo	Lanterna de pisca (seta)	Elétrico	5	R\$ 29,97	R\$ 149,85
Veículo automotivo	Lente para lanterna traseira	Elétrico	10	R\$ 13,71	R\$ 137,10
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro de combustível	Motor	4	R\$ 15,00	R\$ 60,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Antena balizadora	Carroceria	4	R\$ 8,14	R\$ 32,56
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Kit de embreagem completa	Transmissão	1	R\$ 699,00	R\$ 699,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de correias completo	Motor	1	R\$ 59,99	R\$ 59,99
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Parafuso do estabilizador dianteiro	Suspensão	8	R\$ 28,50	R\$ 228,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Antena balizadora	Carroceria	8	R\$ 8,14	R\$ 65,12
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Elemento do filtro de combustível	Motor	3	R\$ 15,00	R\$ 45,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Filtro de combustível	Motor	8	R\$ 45,00	R\$ 360,00
Veículo automotivo	Pára-choque dianteiro	Carroceria	1	R\$ 749,00	R\$ 749,00
Veículo automotivo	Peito de aço (plástico)	Carroceria	2	R\$ 369,50	R\$ 739,00
Veículo automotivo	Rolamento do compressor	Freios	2	R\$ 1.099,50	R\$ 2.199,00
Veículo automotivo	Barra para reboque dianteiro	Carroceria	1	R\$ 214,00	R\$ 214,00
Veículo automotivo	Pára-choque traseiro	Carroceria	2	R\$ 549,00	R\$ 1.098,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Parafuso do estabilizador dianteiro	Suspensão	4	R\$ 39,00	R\$ 156,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	3	R\$ 130,00	R\$ 390,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Jogo de buchas de apoio do induzido do motor de partida	Elétrico	1	R\$ 15,90	R\$ 15,90
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lente redonda para lanterna parte traseira da ré (cor branca)	Elétrico	11	R\$ 7,99	R\$ 87,89
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Trava da coluna de direção com miolo de ignição	Direção	2	R\$ 255,00	R\$ 510,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Kit de embreagem completa	Transmissão	1	R\$ 699,00	R\$ 699,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Relé de seta	Elétrico	10	R\$ 7,99	R\$ 79,90
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Relé de farol	Elétrico	10	R\$ 11,98	R\$ 119,80
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos encontrados	Elétrico	1	R\$ 11,19	R\$ 11,19
Veículo automotivo	Relé de seta (3 pinos)	Elétrico	2	R\$ 14,99	R\$ 29,98
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lente redonda para lanterna parte traseira (redonda bicolor)	Elétrico	20	R\$ 5,10	R\$ 102,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos encontrados	Elétrico	5	R\$ 11,19	R\$ 55,95
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos descontraídos	Elétrico	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada 12v 2 polo grande e pinos descontraídos	Elétrico	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Tanque conjunto reservatório de combustível	Motor	1	R\$ 890,00	R\$ 890,00
Veículo automotivo	Relé de seta (3 pinos)	Elétrico	6	R\$ 14,99	R\$ 89,94
Veículo automotivo	Filtro de gasolina	Motor	5	R\$ 7,99	R\$ 39,95
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos descontraídos	Elétrico	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Veículo automotivo	Relé de seta (3 pinos)	Elétrico	2	R\$ 14,99	R\$ 29,98
Veículo automotivo	Trava da porca do cubo de roda (aranha)	Freios	4	R\$ 1,64	R\$ 6,56
Veículo automotivo	Arruela do rolamento do cubo de roda	Freios	3	R\$ 3,75	R\$ 11,25
Veículo automotivo	Jogo de abraçadeiras de escapamento	Motor	5	R\$ 31,97	R\$ 159,85
Veículo automotivo	Cabeçote ou tampa do filtro de combustível	Motor	1	R\$ 130,00	R\$ 130,00
Veículo automotivo	Cabeçote ou tampa do filtro de combustível	Motor	4	R\$ 130,00	R\$ 520,00
Veículo automotivo	Toldo PVC MP - 1400	Carroceria	2	R\$ 3.200,00	R\$ 6.400,00
<b>Total</b>					<b>R\$ 76.701,90</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO E - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2012 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2012				
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos				
Viatura	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhão	Lâmpada de 1 pólo 12V - 21x5W	10	R\$ 0,51	R\$ 5,10
Toyota Bandeirante	Cilindro mestre de freio	2	R\$ 137,39	R\$ 274,78
Toyota Bandeirante	Cilindro auxiliar de embreagem	1	R\$ 1.079,99	R\$ 1.079,99
Veículo automotivo	Chave de seta (completo)	8	R\$ 112,00	R\$ 896,00
Veículo automotivo	Chave de ignição	7	R\$ 59,99	R\$ 419,93
Toyota Bandeirante	Cilindro auxiliar de embreagem	3	R\$ 131,92	R\$ 395,76
Toyota Bandeirante	Cilindro mestre de embreagem	3	R\$ 168,41	R\$ 505,23
Veículo automotivo	Kit de embreagem	1	R\$ 474,99	R\$ 474,99
Veículo automotivo	Buzina (tipo paquerinha)	8	R\$ 23,00	R\$ 184,00
Toyota Bandeirante	Cilindro mestre de freio	1	R\$ 137,39	R\$ 137,39
Toyota Bandeirante	Filtro de combustível	4	R\$ 7,00	R\$ 28,00
Caminhão	Fusíveis de lâmina 20 amp.	8	R\$ 0,68	R\$ 5,44
Caminhão	Fusíveis de lâmina 10 amp.	8	R\$ 0,65	R\$ 5,20
Caminhão	Fusíveis de lâmina 25 amp.	8	R\$ 0,68	R\$ 5,44
Caminhão	Fusíveis de lâmina 30 amp.	8	R\$ 0,68	R\$ 5,44
Veículo automotivo	Filtro de óleo lubrificante	8	R\$ 11,91	R\$ 95,28
Veículo automotivo	Lâmpada H4 12 Volts 60/55W (halogen)	8	R\$ 4,60	R\$ 36,80
Caminhão	Cilindro mestre de embreagem	1	R\$ 168,41	R\$ 168,41
Veículo automotivo	Filtro de combustível	8	R\$ 24,79	R\$ 198,32
Veículo automotivo	Banco do motorista	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00
Veículo automotivo	Banco do passageiro	1	R\$ 1.098,00	R\$ 1.098,00
Veículo automotivo	Filtro de ar	8	R\$ 25,49	R\$ 203,92
Toyota Bandeirante	Kit de embreagem	1	R\$ 1.079,99	R\$ 1.079,99
Veículo automotivo	Relê de seta (3 pinos)	4	R\$ 16,98	R\$ 67,92
Veículo automotivo	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos desencontrados	3	R\$ 15,81	R\$ 47,43
Veículo automotivo	Lâmpada 12v 2 polo grande e pinos desencontrados	3	R\$ 15,94	R\$ 47,82
Veículo automotivo	Reservatório de expansão do radiador	4	R\$ 135,90	R\$ 543,60
Veículo automotivo	Correias do alternador e bomba d'água	6	R\$ 37,99	R\$ 227,94
Veículo automotivo	Retrovisor completo lado esquerdo	4	R\$ 39,99	R\$ 159,96
Toyota Bandeirante	Conjunto de pastilhas de freio	3	R\$ 67,99	R\$ 203,97
Toyota Bandeirante	Conjunto de lonas de freio	3	R\$ 39,99	R\$ 119,97
Toyota Bandeirante	Cilindro de roda traseiro lado esquerdo inferior	2	R\$ 114,99	R\$ 229,98
Toyota Bandeirante	Retentores do cubo de roda dianteiro	4	R\$ 16,05	R\$ 64,20
Toyota Bandeirante	Farol dianteiro formato arredondado	2	R\$ 153,00	R\$ 306,00
Toyota Bandeirante	Filtro de combustível	4	R\$ 7,00	R\$ 28,00
Toyota Bandeirante	Farol dianteiro formato arredondado	1	R\$ 153,00	R\$ 153,00
Toyota Bandeirante	Cilindro de roda traseiro lado esquerdo inferior	2	R\$ 114,99	R\$ 229,98
Toyota Bandeirante	Cubo de roda dianteiro	4	R\$ 243,00	R\$ 486,00
Toyota Bandeirante	Rolamentos internos do cubo de roda dianteiro	4	R\$ 49,00	R\$ 196,00
Toyota Bandeirante	Aro do farol redondo	4	R\$ 31,99	R\$ 127,96
Toyota Bandeirante	Conjunto de pastilhas de freio	3	R\$ 67,99	R\$ 203,97
Toyota Bandeirante	Conjunto de lonas de freio	3	R\$ 39,99	R\$ 119,97
Toyota Bandeirante	Farol dianteiro formato arredondado	6	R\$ 153,00	R\$ 918,00
Caminhão	Correias do alternador e bomba d'água	2	R\$ 32,00	R\$ 64,00
Caminhonete Hilux	Filtro de combustível	2	R\$ 26,75	R\$ 53,50
Caminhonete Hilux	Filtro de óleo	2	R\$ 14,00	R\$ 28,00
Caminhão	Pino de centro traseiro com porca	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
Veículo automotivo	Cubo de roda dianteiro	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Veículo automotivo	Pino central (ou pino leque) da barra de direção	3	R\$ 94,99	R\$ 284,97
Veículo automotivo	Porca do cubo de roda	4	R\$ 15,00	R\$ 60,00
Veículo automotivo	Cubo de roda dianteiro	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Veículo automotivo	Pino central (ou pino leque) da barra de direção	1	R\$ 94,99	R\$ 94,99
Veículo automotivo	Braço do pino central	2	R\$ 117,49	R\$ 234,98
Veículo automotivo	Cilindro mestre de embreagem	4	R\$ 90,87	R\$ 363,48
Veículo automotivo	Reparo da bomba hidráulica de direção	2	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
Veículo automotivo	Coxim da base do motor lado direito	4	R\$ 99,00	R\$ 396,00
Veículo automotivo	Coxim da base do motor lado esquerdo	4	R\$ 99,99	R\$ 399,96
Veículo automotivo	Porca do cubo de roda	4	R\$ 15,00	R\$ 60,00
Veículo automotivo	Coiã (conexão flexível) do filtro de ar	6	R\$ 68,00	R\$ 408,00
Toyota Bandeirante	Conjunto do reparo do munhão	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00
Toyota Bandeirante	Maçaneta externa para porta lado esquerdo	8	R\$ 25,00	R\$ 200,00
Toyota Bandeirante	Radiador	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Caminhão	Cuica	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Toyota Bandeirante	Cilindros de roda traseiros lado esquerdo superior	2	R\$ 112,10	R\$ 224,20
Toyota Bandeirante	Rolamentos externos do cubo de roda dianteiro	2	R\$ 44,95	R\$ 89,90
Toyota Bandeirante	Rolamento do munhão SKF nº 30303	3	R\$ 44,15	R\$ 132,45
Toyota Bandeirante	Lente da lanterna traseira	6	R\$ 12,50	R\$ 75,00
Caminhão	Jogo de buchas de apoio do induzido do motor de partida	5	R\$ 15,90	R\$ 79,50
Veículo automotivo	Farol completo	1	R\$ 118,00	R\$ 118,00
Veículo automotivo	Lanterna de pisca (seta)	1	R\$ 29,97	R\$ 29,97
Veículo automotivo	Lente para lanterna traseira	6	R\$ 13,71	R\$ 82,26
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	4	R\$ 104,97	R\$ 419,88
Veículo automotivo	Jogo de abraçadeiras de escapamento	10	R\$ 31,97	R\$ 319,70
Veículo automotivo	Tanque conjunto reservatório de combustível	1	R\$ 890,00	R\$ 890,00
Veículo automotivo	Sensor (bulbo) de temperatura da água	8	R\$ 39,98	R\$ 319,84
Veículo automotivo	Lâmpada 12v 1 polo grande e pinos encontrados	3	R\$ 14,88	R\$ 44,64
Veículo automotivo	Retrovisor completo lado direito	4	R\$ 28,61	R\$ 114,44
Veículo automotivo	Rolamento da coluna de direção	8	R\$ 29,99	R\$ 239,92
Veículo automotivo	Arruela do rolamento do cubo de roda	1	R\$ 3,75	R\$ 3,75
Veículo automotivo	Lente para lanterna de pisca	6	R\$ 11,00	R\$ 66,00
Dados não disponíveis				R\$ 3.995,72
<b>Total</b>				<b>R\$ 25.638,13</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO F - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2013 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2013				
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos				
Viatura	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Veículo automotivo	Amortecedor da suspensão dianteira	2	R\$ 300,60	R\$ 601,20
Veículo automotivo	Amortecedor da suspensão dianteira	2	R\$ 380,00	R\$ 760,00
Veículo automotivo	Amortecedor traseiro	2	R\$ 390,00	R\$ 780,00
Toyota Bandeirante	Aro do farol redondo	2	R\$ 31,99	R\$ 63,98
Toyota Bandeirante	Biela Est. Dianteiro esquerdo	1	R\$ 47,19	R\$ 47,19
Toyota Bandeirante	Biela Est. Dianteiro direito	1	R\$ 47,19	R\$ 47,19
Veículo automotivo	Cilindro auxiliar de embreagem	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Toyota Bandeirante	Cilindro auxiliar de embreagem	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Veículo automotivo	Cilindro de embreagem principal	2	R\$ 109,95	R\$ 219,90
Toyota Bandeirante	Cilindro de embreagem principal	2	R\$ 109,95	R\$ 219,90
Toyota Bandeirante	Cilindro mestre de freio	2	R\$ 128,50	R\$ 257,00
Toyota Bandeirante	Conjunto do reparo do munhão	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00
Toyota Bandeirante	Correia da direção hidráulica	4	R\$ 12,00	R\$ 48,00
Toyota Bandeirante	Correia da direção hidráulica	4	R\$ 12,00	R\$ 48,00
Toyota Bandeirante	Cubo de roda dianteiro	1	R\$ 243,00	R\$ 243,00
Caminhão MBB 1418 (8Ton)	Cuica	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Veículo automotivo	Filtro de ar	1	R\$ 73,00	R\$ 73,00
Microônibus Volare	Filtro de ar	1	R\$ 54,70	R\$ 54,70
Ford Ranger	Filtro de combustível	1	R\$ 72,00	R\$ 72,00
Toyota Bandeirante	Filtro de ar	4	R\$ 28,00	R\$ 112,00
Toyota Bandeirante	Filtro de ar	4	R\$ 28,00	R\$ 112,00
Hilux	Filtro do ar condicionado	1	R\$ 43,82	R\$ 43,82
Microônibus Volare	Filtro de combustível	1	R\$ 72,00	R\$ 72,00
Toyota Bandeirante	Filtro de ar	1	R\$ 79,38	R\$ 79,38
Ford Ranger	Filtro de óleo	1	R\$ 42,40	R\$ 42,40
Iveco Daily	Filtro de combustível	1	R\$ 138,60	R\$ 138,60
Microônibus Volare	Filtro de óleo lubrificante	1	R\$ 36,80	R\$ 36,80
Iveco Daily	Filtro de óleo lubrificante	1	R\$ 106,00	R\$ 106,00
Iveco Daily	Filtro de ar	1	R\$ 147,60	R\$ 147,60
Toyota Bandeirante	Kit de embreagem	1	R\$ 1.079,99	R\$ 1.079,99
Hilux	Lona de freios da sapata	1	R\$ 165,15	R\$ 165,15
Veículo automotivo	Limpador de pára-brisas	1	R\$ 57,06	R\$ 57,06
Toyota Bandeirante	Maçaneta externa para porta lado direito	5	R\$ 24,95	R\$ 124,75
Toyota Bandeirante	Maçaneta externa para porta lado esquerdo	2	R\$ 25,00	R\$ 50,00
Toyota Bandeirante	Pára-brisa	1	R\$ 573,00	R\$ 573,00
Toyota Bandeirante	Pastilha de freio	1	R\$ 206,44	R\$ 206,44
Toyota Bandeirante	Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	2	R\$ 269,00	R\$ 538,00
Toyota Bandeirante	Radiador	2	R\$ 900,00	R\$ 1.800,00
Toyota Bandeirante	Rolamento do cardan	1	R\$ 235,94	R\$ 235,94
Veículo automotivo	Terminal de direção	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Dados não disponíveis				R\$ 4.993,01
<b>Total</b>				<b>R\$ 15.289,00</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO G - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2014 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (1ª PARTE)**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2014					
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos					
Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhonete Ford Ranger	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 204,99	R\$ 204,99
Caminhonete Hilux	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 194,00	R\$ 194,00
Caminhão 5 ton 15-210	Amortecedor traseiro	Suspensão	4	R\$ 70,00	R\$ 280,00
Jipe Agrale Marruá	Amortecedor traseiro	Suspensão	5	R\$ 212,00	R\$ 1.060,00
Jipe Agrale Marruá	Amortecedor dianteiro	Suspensão	2	R\$ 230,00	R\$ 460,00
Jipe Agrale Marruá	Amortecedor traseiro	Suspensão	2	R\$ 230,00	R\$ 460,00
Caminhão 5 ton 15-210	Alternador	Elétrico	1	R\$ 691,98	R\$ 691,98
Jipe Agrale Marruá	Arruela do encosto do rolamento	Suspensão	10	R\$ 45,00	R\$ 450,00
Caminhão 5 ton 15-210	Automático 12 volts (motor de partida)	Elétrico	5	R\$ 95,00	R\$ 475,00
Caminhão 5 ton 15-210	Barra de direção	Direção	2	R\$ 275,80	R\$ 551,60
Jipe Agrale Marruá	Bico injetor	Motor	1	R\$ 760,00	R\$ 760,00
Caminhão 5 ton 15-210	Bomba d'água	Motor	2	R\$ 418,00	R\$ 836,00
Caminhão 5 ton 15-210	Bomba alimentadora de combustível	Motor	2	R\$ 350,00	R\$ 700,00
Caminhão 5 ton 15-210	Bomba d'água	Motor	5	R\$ 60,00	R\$ 300,00
Caminhão 5 ton 15-210	Bomba hidráulica do sistema de direção	Direção	2	R\$ 362,00	R\$ 724,00
Caminhão 5 ton 15-210	Braço limpador do pára-brisa	Elétrico	5	R\$ 92,00	R\$ 460,00
Jipe Agrale Marruá	Braço Pitman de direção	Direção	1	R\$ 395,00	R\$ 395,00
Caminhão 5 ton 15-210	Catraca do freio dianteiro esquerdo	Freios	4	R\$ 75,00	R\$ 300,00
Caminhão 5 ton 15-210	Catraca do freio dianteiro esquerdo	Freios	2	R\$ 198,00	R\$ 396,00
Caminhão 5 ton 15-210	Catraca do freio dianteiro direito	Freios	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00
Caminhão 5 ton 15-210	Catraca do freio traseiro direito	Freios	4	R\$ 63,00	R\$ 252,00
Caminhão 5 ton 15-210	Catraca do freio traseiro esquerdo	Freios	4	R\$ 80,00	R\$ 320,00
Jipe Agrale Marruá	Chave de seta	Elétrico	3	R\$ 264,00	R\$ 792,00
Jipe Agrale Marruá	Comando de seta	Elétrico	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
Caminhão 5 ton 15-210	Cilindro inferior de embreagem	Transmissão	5	R\$ 130,00	R\$ 650,00
Caminhonete Hilux	Cilindro principal de embreagem	Transmissão	1	R\$ 247,00	R\$ 247,00
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro de embreagem principal	Transmissão	1	R\$ 243,99	R\$ 243,99
Caminhão 5 ton 15-210	Coletor de água (Racor)	Motor	2	R\$ 170,00	R\$ 340,00
Jipe Agrale Marruá	Conjunto capota cabine	Carroceria	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00
Jipe Agrale Marruá	Conjunto caixa do diferencial traseiro	Transmissão	1	R\$ 980,00	R\$ 980,00
Jipe Agrale Marruá	Conjunto farol 24 V	Elétrico	4	R\$ 200,00	R\$ 800,00
Caminhão 5 ton 15-210	Comando de seta	Elétrico	2	R\$ 220,00	R\$ 440,00
Caminhonete Ford Ranger	Correias da bomba d'água	Motor	1	R\$ 84,95	R\$ 84,95
Caminhão 5 ton 15-210	Compressor de ar	Freios	1	R\$ 998,99	R\$ 998,99
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardan (lado que vai da caixa)	Transmissão	3	R\$ 68,99	R\$ 206,97
Muck	Cruzeta do cardan	Transmissão	2	R\$ 137,87	R\$ 275,74
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardan (lado que vai do diferencial)	Transmissão	1	R\$ 69,99	R\$ 69,99
Caminhão 5 ton 15-210	Cruzeta para Cardan	Transmissão	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta para Cardan	Transmissão	3	R\$ 69,89	R\$ 209,67
Caminhão 5 ton 15-210	Disco de embreagem	Transmissão	2	R\$ 370,00	R\$ 740,00
Caminhão 5 ton 15-210	Cuica de freio traseiro	Freios	2	R\$ 678,00	R\$ 1.356,00
Jipe Agrale Marruá	Elemento filtrante do filtro de ar	Motor	3	R\$ 180,00	R\$ 540,00
Jipe Agrale Marruá	Esticador da correia dentada	Motor	1	R\$ 888,00	R\$ 888,00
Caminhão 5 ton 15-210	Flange do cardan	Transmissão	2	R\$ 134,50	R\$ 269,00
Caminhão 5 ton 15-210	Farol dianteiro	Elétrico	2	R\$ 229,00	R\$ 458,00
Caminhonete Ford Ranger	Farol dianteiro	Elétrico	1	R\$ 749,97	R\$ 749,97
Caminhão 5 ton 15-210	Farol baixo esquerdo	Elétrico	6	R\$ 100,00	R\$ 600,00
Caminhão 5 ton 15-210	Filtro de ar externo	Motor	2	R\$ 60,99	R\$ 121,98
Caminhão 5 ton 15-210	Filtro de ar interno	Motor	2	R\$ 53,80	R\$ 107,60

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO H - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2014 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (2ª PARTE)**

Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhonete Hilux	Filtro de combustível	Motor	2	R\$ 33,65	R\$ 67,30
Caminhão 5 ton 15-210	Filtro de combustível	Motor	12	R\$ 35,00	R\$ 420,00
Caminhonete Ford Ranger	Filtro de óleo do motor	Motor	1	R\$ 59,99	R\$ 59,99
Caminhonete Ford Ranger	Fusíveis de lâmina 3 amp.	Elétrico	7	R\$ 0,70	R\$ 4,90
Caminhão 5 ton 15-210	Jogo de lonas de freio	Freios	2	R\$ 115,00	R\$ 230,00
Caminhonete Ford Ranger	Jogo de buchas do molejo traseiro (12 peças)	Suspensão	1	R\$ 219,99	R\$ 219,99
Caminhão 5 ton 15-210	Kit de embreagem completo	Transmissão	5	R\$ 1.851,50	R\$ 9.257,50
Caminhonete Ford Ranger	Lâmpada H1 12 volts	Elétrico	4	R\$ 9,99	R\$ 39,96
Caminhonete Ford Ranger	Lâmpada H2 12volts	Elétrico	3	R\$ 29,99	R\$ 89,97
Caminhonete Ford Ranger	Lanterna traseira	Elétrico	1	R\$ 549,99	R\$ 549,99
Caminhão 5 ton 15-210	Lona de freio dianteira	Freios	2	R\$ 129,50	R\$ 259,00
Caminhonete Ford Ranger	Lanterna dianteira	Elétrico	1	R\$ 584,99	R\$ 584,99
Caminhonete Ford Ranger	Limpador de pára-brisas (jogo)	Elétrico	1	R\$ 74,99	R\$ 74,99
Caminhonete Ford Ranger	Manguera flexível do freio	Freios	1	R\$ 68,99	R\$ 68,99
Jipe Agrale Marruá	Motor do limpador de pára-brisas	Elétrico	2	R\$ 300,00	R\$ 600,00
Land Rover Defender	Motor de partida 12 volts	Elétrico	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Ônibus Agrale MWM	Marcador de pressão do ar	Elétrico	1	R\$ 58,00	R\$ 58,00
Caminhão 5 ton 15-210	Pára-brisa	Carroceria	2	R\$ 1.090,00	R\$ 2.180,00
Land Rover Defender	Pastilha de freio traseiro	Freios	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00
Ônibus Agrale MWM	Placa de diodos do alternador	Elétrico	1	R\$ 154,00	R\$ 154,00
Jipe Agrale Marruá	Pára-brisa com armação	Carroceria	1	R\$ 1.020,00	R\$ 1.020,00
Land Rover Defender	Pinça de freio lado direito	Freios	1	R\$ 158,00	R\$ 158,00
Veículo automotivo	Pinça de freio lado esquerdo	Freios	1	R\$ 194,00	R\$ 194,00
Caminhão 5 ton 15-210	Ponteira do cardan	Transmissão	2	R\$ 174,65	R\$ 349,30
Muck	Rolamento da roda dianteira interna	Suspensão	2	R\$ 93,54	R\$ 187,08
Muck	Rolamento da roda dianteira externa	Suspensão	2	R\$ 81,65	R\$ 163,30
Muck	Rolamento da roda traseira interna	Suspensão	1	R\$ 195,99	R\$ 195,99
Jipe Agrale Marruá	Rolamento de roda externo dianteiro	Suspensão	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Jipe Agrale Marruá	Roda livre manual	Suspensão	2	R\$ 88,00	R\$ 176,00
Jipe Agrale Marruá	Retentor de roda traseira	Suspensão	2	R\$ 88,00	R\$ 176,00
Jipe Agrale Marruá	Reparo do cilindro	Freios	3	R\$ 120,00	R\$ 360,00
Land Rover Defender	Rolamento do cubo de roda	Freios	2	R\$ 40,00	R\$ 80,00
Land Rover Defender	Retentor do cubo de roda	Freios	2	R\$ 18,00	R\$ 36,00
Ônibus Agrale MWM	Retrovisor lado esquerdo	Carroceria	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Caminhão 5 ton 15-210	Retentor do pinhão 2556	Transmissão	2	R\$ 29,98	R\$ 59,96
Caminhão 5 ton 15-210	Retentor da roda dianteira	Suspensão	6	R\$ 18,80	R\$ 112,80
Caminhão 5 ton 15-210	Retentor da roda dianteira	Suspensão	2	R\$ 18,80	R\$ 37,60
Caminhão 5 ton 15-210	Reparo da barra estabilizadora	Suspensão	4	R\$ 80,00	R\$ 320,00
Caminhão 5 ton 15-210	Reparo da válvula 4 circuitos	Freios	4	R\$ 85,00	R\$ 340,00
Caminhão 5 ton 15-210	Rotor do motor de partida	Elétrico	2	R\$ 110,00	R\$ 220,00
Ônibus Agrale MWM	Retentores das rodas	Suspensão	2	R\$ 90,00	R\$ 180,00
Caminhão 5 ton 15-210	Retentor do pinhão 2557	Transmissão	2	R\$ 31,99	R\$ 63,98
Caminhão 5 ton 15-210	Rolamento da roda (cubo) traseiro interno	Freios	1	R\$ 106,00	R\$ 106,00
Caminhão 5 ton 15-210	Rolamento da roda (cubo) traseiro externo	Freios	3	R\$ 90,99	R\$ 272,97
Caminhão 5 ton 15-210	Rolamento da roda (cubo) traseiro interno	Freios	22	R\$ 106,00	R\$ 2.332,00
Caminhão 5 ton 15-210	Rolamento da roda (cubo) traseiro externo	Freios	15	R\$ 90,99	R\$ 1.364,85
Caminhão 5 ton 15-210	Rolamento da roda (cubo) traseiro externo	Freios	1	R\$ 90,99	R\$ 90,99
Caminhão 5 ton 15-210	Servo embreagem	Transmissão	1	R\$ 752,80	R\$ 752,80
Caminhão 5 ton 15-210	Suporte do tanque	Motor	2	R\$ 242,00	R\$ 484,00
Caminhão 5 ton 15-210	Tambor de freio traseiro	Freios	1	R\$ 99,60	R\$ 99,60
Caminhão 5 ton 15-210	Tambor de freio traseiro	Freios	15	R\$ 99,60	R\$ 1.494,00
Caminhão 5 ton 15-210	Tambor de freio traseiro	Freios	2	R\$ 99,60	R\$ 199,20
Caminhão 5 ton 15-210	Solenóide do motor de partida	Elétrico	3	R\$ 80,00	R\$ 240,00
Caminhão 5 ton 15-210	Sapata do freio completa	Freios	4	R\$ 92,00	R\$ 368,00
Caminhão 5 ton 15-210	Terminal de direção	Direção	2	R\$ 85,00	R\$ 170,00
Caminhão 5 ton 15-210	Tanque de combustível de plástico	Motor	2	R\$ 340,00	R\$ 680,00
Caminhão 5 ton 15-210	Tambor de freio dianteiro	Freios	2	R\$ 385,00	R\$ 770,00
Caminhão 5 ton 15-210	Tambor de freio traseiro	Freios	2	R\$ 215,00	R\$ 430,00
Caminhonete Ford Ranger	Tambor de freio traseiro	Freios	2	R\$ 180,00	R\$ 360,00
Jipe Agrale Marruá	Setor de direção	Direção	1	R\$ 280,00	R\$ 280,00
Jipe Agrale Marruá	Tube do injetor 3	Motor	1	R\$ 95,00	R\$ 95,00
Land Rover Defender	Tubulação dupla de alimentação do reservatório de combustível	Motor	1	R\$ 159,00	R\$ 159,00
Land Rover Defender	Tubo de freio traseiro lado esquerdo	Freios	1	R\$ 198,00	R\$ 198,00
Jipe Agrale Marruá	Tomada auxiliar de partida	Elétrico	2	R\$ 332,00	R\$ 664,00
Jipe Agrale Marruá	Tube do injetor 2	Motor	1	R\$ 84,00	R\$ 84,00
Caminhão 5 ton 15-210	Válvula do pedal do freio	Freios	1	R\$ 424,00	R\$ 424,00
Caminhão 5 ton 15-210	Válvula relé	Freios	2	R\$ 197,00	R\$ 394,00
Caminhão 5 ton 15-210	Válvula 6 vias	Freios	1	R\$ 529,50	R\$ 529,50
Jipe Agrale Marruá	Válvula de dreno de poeira do filtro de ar	Motor	2	R\$ 155,00	R\$ 310,00
Jipe Agrale Marruá	Válvula reguladora de pressão dos gases do cárter	Motor	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Jipe Agrale Marruá	Volante do motor	Motor	1	R\$ 280,00	R\$ 280,00
Veículo automotivo	Toldo Alto	Carroceria	2	R\$ 2.799,99	R\$ 5.599,98
<b>Total</b>					<b>R\$ 64.311,89</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO I - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2015 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (1ª PARTE)**

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes 2015					
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos					
Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Ford F4000	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 345,00	R\$ 345,00
Ford F4000	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 345,00	R\$ 345,00
Ford F4000	Amortecedor traseiro	Suspensão	1	R\$ 145,00	R\$ 145,00
Ford F4000	Amortecer traseiro	Suspensão	1	R\$ 145,00	R\$ 145,00
Caminhonete Hilux	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 194,00	R\$ 194,00
Caminhonete Ford Ranger	Amortecedor traseiro	Suspensão	2	R\$ 189,99	R\$ 379,98
Caminhão 5 ton 15-210	Alternador	Elétrico	5	R\$ 691,98	R\$ 3.459,90
Caminhonete Ford Ranger	Amortecedor dianteiro	Suspensão	1	R\$ 204,99	R\$ 204,99
Ford F4000	Alternador	Elétrico	1	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Caminhonete Ford Ranger	Amortecedor traseiro	Suspensão	2	R\$ 189,99	R\$ 379,98
Muck 8 Ton	Alternador	Elétrico	1	R\$ 528,99	R\$ 528,99
Caminhonete Ford Ranger	Arruela de encosto	Transmissão	1	R\$ 169,97	R\$ 169,97
Caminhonete Ford Ranger	Bucha da biela	Motor	2	R\$ 129,99	R\$ 259,98
Muck 8 Ton	Barra de direção do caminhão	Direção	1	R\$ 383,98	R\$ 383,98
Muck 8 Ton	Bomba de óleo	Motor	1	R\$ 475,00	R\$ 475,00
Caminhonete Ford Ranger	Bomba d'água	Motor	1	R\$ 899,99	R\$ 899,99
Microônibus Agrale	Bomba injetora	Motor	1	R\$ 520,00	R\$ 520,00
Muck 8 Ton	Bomba d'água	Motor	1	R\$ 387,99	R\$ 387,99
Caminhonete Ford Ranger	Bucha da biela	Motor	2	R\$ 129,99	R\$ 259,98
Caminhonete Ford Ranger	Bucha do olho de feixe de mola	Suspensão	1	R\$ 62,99	R\$ 62,99
Caminhonete Ford Ranger	Buzina	Elétrico	1	R\$ 59,99	R\$ 59,99
Microônibus Agrale	Buchas do estabilizador pequeno	Suspensão	2	R\$ 17,92	R\$ 35,84
Caminhonete Ford Ranger	Cabo do acelerador	Motor	1	R\$ 118,99	R\$ 118,99
Caminhonete Ford Ranger	Correia do motor	Motor	1	R\$ 149,99	R\$ 149,99
Caminhão 5 ton 15-210	Compressor de ar	Freios	5	R\$ 998,99	R\$ 4.994,95
Caminhonete Ford Ranger	Chave de seta	Elétrico	1	R\$ 1.049,99	R\$ 1.049,99
Muck 8 Ton	Compressor de ar	Freios	1	R\$ 784,00	R\$ 784,00
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro mestre de freio	Freios	1	R\$ 427,98	R\$ 427,98
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	1	R\$ 142,99	R\$ 142,99
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro principal de embreagem	Transmissão	1	R\$ 243,99	R\$ 243,99
Caminhonete Ford Ranger	Caixa reguladora do alternador	Elétrico	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
Muck 8 Ton	Cilindro mestre de embreagem	Transmissão	1	R\$ 93,99	R\$ 93,99
Muck 8 Ton	Cilindro auxiliar de embreagem	Transmissão	1	R\$ 84,39	R\$ 84,39
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro de rodas traseiro lado direito inferior	Freios	1	R\$ 87,97	R\$ 87,97
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro de rodas traseiro lado esquerdo superior	Freios	1	R\$ 87,99	R\$ 87,99
Caminhonete Ford Ranger	Cilindro de rodas traseiro lado esquerdo inferior	Freios	1	R\$ 87,99	R\$ 87,99
Caminhonete Hilux	Cilindro principal de embreagem	Transmissão	1	R\$ 247,00	R\$ 247,00
Caminhonete Hilux	Cilindro mestre de direção	Direção	1	R\$ 319,88	R\$ 319,88
Caminhonete Ford Ranger	Cilindros de roda traseiro lado direito superior	Freios	1	R\$ 79,99	R\$ 79,99
Caminhão 5 ton 15-210	Coroa e pinhão do diferencial	Transmissão	5	R\$ 3.390,88	R\$ 16.954,40
Caminhonete Ford Ranger	Cubo de roda	Freios	2	R\$ 750,00	R\$ 1.500,00
Caminhonete Ford Ranger	Correia da bomba d'água	Motor	1	R\$ 84,95	R\$ 84,95
Caminhonete Ford Ranger	Correia do alternador	Motor	1	R\$ 78,91	R\$ 78,91
Caminhonete Ford Ranger	Correia do alternador	Motor	1	R\$ 78,91	R\$ 78,91
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardam (lado que vai da caixa)	Transmissão	1	R\$ 68,99	R\$ 68,99
Muck 8 Ton	Cruzeta do cardã	Transmissão	2	R\$ 137,87	R\$ 275,74
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardã (lado que vai do diferencial)	Transmissão	1	R\$ 69,99	R\$ 69,99
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta para Cardã	Transmissão	2	R\$ 69,89	R\$ 139,78
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta para Cardã	Transmissão	1	R\$ 69,89	R\$ 69,89
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardan (lado que vai do diferencial)	Transmissão	2	R\$ 69,99	R\$ 139,98
Muck 8 Ton	Cubo de roda traseiro	Freios	2	R\$ 431,91	R\$ 431,91
Muck 8 Ton	Cuica dianteira	Freios	2	R\$ 202,99	R\$ 405,98
Caminhonete Ford Ranger	Cruzeta do cardã	Transmissão	1	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Jipe Agrale Marruá	Esticador da correia Poly V	Motor	1	R\$ 888,00	R\$ 888,00
Caminhão 5 ton 15-210	Embreagem viscosa	Transmissão	3	R\$ 1.346,00	R\$ 4.038,00
Microônibus Agrale	Escapamento	Motor	2	R\$ 140,00	R\$ 280,00
Muck 8 Ton	Embreagem viscosa	Transmissão	1	R\$ 339,94	R\$ 339,94
Caminhão 5 ton 15-210	Fechadura da porta	Carroceria	8	R\$ 52,50	R\$ 420,00
Caminhonete Ford Ranger	Farol dianteiro	Elétrico	1	R\$ 749,97	R\$ 749,97
Caminhonete Ford Ranger	Filtro de diesel	Motor	1	R\$ 99,99	R\$ 99,99
Caminhonete Hilux	Filtro de combustível	Motor	1	R\$ 33,65	R\$ 33,65
Microônibus Agrale	Filtro de ar	Motor	2	R\$ 80,00	R\$ 160,00

Fonte: Portal da Transparência



**ANEXO J - RELAÇÃO DE DADOS COLETADOS NO PORTAL DA TRANSPARÊNCIA SOBRE QUANTIDADES E VALORES GASTOS COM PEÇAS NO ANO DE 2015 PELO 54º BIS E SUA CLASSIFICAÇÃO DENTRO DOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS (2ª PARTE)**

Viatura	Descrição do objeto	Sistema	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Caminhonete Ford Ranger	Filtro separador de água	Motor	1	R\$ 119,99	R\$ 119,99
Caminhonete Ford Ranger	Filtro de óleo do motor	Motor	1	R\$ 59,99	R\$ 59,99
Ford F4000	Filtro de óleo do motor	Motor	1	R\$ 44,99	R\$ 44,99
Caminhonete Ford Ranger	Filtro de combustível	Motor	1	R\$ 99,99	R\$ 99,99
Jipe Agrale Marruá	Filtro de óleo lubrificante	Motor	6	R\$ 52,00	R\$ 312,00
Caminhonete Ford Ranger	Fusíveis de lâmina 3 amp.	Elétrico	3	R\$ 0,70	R\$ 2,10
Microônibus Agrale	Fusíveis	Elétrico	2	R\$ 0,15	R\$ 0,30
Muck 8 Ton	Flange do câmbio 1367	Transmissão	1	R\$ 179,99	R\$ 179,99
Muck 8 Ton	Flange do pinhão	Transmissão	1	R\$ 144,99	R\$ 144,99
Microônibus Agrale	Guarnição de freio de estacionamento	Freios	2	R\$ 160,00	R\$ 320,00
Jipe Agrale Marruá	Guarnição de freio de estacionamento	Freios	1	R\$ 485,00	R\$ 485,00
Caminhonete Ford Ranger	Induzido do alternador	Elétrico	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
Caminhonete Ford Ranger	Induzido do motor de partida	Elétrico	1	R\$ 419,99	R\$ 419,99
Muck 8 Ton	Flange do câmbio 1370	Transmissão	1	R\$ 144,99	R\$ 144,99
Caminhonete Ford Ranger	Jogo de bucha do molejo traseiro (12 peças)	Suspensão	1	R\$ 219,99	R\$ 219,99
Ford F4000	Jogo de feixe de molas dianteiro	Suspensão	1	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Ford F4000	Jogo de feixe de molas traseiro	Suspensão	1	R\$ 1.380,00	R\$ 1.380,00
Jipe Agrale Marruá	Jogo do regulador do freio esquerdo	Freios	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Caminhonete Hilux	Jogo de bronzina de biela	Motor	1	R\$ 203,33	R\$ 203,33
Caminhonete Ford Ranger	Jogo do limpador de pára-brisas	Elétrico	1	R\$ 74,99	R\$ 74,99
Jipe Agrale Marruá	Junta homocinética	Transmissão	2	R\$ 95,00	R\$ 190,00
Jipe Agrale Marruá	Junta do cárter	Motor	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Microônibus Agrale	Junta da tampa do cárter do motor	Motor	2	R\$ 78,00	R\$ 156,00
Caminhonete Ford Ranger	Jogo de buchas do molejo traseiro (12 peças)	Suspensão	1	R\$ 219,99	R\$ 219,99
Caminhonete Ford Ranger	Kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 1.074,99	R\$ 1.074,99
Caminhonete Hilux	Kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 840,95	R\$ 840,95
Jipe Agrale Marruá	Kit de manutenção de homocinética	Transmissão	2	R\$ 95,00	R\$ 190,00
Jipe Agrale Marruá	Kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 145,00	R\$ 145,00
Caminhão 5 ton 15-210	Kit de embreagem completo	Transmissão	8	R\$ 1.851,50	R\$ 1.851,50
Microônibus Agrale	Lâmpada biodo do farol	Elétrico	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
Muck 8 Ton	Kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 1.358,28	R\$ 1.358,28
Caminhonete Ford Ranger	kit de embreagem	Transmissão	1	R\$ 2.250,00	R\$ 2.250,00
Muck 8 Ton	Luva do cardan	Transmissão	1	R\$ 149,39	R\$ 149,39
Muck 8 Ton	Lona de freio traseiro	Freios	1	R\$ 129,99	R\$ 129,99
Muck 8 Ton	Lona de freio dianteiro	Freios	1	R\$ 89,89	R\$ 89,89
Caminhonete Ford Ranger	Maçaneta da porta lado esquerdo	Carroceria	1	R\$ 184,99	R\$ 184,99
Caminhonete Ford Ranger	Mangueira de saída do radiador	Motor	1	R\$ 309,99	R\$ 309,99
Caminhonete Ford Ranger	Lâmpada H2 12 volts	Elétrico	2	R\$ 29,99	R\$ 59,98
Caminhonete Ford Ranger	Lâmpada H1 12 volts	Elétrico	1	R\$ 9,99	R\$ 9,99
Caminhonete Ford Ranger	Lanterna Dianteira	Elétrico	1	R\$ 584,99	R\$ 584,99
Caminhonete Ford Ranger	Lanterna traseira	Elétrico	1	R\$ 584,99	R\$ 584,99
Caminhonete Ford Ranger	Luva do cardan	Transmissão	1	R\$ 449,99	R\$ 449,99
Caminhonete Ford Ranger	Lona de freio traseiro	Freios	1	R\$ 131,84	R\$ 131,84
Microônibus Agrale	Lanterna traseira direita	Elétrico	2	R\$ 235,00	R\$ 470,00
Microônibus Agrale	Lanterna traseira esquerda	Elétrico	2	R\$ 68,00	R\$ 136,00
Caminhonete Ford Ranger	Mangueira do tubo ret	Motor	1	R\$ 269,99	R\$ 269,99
Caminhonete Ford Ranger	Mangueira de saída do radiador	Motor	1	R\$ 309,99	R\$ 309,99
Jipe Agrale Marruá	Mangueira do filtro do turbo	Motor	1	R\$ 175,00	R\$ 175,00
Microônibus Agrale	Mangueira de vedação dos bicos injetores	Motor	2	R\$ 45,00	R\$ 90,00
Jipe Agrale Marruá	Mangueira de saída do after cooler	Motor	2	R\$ 250,00	R\$ 500,00
Caminhonete Ford Ranger	Motor de partida	Elétrico	1	R\$ 1.259,99	R\$ 1.259,99
Jipe Agrale Marruá	Mangueira	Motor	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Caminhonete Ford Ranger	Mangueira do tubo ret	Motor	1	R\$ 269,99	R\$ 269,99
Ford F4000	Pastilha de freio dianteiro	Freios	3	R\$ 88,99	R\$ 266,97
Jipe Agrale Marruá	Pastilha de freio	Freios	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
Caminhonete Ford Ranger	Mangueira flexível do freio	Freios	1	R\$ 68,99	R\$ 68,99
Caminhonete Ford Ranger	Pastilha de freio dianteiro	Freios	1	R\$ 107,99	R\$ 107,99
Caminhonete Ford Ranger	Pastilha de freio	Freios	1	R\$ 170,00	R\$ 170,00
Caminhonete Ford Ranger	Porta escovas do motor de partida	Elétrico	1	R\$ 159,99	R\$ 159,99
Caminhonete Ford Ranger	Porca da roda	Suspensão	10	R\$ 8,99	R\$ 89,90
Caminhonete Ford Ranger	Ponteira do cardã	Transmissão	1	R\$ 389,85	R\$ 389,85
Muck 8 Ton	Ponteira do cardã	Transmissão	1	R\$ 158,29	R\$ 158,29
Muck 8 Ton	Rolamento do pinhão	Transmissão	2	R\$ 225,99	R\$ 451,98
Caminhonete Ford Ranger	Relé auxiliar 4 terminais	Elétrico	1	R\$ 57,99	R\$ 57,99
Caminhonete Ford Ranger	Relé de partida 12 volts	Elétrico	1	R\$ 69,99	R\$ 69,99
Caminhonete Ford Ranger	Relé de partida	Elétrico	1	R\$ 69,99	R\$ 69,99
Caminhonete Ford Ranger	Rolamento do cardã	Transmissão	1	R\$ 179,97	R\$ 179,97
Caminhonete Ford Ranger	Relé de pesca 4 terminais	Elétrico	1	R\$ 59,99	R\$ 59,99
Muck 8 Ton	Rolamento da roda traseira interna	Suspensão	3	R\$ 195,99	R\$ 587,97
Muck 8 Ton	Rolamento de roda dianteira externa	Suspensão	2	R\$ 81,65	R\$ 163,30
Caminhonete Ford Ranger	Rolamento do pinhão do diferencial traseiro	Transmissão	1	R\$ 159,99	R\$ 159,99
Muck 8 Ton	Rolamento da roda dianteira interna	Suspensão	2	R\$ 93,54	R\$ 187,08
Caminhonete Ford Ranger	Retrovisor interno	Carroceria	1	R\$ 409,99	R\$ 409,99
Caminhonete Ford Ranger	Retentor do pinhão	Transmissão	1	R\$ 119,99	R\$ 119,99
Microônibus Agrale	Rotor do alternador 24 volts	Elétrico	2	R\$ 180,00	R\$ 360,00
Muck 8 Ton	Roda aro 20	Suspensão	1	R\$ 810,99	R\$ 810,99
Muck 8 Ton	Tambor de freio traseiro	Freios	2	R\$ 357,97	R\$ 715,94
Muck 8 Ton	Tanque de combustível	Motor	1	R\$ 655,99	R\$ 655,99
Microônibus Agrale	Tambor de freio traseiro	Freios	2	R\$ 320,00	R\$ 640,00
Caminhonete Ford Ranger	Trinco do capô	Carroceria	1	R\$ 259,99	R\$ 259,99
Muck 8 Ton	Válvula de relé do freio	Freios	1	R\$ 288,99	R\$ 288,99
Muck 8 Ton	Válvula relé	Freios	1	R\$ 207,94	R\$ 207,94
Caminhonete Hilux	Vidro lateral esquerdo	Carroceria	1	R\$ 721,00	R\$ 721,00
<b>Total</b>					<b>R\$ 77.352,97</b>

Fonte: Portal da Transparência

## ANEXO K - QUANTITATIVO E VALORES GASTOS EM SUPRIMENTOS PELO 54º BIS NO ANO DE 2011 A 2015

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes				
Elemento da despesa: 30 - material de consumo/Subitem da despesa: 39 - Material p/manutenção de veículos				
Suprimentos: Óleos lubrificantes, Pneus, Câmaras de ar e baterias automotivas				
Ano: 2011				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Material p/manutenção de veículo	Óleo CRB Turbo 15W40	8	R\$ 16,00	R\$ 128,00
Material p/manutenção de veículo	Pneu 215/80 R16	4	R\$ 330,00	R\$ 1.320,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Câmara de ar para pneus 1000x20	10	R\$ 119,00	R\$ 1.190,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Pneu 10.00 - 20 tipo militar	2	R\$ 1.450,00	R\$ 2.900,00
Veículo automotivo	Bateria de 12 v e 75 Ah	8	R\$ 359,77	R\$ 2.878,16
Veículo automotivo	Pneu 7.50 - 16 tipo militar	2	R\$ 540,00	R\$ 1.080,00
Veículo automotivo	Pneu 7.50 - 16 tipo militar	2	R\$ 540,00	R\$ 1.080,00
Veículo automotivo	Bateria de 12 v e 75 Ah	1	R\$ 359,77	R\$ 359,77
Veículo automotivo	Pneu 7.50 - 16 tipo militar	4	R\$ 540,00	R\$ 2.160,00
Veículo automotivo	Bateria de 12 v e 75 Ah	1	R\$ 359,77	R\$ 359,77
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Câmara de ar para pneus 1000x20	8	R\$ 119,00	R\$ 952,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	1	R\$ 680,00	R\$ 680,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Pneu 10.00 - 20 tipo militar	4	R\$ 1.250,00	R\$ 5.000,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	1	R\$ 495,00	R\$ 495,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	3	R\$ 495,00	R\$ 1.485,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	1	R\$ 680,00	R\$ 680,00
Veículo automotivo	Câmara de ar de pneu 750x16	4	R\$ 136,00	R\$ 544,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 23.291,70</b>
ANO: 2012				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Material p/manutenção de veículo	Óleo lubrificante do motor (subitem da despesa 1)	20	R\$ 14,87	R\$ 297,40
Veículo automotivo	Bateria de 12 v e 75 Ah	6	R\$ 359,77	R\$ 2.158,62
Veículo automotivo	Pneu 7.50 - 16 tipo militar	4	R\$ 540,00	R\$ 2.160,00
Toyota bandeirante	Bateria de 12 v e 75 Ah	2	R\$ 430,00	R\$ 860,00
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	3	R\$ 545,25	R\$ 1.635,75
Caminhão MBB 1418 - 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	7	R\$ 412,99	R\$ 2.890,93
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 10.002,70</b>
ANO: 2013				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Veículo automotivo	Óleo lubrificante do motor SAE 15W40	300	R\$ 22,00	R\$ 6.600,00
Toyota bandeirante	Bateria de 12 v e 75 Ah (confirmar)	1	R\$ 539,68	R\$ 539,68
Toyota bandeirante	Bateria de 12 v e 75 Ah	5	R\$ 430,00	R\$ 2.150,00
Caminhão 5 Ton	Bateria de 12 v e 150 Ah	1	R\$ 412,99	R\$ 412,99
Veículo automotivo	Óleo lubrificante automotivo	250	R\$ 12,00	R\$ 3.000,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante do motor SAE 15W40	19	R\$ 20,00	R\$ 380,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante do motor SAE 15W40	7	R\$ 4,76	R\$ 33,36
Veículo automotivo	Óleo lubrificante automotivo (Galão 5 litros)	1	R\$ 70,78	R\$ 70,78
Veículo automotivo	Pneu 215/80R16	4	R\$ 489,57	R\$ 1.958,28
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 15.145,09</b>
ANO: 2014				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Veículo automotivo	Pneu 215/80 R16	20	R\$ 335,99	R\$ 6.719,80
Caminhão 5 Ton	Pneu 10.00 - 20	9	R\$ 1.131,19	R\$ 10.180,71
Toyota bandeirante	Pneu 750 R 16	7	R\$ 746,99	R\$ 5.228,93
Caminhão 5 Ton	Pneu 1100x20	10	R\$ 2.509,99	R\$ 25.099,90
Toyota bandeirante	Pneu 750 R 16	2	R\$ 746,99	R\$ 1.493,98
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para engrenagens SAE 90 (tambor de 200 litros)	3	R\$ 1.390,00	R\$ 4.170,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para o motor a diesel 15W40 (tambor de 200 litros)	5	R\$ 1.375,00	R\$ 6.875,00
Oficina	Estopa de pano pastelão	300	R\$ 4,40	R\$ 1.320,00
Veículo automotivo	Aditivo para radiador (frasco de 1 litro)	100	R\$ 25,00	R\$ 2.500,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para o motor a diesel 15W40 (frasco de 20 litros)	5	R\$ 32,00	R\$ 160,00
Veículo automotivo	Detergente desengraxante desengordurante (tambor de 50 litros)	4	R\$ 337,25	R\$ 1.349,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para o motor a diesel 15W40 (frasco de 1 litro)	300	R\$ 11,95	R\$ 3.585,00
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para caixa de marcha 80W (frasco de 1 litro)	60	R\$ 10,24	R\$ 614,40
Veículo automotivo	Óleo lubrificante para engrenagens SAE 90 (frasco de 1 litro)	60	R\$ 10,50	R\$ 630,00
Veículo automotivo	Óleo ATF para direção hidráulica (frasco de 1 litro)	60	R\$ 17,85	R\$ 1.071,00
Veículo automotivo	Fluido de freio DOT 3 (frasco de 500 ml)	30	R\$ 15,85	R\$ 475,50
Caminhão Muck (8 Ton)	Câmara para pneu 9.00 aro 20 (caminhão Muck)	2	R\$ 84,96	R\$ 169,92
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 71.643,14</b>
ANO: 2015				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Toyota bandeirante	Bateria de 12 v e 90 Ah	1	R\$ 573,00	R\$ 573,00
Caminhonete Ford Ranger	Bateria de 12 v e 75 Ah	1	R\$ 441,99	R\$ 441,99
Caminhão Muck (8 Ton)	Bateria de 12 v e 150 Ah	1	R\$ 523,00	R\$ 523,00
Caminhão Muck (8 Ton)	Câmara para pneu 9.00 aro 20 (caminhão Muck)	6	R\$ 84,96	R\$ 509,76
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 2.047,75</b>
<b>TOTAL: R\$ 122.130,38</b>				

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO L - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2010**

Descrição do sistema	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>3</b>	<b>9600</b>
Toldo PVC MP-1400 verde musgo	3	9600
<b>Direção</b>	<b>4</b>	<b>306</b>
Pivô olhal da direção	4	306
<b>Elétrico</b>	<b>22</b>	<b>958,1</b>
Bobina de campo 12 volts	3	267
Induzido do motor de partida	2	300
Interruptor magnético do motor de partida	2	194
Jogo de lanterna traseiro completo redondo (com suporte)	9	179,1
Lâmpada de dois pólos	3	9
Lâmpada pingo d'água	3	9
<b>Freios</b>	<b>51</b>	<b>9364,2</b>
Arrebites para lona de freio (300 unidades)	1	840
Catraca de freio	4	476
Jogo de lona de freio	5	720
Retentor do cubo de roda dianteiro (interno e externo)	15	300
Retentor do cubo de roda traseiro (interno e externo)	18	3508,2
Tambor de freio dianteiro	4	1800
Tambor de freio traseiro	4	1720
<b>Motor</b>	<b>11</b>	<b>875,94</b>
Filtro separador de água	4	240
Jogo de correias completa	6	359,94
Terminal acelerador	1	276
<b>Suspensão</b>	<b>8</b>	<b>249</b>
Parafuso do estabilizador dianteiro	6	171
Retentor da roda traseira	2	78
<b>Transmissão</b>	<b>69</b>	<b>7492,17</b>
Cruzeta do cardan	11	983,96
Kit de embreagem completa	2	1398
Retentor caixa de transferência	26	2388,21
Retentor da roda traseira	12	468
Retentor do diferencial	15	735
Suporte do pedal da embreagem completo	1	219
Travessa da caixa de transferência (suporte)	2	1300
<b>Total Geral</b>	<b>168</b>	<b>28845,41</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO M - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2011 (1ª PARTE)**

Descrição do item	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>40</b>	<b>10563,68</b>
Antena balizadora	22	197,68
Barra para reboque dianteiro	1	214
Maçaneta externa para porta	4	116
Pára-brisa	2	644
Pára-choque	3	1847
Peito de aço (plástico)	2	739
Quebra vento	4	406
Toldo PVC MP - 1400	2	6400
<b>Direção</b>	<b>51</b>	<b>13966,87</b>
Bomba hidráulica do sistema de direção	6	9500
Braço do pino central	2	234,98
Buchas da barra estabilizadora	10	400
Filtro de óleo do sistema de direção hidráulica	11	197,89
Jogo de reparo da bomba de direção hidráulica	6	1782
Jogo de rolamentos da coluna de direção	1	150
Terminal do conjunto de ligação da direção	13	1192
Trava da coluna de direção com miolo de ignição	2	510
<b>Elétrico</b>	<b>431</b>	<b>6162,45</b>
Automático 12 volts (motor de partida)	5	420
Botão do acionador do ventilador	1	290
Buzina (tipo paquerinha)	12	276
Chave de ignição	6	341,97
Chave de seta (completo)	8	989
Estator 55 ampéres e 24 volts para alternador	1	66
Farol completo	5	590
Fusíveis	150	81
Induzido 12 volts do motor de partida	1	50
Jogo de escova (par) e bucha do motor de partida	3	39,9
Lâmpada	65	574,14
Lente e lanterna	46	476,84
Placa de diodos do alternador	7	903
Regulador de voltagem 12 volts eletrônico para alternador	9	180
Relé	49	724,6
Rotor 55 ampéres e 24 volts para alternador	1	70
Suporte escova para motor de partida	2	60
Terminais cabo elétrico	60	30
<b>Freios</b>	<b>45</b>	<b>10835,81</b>
Arruela do rolamento do cubo de roda	3	11,25
Cilindro de roda	8	724
Cilindro mestre de freio	4	425
Jogo de cuícas do sistema de freios	7	2220
Rolamento do compressor	2	2199
Trava da porca do cubo de roda (aranha)	4	46,56
Válvula de 4 circuitos	2	580
Válvula distribuidora do freio	4	1600
Válvula do freio (freio de serviço)	2	600
Válvula do pedal	9	2430

**ANEXO N - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2011 (2ª PARTE)**

Descrição do item	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Motor</b>	<b>171</b>	<b>14444,05</b>
Bomba d'água	4	1360
Bomba de óleo	5	1950
Cabeçote ou tampa do filtro de combustível	5	650
Cabo acelerador	9	315
Elemento do filtro de combustível	15	225
Escapamento	5	220
Filtro de ar	1	40
Filtro de combustível	22	574,95
Filtro de óleo do motor	9	151
Filtro separador de água	6	360
Hélice 366 A 1418	1	160
Jogo de abraçadeiras de escapamento	5	159,85
Jogo de cabo de velas	1	42
Jogo de correias completo	1	59,99
Jogo do cano injetor	2	380
Junta do cabeçote	4	280
Lâmina	2	42,38
Mangueira da gasolina	15	60
Mola da frieira	3	36
Polia da frieira	3	30
Porca da tampa do filtro de ar	10	50
Pré-filtro da bomba manual	1	12
Radiador	2	1800
Rolamento tensor das correias do hidráulico	8	2920
Tampa do reservatório do radiador	5	68
Tanque conjunto reservatório de combustível	2	1290
Tubo de borracha da admissão (filtro de ar ao cj borboleta)	6	209,94
Válvula eletropneumática do sist de corte do motor	2	620
Vela	6	87,94
Virabrequim	1	190
Volante do motor	10	100
<b>Suspensão</b>	<b>299</b>	<b>6653,6</b>
Amortecedor	16	2560
Amortecedor da cabine	4	280
Bucha do amortecedor	262	2526,6
Jogo de amortecedores traseiro	1	543
Parafuso do estabilizador dianteiro	12	384
Rolamento da roda dianteira	4	360
<b>Transmissão</b>	<b>103</b>	<b>14075,44</b>
Botão do acionador da tração	1	60
Cilindro auxiliar de embreagem	36	4340,5
Cilindro mestre de embreagem	11	1170
Cruzeta do Cardan	19	1928
Indicador da alavanca de marcha (manípulo)	1	30
Jogo de coifas do eixo do cardan da transmissão	2	39,96
Kit de embreagem	5	4670,98
Ponta eixo semi acabada	2	1000
Porca da transmissão	20	100
Punho completo	2	230
Rolamento da caixa de transferência	4	506
<b>Total Geral</b>	<b>1140</b>	<b>76701,9</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO O - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2012**

Rótulos de Linha	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>18</b>	<b>2672,4</b>
Banco	2	2198
Maçaneta externa para porta lado esquerdo	8	200
Retrovisor	8	274,4
<b>Direção</b>	<b>16</b>	<b>1854,86</b>
Pino central (ou pino leque) da barra de direção	6	614,94
Reparo da bomba hidráulica de direção	2	1000
Rolamento da coluna de direção	8	239,92
<b>Elétrico</b>	<b>132</b>	<b>4046,69</b>
Buzina (tipo paquerinha)	8	184
Chave de ignição	7	419,93
Chave de seta (completo)	8	896
Farol	14	1622,96
Fusível	32	21,52
Jogo de buchas de apoio do induzido do motor de partida	5	79,5
Lâmpada	27	181,79
Lente	19	253,23
Relé de seta (3 pinos)	4	67,92
Sensor (bulbo) de temperatura da água	8	319,84
<b>Freios</b>	<b>51</b>	<b>3524,06</b>
Arruela do rolamento do cubo de roda	1	3,75
Cilindro de roda	6	684,16
Cilindro mestre de freio	3	412,17
Conjunto de lonas de freio	6	239,94
Conjunto de pastilhas de freio	6	407,94
Cubo de roda dianteiro	8	1086
Cuica	1	200
Pino de centro traseiro com porca	2	20
Porca do cubo de roda	8	120
Retentores do cubo de roda dianteiro	4	64,2
Rolamento do cubo de roda (interno e externo)	6	285,9
<b>Motor</b>	<b>79</b>	<b>5056,67</b>
Coifa (conexão flexível) do filtro de ar	6	408
Conjunto do reparo do munhão	2	140
Correias do alternador e bomba d'água	8	291,94
Coxim da base do motor (lado direito e esquerdo)	8	795,96
Filtro de ar	8	203,92
Filtro de combustível	18	307,82
Filtro de óleo	10	123,28
Jogo de abraçadeiras de escapamento	10	319,7
Radiador	1	900
Reservatório de expansão do radiador	4	543,6
Rolamento do munhão SKF nº 30303	3	132,45
Tanque conjunto reservatório de combustível	1	890
<b>Transmissão</b>	<b>18</b>	<b>4487,73</b>
Cilindro auxiliar de embreagem	8	1895,63
Cilindro mestre de embreagem	8	1037,12
Kit de embreagem	2	1554,98
<b>Total Geral</b>	<b>314</b>	<b>21642,41</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO P - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2013**

Rótulos de Linha	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>8</b>	<b>747,75</b>
Maçaneta externa para porta lado direito	5	124,75
Maçaneta externa para porta lado esquerdo	2	50
Pára-brisa	1	573
<b>Direção</b>	<b>10</b>	<b>336</b>
Correia da direção hidráulica	8	96
Terminal de direção	2	240
<b>Elétrico</b>	<b>4</b>	<b>164,86</b>
Aro do farol redondo	2	63,98
Filtro do ar condicionado	1	43,82
Limpador de pára-brisas	1	57,06
<b>Freios</b>	<b>8</b>	<b>1609,59</b>
Cilindro mestre de freio	2	257
Cubo de roda dianteiro	1	243
Cuica	1	200
Lona de freios da sapata	1	165,15
Pastilha de freio	1	206,44
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	2	538
<b>Motor</b>	<b>24</b>	<b>3080,86</b>
Biela Est. Dianteiro direito	1	47,19
Biela Est. Dianteiro esquerdo	1	47,19
Conjunto do reparo do munhão	2	140
Filtro de ar	12	578,68
Filtro de combustível	3	282,6
Filtro de óleo	3	185,2
Radiador	2	1800
<b>Suspensão</b>	<b>6</b>	<b>2141,2</b>
Amortecedor da suspensão dianteira	4	1361,2
Amortecedor traseiro	2	780
<b>Transmissão</b>	<b>10</b>	<b>2215,73</b>
Cilindro auxiliar de embreagem	4	460
Cilindro de embreagem principal	4	439,8
Kit de embreagem	1	1079,99
Rolamento do cardan	1	235,94
<b>Total Geral</b>	<b>70</b>	<b>10295,99</b>

Fonte: Portal da Transparência

**ANEXO Q - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2014 (1ª PARTE)**

Descrição dos itens	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>8</b>	<b>10099,98</b>
Pára-brisa	3	3200
Retrovisor	2	200
Toldo ou conjunto capota cabine	3	6699,98
<b>Direção</b>	<b>8</b>	<b>2120,6</b>
Barra de direção	2	551,6
Bomba hidráulica do sistema de direção	2	724
Braço Pitman de direção	1	395
Setor de direção	1	280
Terminal de direção	2	170
<b>Elétrico</b>	<b>60</b>	<b>9697,75</b>
Alternador	1	691,98
Chave de seta	7	2032
Farol e lanterna	15	3742,95
Fusível	7	4,9
Lâmpada	7	129,93
Limpador de pára-brisas (jogo)	6	534,99
Marcador de pressão do ar	1	58
Motor de partida 12 volts	6	625
Motor do limpador de pára-brisas	2	600
Placa de diodos do alternador	1	154
Rotor do motor de partida	2	220
Solenóide do motor de partida	3	240
Tomada auxiliar de partida	2	664
<b>Freios</b>	<b>118</b>	<b>15262,09</b>
Catraca do freio	18	1508
Compressor de ar	1	998,99
Cuica de freio traseiro	2	1356
Lona de freio	4	489
Mangueira flexível do freio	1	68,99
Pastilha de freio traseiro	4	240
Pinça de freio	2	352
Reparo da válvula 4 circuitos	4	340
Reparo do cilindro	3	360
Retentor do cubo de roda	44	4202,81
Rolamento do cubo de roda	2	80
Sapata do freio completa	4	368
Tambor de freio	24	3352,8
Tubo de freio traseiro lado esquerdo	1	198
Válvula 6 vias	1	529,5
Válvula do pedal do freio	1	424
Válvula relé	2	394

Fonte: Portal da Transparência



**ANEXO R - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2014 (2ª PARTE)**

<b>Motor</b>	<b>48</b>	<b>7557,82</b>
Bico injetor	1	760
Bomba alimentadora de combustível	2	700
Bomba d'água	7	1136
Coletor de água (Racor)	2	340
Correias da bomba d'água	1	84,95
Elemento filtrante do filtro de ar	3	540
Esticador da correia dentada	1	888
Filtro de ar	4	229,58
Filtro de combustível	14	487,3
Filtro de óleo do motor	1	59,99
Suporte do tanque	2	484
Tanque de combustível de plástico	2	680
Tube do injetor	2	179
Tubulação dupla de alimentação do reservatório de combustível	1	159
Válvula de dreno de poeira do filtro de ar	2	310
Válvula reguladora de pressão dos gases do cárter	2	240
Volante do motor	1	280
<b>Suspensão</b>	<b>51</b>	<b>5077,75</b>
Amortecedor	15	2658,99
Arruela do encosto do rolamento	10	450
Jogo de buchas do molejo traseiro (12 peças)	1	219,99
Reparo da barra estabilizadora	4	320
Retentor de roda	12	506,4
Roda livre manual	2	176
Rolamento da roda	7	746,37
<b>Transmissão</b>	<b>35</b>	<b>14495,9</b>
Cilindro auxiliar de embreagem	6	1402,8
Cilindro principal de embreagem	2	490,99
Conjunto caixa do diferencial traseiro	1	980
Cruzeta do cardan	11	882,37
Disco de embreagem	2	740
Flange do cardan	2	269
Kit de embreagem	5	9257,5
Ponteira do cardan	2	349,3
Retentor do pinhão	4	123,94
<b>Total Geral</b>	<b>328</b>	<b>64311,89</b>

Fonte: Portal da Transparência

## ANEXO S - QUANTITATIVO E VALORES TOTAIS GASTOS POR PEÇA E SISTEMA AUTOMOTIVO PELO 54º BIS NO ANO DE 2015

Descrição do item	Soma de Quantidade	Soma de Valor total
<b>Carroceria</b>	<b>12</b>	<b>1995,97</b>
Fechadura da porta	8	420
Maçaneta da porta	1	184,99
Retrovisor interno	1	409,99
Trinco do capô	1	259,99
Vidro lateral esquerdo	1	721
<b>Direção</b>	<b>2</b>	<b>703,86</b>
Barra de direção do caminhão	1	383,98
Cilindro mestre de direção	1	319,88
<b>Elétrico</b>	<b>38</b>	<b>12420,09</b>
Alternador e peças	11	6508,87
Buzina	1	59,99
Chave de seta	1	1049,99
Conjunto farol e lanterna	7	2525,95
Fusível	5	2,4
Jogo do limpador de pára-brisas	1	74,99
Lâmpada	5	99,97
Motor de partida e peças	3	1839,97
Relé	4	257,96
<b>Freios</b>	<b>39</b>	<b>12782,3</b>
Cilindro de roda	4	343,94
Cilindro mestre de freio	1	427,98
Compressor de ar	6	5778,95
Cubo de roda	4	1931,91
Cuica	2	405,98
Guarnição de freio de estacionamento	3	805
Jogo do regulador do freio esquerdo	2	200
Lona de freio	3	351,72
Mangueira flexível do freio	1	68,99
Pastilha de freio	7	614,96
Tambor de freio traseiro	4	1355,94
Válvula relé	2	496,93
<b>Motor</b>	<b>47</b>	<b>8593,57</b>
Bomba d'água	2	1287,98
Bomba de óleo	1	475
Bomba injetora	1	520
Bucha da biela	4	519,96
Cabo do acelerador	1	118,99
Escapamento	2	280
Esticador da correia Poly V	1	888
Filtro de ar	2	160
Filtro de combustível	3	233,63
Filtro de óleo do motor	8	416,98
Filtro separador de água	1	119,99
Jogo de bronzina de biela	1	203,33
Jogo de correia	4	392,76
Junta do cárter	4	356
Mangueira	11	1964,96
Tanque de combustível	1	655,99
<b>Suspensão</b>	<b>35</b>	<b>7277</b>
Amortecedor	10	2138,95
Buchas do feixe de mola	5	538,81
Jogo de feixe de molas	2	2760
Porca da roda	10	89,9
Roda aro 20	1	810,99
Rolamento da roda	7	938,35
<b>Transmissão</b>	<b>54</b>	<b>33580,18</b>
Arruela de encosto	1	169,97
Cilindro auxiliar de embreagem	2	227,38
Cilindro principal de embreagem	3	584,98
Coroa e pinhão do diferencial	5	16954,4
Cruzeta do cardan	10	835,37
Embreagem viscosa	4	4377,94
Flange do câmbio	2	324,98
Flange do pinhão	1	144,99
Junta homocinética	2	190
Kit de embreagem	13	7520,72
Kit de manutenção de homocinética	2	190
Luva do cardan	2	599,38
Ponteira do cardan	2	548,14
Retentor do pinhão	1	119,99
Rolamento do cardan	1	179,97
Rolamento do pinhão	3	611,97
<b>Total Geral</b>	<b>227</b>	<b>77352,97</b>

Fonte: Portal da Transparência

## ANEXO T – VALORES CORRIGIDOS PELA INFLAÇÃO DAS PEÇAS DO 54º BIS QUE FIGURARAM APÓS ANÁLISE DE PARETO (1ª PARTE)

Período de jan/2010 a jan/2016 (76 meses) com correção da inflação de 50,79%			
Item	Valor de compra	Valor atualizado até jan/2016	Frequência
Retentor da caixa de transferência	R\$ 2.388,21	R\$ 3.601,19	26
Retentor do cubo de roda	R\$ 3.808,20	R\$ 5.742,39	33
Retentor do diferencial	R\$ 735,00	R\$ 1.108,31	15
Retentor da roda traseira	R\$ 468,00	R\$ 705,70	12
Cruzeta do cardan	R\$ 983,96	R\$ 1.483,72	11
Jogo de lanterna redonda traseira (completa)	R\$ 655,94	R\$ 989,09	55
Toldo PVC MP - 1400 verde musgo	R\$ 16.000,00	R\$ 24.126,43	5
Tambor de freio	R\$ 3.520,00	R\$ 5.307,82	8
Kit de embreagem	R\$ 6.068,98	R\$ 9.151,43	7
Travessa da caixa de transferência (suporte)	R\$ 1.300,00	R\$ 1.960,27	2
Período de jan/2011 a jan/2016 (61 meses) com correção da inflação de 42%			
Item	Valor de compra	Valor atualizado até jan/2016	Frequência
Bucha do amortecedor	R\$ 2.526,60	R\$ 3.597,31	262
Fusíveis	R\$ 81,00	R\$ 115,33	150
Lâmpada	R\$ 574,14	R\$ 817,45	65
Terminais de cabo elétrico	R\$ 30,00	R\$ 42,71	60
Relé	R\$ 724,60	R\$ 1.031,67	49
Cilindro auxiliar de embreagem	R\$ 4.340,50	R\$ 6.179,90	36
Bomba hidráulica do sistema de direção	R\$ 9.500,00	R\$ 13.525,87	6
Rolamento tensor das correias do hidráulico	R\$ 2.920,00	R\$ 4.157,42	8
Amortecedor	R\$ 2.560,00	R\$ 3.644,87	16
Período de jan/2012 a jan/2016 (49 meses) com correção da inflação de 33,68%			
Item	Valor de compra	Valor atualizado até jan/2016	Frequência
Conjunto (fusível, lâmpada, lente e farol)	R\$ 2.079,50	R\$ 2.779,95	92
Filtro de combustível	R\$ 307,82	R\$ 411,50	18
Jogo de abraçadeira do escapamento	R\$ 319,70	R\$ 427,39	10
Filtro de óleo	R\$ 123,28	R\$ 164,81	10
Cilindro auxiliar de embreagem	R\$ 1.895,63	R\$ 2.534,15	8
Cubo de roda dianteiro	R\$ 1.086,00	R\$ 1.451,80	8
Cilindro mestre de embreagem	R\$ 1.037,12	R\$ 1.386,46	8
Banco	R\$ 2.198,00	R\$ 2.938,37	2
Farol	R\$ 1.622,96	R\$ 2.169,63	14
Kit de embreagem	R\$ 1.554,98	R\$ 2.078,75	2
Reparo da bomba hidráulica da direção	R\$ 1.000,00	R\$ 1.336,84	2

Fonte: Portal da Transparência e Banco Central do Brasil

**ANEXO U - VALORES CORRIGIDOS PELA INFLAÇÃO DAS PEÇAS DO 54º BIS QUE FIGURARAM APÓS ANÁLISE DE PARETO (2ª PARTE)**

<b>Período de jan/2013 a jan/2016 (37 meses) com correção da inflação de 26,31%</b>			
<b>Item</b>	<b>Valor de compra</b>	<b>Valor atualizado até jan/2016</b>	<b>Frequência</b>
Filtro de ar	R\$ 578,68	R\$ 730,93	12
Correia da direção hidráulica	R\$ 96,00	R\$ 121,26	8
Maçaneta da porta lado direito	R\$ 124,75	R\$ 157,57	5
Amortecedor da suspensão dianteira	R\$ 1.361,20	R\$ 1.719,32	4
Cilindro auxiliar de embreagem	R\$ 460,00	R\$ 581,02	4
Cilindro mestre de embreagem	R\$ 439,80	R\$ 555,51	4
Filtro de combustível	R\$ 282,60	R\$ 356,95	3
Radiador	R\$ 1.800,00	R\$ 2.273,56	2
Kit de embreagem	R\$ 1.079,99	R\$ 1.364,13	1
Amortecedor traseiro	R\$ 780,00	R\$ 985,21	2
Pára-brisa	R\$ 573,00	R\$ 723,75	1
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	R\$ 538,00	R\$ 679,54	2
<b>Período de jan/2014 a jan/2016 (25 meses) com correção da inflação de 19,26%</b>			
<b>Item</b>	<b>Valor de compra</b>	<b>Valor atualizado até jan/2016</b>	<b>Frequência</b>
Retentor do cubo de roda	R\$ 4.202,81	R\$ 5.012,27	44
Tambor de freio	R\$ 3.352,80	R\$ 3.998,55	24
Catraca de freio	R\$ 1.508,00	R\$ 1.798,44	18
Farol e lanterna	R\$ 3.742,95	R\$ 4.463,84	15
Amortecedor	R\$ 2.658,99	R\$ 3.171,11	15
Filtro de combustível	R\$ 487,30	R\$ 581,15	14
Retentor de roda	R\$ 506,40	R\$ 603,93	12
Kit de embreagem	R\$ 9.257,50	R\$ 11.040,48	5
Toldo ou conjunto capota cabine	R\$ 6.699,98	R\$ 7.990,39	3
Pára-brisa	R\$ 3.200,00	R\$ 3.816,32	3
<b>Período de jan/2015 a jan/2016 (13 meses) com correção da inflação de 12,08%</b>			
<b>Item</b>	<b>Valor de compra</b>	<b>Valor atualizado até jan/2016</b>	<b>Frequência</b>
Kit de embreagem	R\$ 7.520,72	R\$ 8.429,10	13
Alternador e peças	R\$ 6.508,87	R\$ 7.295,04	11
Mangueiras do motor	R\$ 1.964,96	R\$ 2.202,30	11
Amortecedor	R\$ 2.138,95	R\$ 2.397,30	10
Cruzeta do cardan	R\$ 835,37	R\$ 936,27	10
Porca da roda	R\$ 89,90	R\$ 100,76	10
Fechadura da porta	R\$ 420,00	R\$ 470,73	8
Coroa e pinhão do diferencial	R\$ 16.954,40	R\$ 19.002,22	5
Compressor de ar	R\$ 5.778,95	R\$ 6.476,96	6
Embreagem viscosa	R\$ 4.377,94	R\$ 4.906,73	4
Jogo de feixe de molas	R\$ 2.760,00	R\$ 3.093,36	2
Conjunto farol e lanterna	R\$ 2.525,95	R\$ 2.831,04	7

Fonte: Portal da Transparência e Banco Central do Brasil

**ANEXO V – VALORES DE IMPACTO, FREQUÊNCIA, CORRELAÇÃO (I X F) E COR NA MATRIZ DAS PEÇAS OU CONJUNTOS DO 54º BIS QUE FIGURARAM APÓS A ANÁLISE DE PARETO**

Peça ou conjunto	Impacto	Frequência	Valor (I X F)	Cor na matriz
Alternador e peças	0,2	0,1	(-0,02)	laranja
Amortecedor	0,4	0,5	(-0,20)	Vermelho
Banco	0,05	0,1	(-0,01)	laranja
Bomba hidráulica do sistema de direção	0,8	0,1	(-0,08)	Azul
Bucha do amortecedor	0,1	0,9	(-0,09)	Azul
Catraca de freio	0,05	0,1	(-0,01)	laranja
Cilindro auxiliar de embreagem	0,4	0,5	(-0,20)	Vermelho
Cilindro mestre de embreagem	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Compressor de ar	0,2	0,1	(-0,02)	Laranja
Conjunto (fechadura e maçaneta da porta)	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Conjunto (fusível, lâmpada, lente, farol e lanterna)	0,8	0,9	(-0,72)	Vermelho
Coroa e pinhão do diferencial	0,8	0,1	(-0,08)	Azul
Correia da direção hidráulica	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Cruzeta do cardan	0,05	0,3	(-0,02)	laranja
Cubo de roda	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Embreagem viscosa	0,1	0,1	(-0,01)	Laranja
Filtro de ar	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Filtro de combustível	0,05	0,3	(-0,02)	laranja
Filtro de óleo	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Jogo de abraçadeira do escapamento	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Jogo de feixe de molas	0,1	0,1	(-0,01)	Laranja
Kit de embreagem	0,8	0,3	(-0,24)	Vermelho
Mangueiras do motor	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Pára-brisa	0,1	0,1	(-0,01)	Laranja
Pinça de freio lado esquerdo dianteiro	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Porca da roda	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Radiador	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Relé	0,05	0,5	(-0,03)	Laranja
Reparo da bomba hidráulica da direção	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Retentor da caixa de transferência	0,1	0,3	(-0,03)	Laranja
Retentor do cubo de roda	0,8	0,9	(-0,72)	Vermelho
Retentor do diferencial	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja
Rolamento tensor das correias do hidráulico	0,1	0,1	(-0,01)	Laranja
Tambor de freio	0,4	0,3	(-0,12)	Azul
Terminais de cabo elétrico	0,05	0,5	(-0,03)	Laranja
Toldo	0,8	0,1	(-0,08)	Azul
Travessa da caixa de transferência (suporte)	0,05	0,1	(-0,01)	Laranja

Fonte: Portal da Transparência

## ANEXO W - GASTOS COM CONTRATAÇÕES DE SERVIÇOS TERCEIRIZADOS PELO 54º BIS NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2010 A DEZEMBRO DE 2015

Categoria de despesas: 3 - Despesas correntes/Grupo de despesa: 3 - outras despesas correntes				
Modalidade da aplicação: 90 - Aplicações diretas (Gastos diretos do Governo Federal)/ Elemento da despesa: 39 (outros serviços de terceiros - Pessoa Jurídica)				
Ano: 2010				
Subitem da despesa	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	21	R\$ 35,00	R\$ 735,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	28	R\$ 35,00	R\$ 980,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	117	R\$ 35,00	R\$ 4.095,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	55	R\$ 35,00	R\$ 1.925,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	123	R\$ 35,00	R\$ 4.305,00
17 - Manutenção e conserv. De máq. e equipamentos	Serviço de manutenção e reposição de peças por horas trabalhada	1	R\$ 1.400,00	R\$ 1.400,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 13.440,00</b>
ANO: 2011				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manutenção de veículos (recuperação dos bancos)	4	R\$ 787,00	R\$ 3.148,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Instalação de película de proteção	4	R\$ 164,00	R\$ 656,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Instalação de película de proteção	32	R\$ 164,00	R\$ 5.248,00
73 - Transporte de servidores	Locação de veículos	1200	R\$ 5,00	R\$ 6.000,00
73 - Transporte de servidores	Locação de veículos	60	R\$ 5,00	R\$ 300,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	195	R\$ 35,00	R\$ 6.825,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	19	R\$ 35,00	R\$ 665,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Ford -F4000	34	R\$ 35,00	R\$ 1.190,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	91	R\$ 35,00	R\$ 3.185,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	12	R\$ 35,00	R\$ 420,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Camin. Hilux	11	R\$ 35,00	R\$ 385,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	80	R\$ 35,00	R\$ 2.800,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	29	R\$ 35,00	R\$ 1.015,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Onibus Ford	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Kadet Ipanema	4	R\$ 35,00	R\$ 140,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de recomposição de cilindros acetilene SV	1	R\$ 698,00	R\$ 698,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de recomposição de cilindro oxigene	1	R\$ 689,00	R\$ 689,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	46	R\$ 35,00	R\$ 1.610,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	195	R\$ 35,00	R\$ 6.825,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	14	R\$ 35,00	R\$ 490,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Kadet Ipanema	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	16	R\$ 35,00	R\$ 560,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	94	R\$ 35,00	R\$ 3.290,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	168	R\$ 35,00	R\$ 5.880,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	193	R\$ 35,00	R\$ 6.755,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	99	R\$ 35,00	R\$ 3.465,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas caminhão 5 ton	33	R\$ 35,00	R\$ 1.155,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Fiat Uno	417	R\$ 35,00	R\$ 14.595,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manut. de veíc. por horas trabalhadas Toyota Band.	27	R\$ 35,00	R\$ 945,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 79.039,00</b>
ANO: 2012 (Sem dados)				
ANO: 2013 (Sem dados)				
ANO: 2014				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Balanceamento de roda de caminhão 5 Ton	25	R\$ 193,99	R\$ 4.849,75
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manutenção completa da bomba injetora	1	R\$ 5.030,00	R\$ 5.030,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Serviço de suspensão da Vtr Ford-1000	1	R\$ 811,00	R\$ 811,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Troca de terminais de direção (Caminhão 5 ton)	2	R\$ 77,99	R\$ 155,98
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Troca do embuchamento dianteiro (caminhão 5 ton)	1	R\$ 295,19	R\$ 295,19
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Troca da barra de direção	1	R\$ 169,95	R\$ 169,95
48 - Serviço de seleção e treinamento	Contratação de auto-escola para mudança de categoria AB para AD	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Alinhamento de direção da caminhonete Hilux	2	R\$ 58,99	R\$ 117,98
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Manutenção do diferencial com troca de planetária e satélite -Toyota	2	R\$ 789,95	R\$ 1.579,90
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Balanceamento de roda de caminhão 5 Ton	30	R\$ 193,99	R\$ 5.819,70
19 - Manutenção e conserv. De veículos	Balanceamento de roda de caminhão 5 Ton	75	R\$ 193,99	R\$ 14.549,25
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 36.378,70</b>
ANO: 2015 (Sem dados)				
TOTAL: R\$ 128.857,70				

Fonte: Portal da Transparência

## ANEXO X – RELAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COMPRADOS PELO 54º BIS NO PERÍODO DE JANEIRO DE 2010 A DEZEMBRO DE 2015

Categoria da despesa: 4 - Despesas de capital /Grupo de despesa: Investimento 2010				
Modalidade da aplicação: 90 - Aplic. Diretas (Gastos diretos do Governo Federal)/Elemento da despesa: 52 - Material Permanente				
Ano: 2010				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
12 - Aparelhos e utensílios domésticos	Lavadora de alta pressão	1	R\$ 1.899,99	R\$ 1.899,99
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 1.899,99</b>
ANO: 2011				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
30 - Máquinas e equip. energéticos	Carregador de bateria 100 A - 12 volts	2	R\$ 299,99	R\$ 599,98
34 - Máquinas, utensílios e equip. diversos	Furadeira 720 W - 110 volts	1	R\$ 211,99	R\$ 211,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Lixadeira politriz angular eletrônica	1	R\$ 468,99	R\$ 468,89
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Plaina elétrica motor de 620 W	1	R\$ 188,99	R\$ 188,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Serra circular elétrica (maquita) 1800 W	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Serra circular elétrica 1400 W	1	R\$ 170,99	R\$ 170,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Serra tico-tico manual 720 W	1	R\$ 177,99	R\$ 177,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Serra circular elétrica (maquita) 1800 W	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Calibrador eletrônico para pneu	1	R\$ 990,00	R\$ 990,00
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Moto esmeril de bancada 6 Pol, 3580 RPM	1	R\$ 102,00	R\$ 102,00
38 - Máquinas, ferraments e utens. Oficina	Serra circular elétrica (maquita) 1800 W	1	R\$ 389,99	R\$ 389,99
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 4.080,80</b>
ANO: 2012				
Subitem	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
42 - Ferramentas (despesas correntes)	Serra circular de 24 dentes	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
42 - Ferramentas (despesas correntes)	Calibrador de pneus digital 0 a 150 lbs (conta 39)	1	R\$ 961,00	R\$ 961,00
42 - Ferramentas (despesas correntes)	Calibrador de pneus manual 0 a 150 lbs (conta 39)	3	R\$ 33,00	R\$ 99,00
42 - Ferramentas (despesas correntes)	Alicate universal	10	R\$ 16,75	R\$ 167,50
25 - Material p/manutenção de bens móveis	Parafusadeira pneumática para roda de caminhão	1	R\$ 1.215,99	R\$ 1.215,99
25 - Material p/manutenção de bens móveis	Espátula para desmontagem de pneu	5	R\$ 53,00	R\$ 265,00
25 - Material p/manutenção de bens móveis	Prensa pneumática (montadora/ desmont.) de pneus	1	R\$ 5.650,00	R\$ 5.650,00
28 - Máquinas e equip. natureza industrial	Carregador de bateria	1	R\$ 1.110,00	R\$ 1.110,00
39 - Equip. e utensílios hidráulicos e elétricos	Gerador de energia portátil a gasolina 950 W	4	R\$ 332,98	R\$ 1.329,52
38 - Máq., ferramentas e utensílios de oficina	Compressor de ar	1	R\$ 618,00	R\$ 618,00
12 - Aparelhos e utensílios domésticos	Lavadora de alta pressão 1600 libras	1	R\$ 529,92	R\$ 529,92
38 - Máq., ferramentas e utensílios de oficina	Arco de serra tico - tico 380 W	1	R\$ 177,79	R\$ 177,79
38 - Máq., ferramentas e utensílios de oficina	Lavadora de alta pressão 1600 libras	1	R\$ 532,00	R\$ 532,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 12.805,72</b>
ANO: 2013				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
38 - Máq., ferramentas e utensílios de oficina	Lavadora alta pressão 5 Cv polia furo bruto	1	R\$ 1.476,00	R\$ 1.476,00
12 - Aparelhos e utensílios domésticos	Máquina de lavar automóvel	4	R\$ 559,00	R\$ 2.236,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 3.712,00</b>
ANO: 2014				
Item	Descrição do objeto	Quantidade	Valor unitário	Valor total
12 - Aparelhos e utensílios domésticos	Máquina de lavar automóvel	4	R\$ 559,00	R\$ 2.236,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 2.236,00</b>
ANO: 2015 (Sem dados)				
<b>TOTAL: R\$ 24.734,51</b>				

Fonte: Portal da Transparência