

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
FELIPE JOSÉ LIMA DOS REIS

**PROPOSTA DE MELHORIA NA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO EM VIATURAS
MILITARES DA ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS**

Varginha
2018

FELIPE JOSÉ LIMA DOS REIS

**PROPOSTA DE MELHORIA NA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO EM VIATURAS
MILITARES DA ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do Prof. MSc. João Mário Mendes de Freitas.

**Varginha - MG
2018**

FELIPE JOSÉ LIMA DOS REIS

**PROPOSTA DE MELHORIA NA EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO EM VIATURAS
MILITARES DA ESCOLA DE SARGENTOS DAS ARMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Mecânico pela banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a Deus, pela força e perseverança dada durante todo o período de formação. A minha família e amigos pelo apoio moral, paciência e incentivo nesta etapa de minha vida. A Escola de Sargentos das Armas pelas oportunidades. Aos Professores que ministraram as matérias relacionadas com este trabalho e ao Centro Universitário do Sul de Minas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, principalmente a Deus, a Escola de Sargentos das Armas pela oportunidade dada a minha pessoa, possibilitando adquirir diversos conhecimentos e concluir de forma satisfatória o estágio e este Trabalho propriamente dito, juntamente aos companheiros de trabalho, superiores hierárquicos e subordinados. Agradeço aos professores pelo conhecimento transmitido neste percurso permitindo meu crescimento intelectual sobre o assunto e pelos incentivos e desafios colocados, procurando sempre retirar algo a mais de nossos esforços. Aos Companheiros de sala que pelejaram comigo nesta caminhada pela força e ajuda nos momentos de dificuldade.

“O Trabalho é um processo e todo processo tem de ser controlado. Para tornar o trabalho produtivo, portanto, requer-se a construção dos controles adequados para o processo de trabalho.”

Peter F. Drucker

RESUMO

Este trabalho propõe um plano de manutenção mais eficiente, focado na visão da gestão da qualidade e produtividade envolvendo viaturas militares da Escola de Sargentos das Armas. A abordagem tem a finalidade de apresentar maior disponibilidade de viaturas, visto que a ESA possui certas dificuldades em seu setor de manutenção. Com isso, as altas taxas de falhas de equipamentos e a pouca disponibilidade de viaturas em relação à quantidade existente tornam-se um empecilho na vida dos militares no cumprimento de diversas missões, acarretando em gastos excessivos e desnecessários. O propósito desta pesquisa é melhorar a disponibilidade de viaturas, atuando de forma preventiva e preditiva gerando redução de avarias que levam a baixas indesejadas das viaturas, promovendo economia e colaborando, sensivelmente, para a instituição no tocante a formação do Sargento combatente de carreira do Exército. Esta meta será conseguida a partir da criação de uma metodologia de implantação de um planejamento e controle da manutenção que melhor se configurar junto a Escola de Sargentos das Armas, tendo em vista que esta é uma Instituição de ensino, não uma empresa que visa o estreitamento quanto à concorrência e competitividade, mas sim gerar economia aos cofres públicos e facilitar a vida dos militares no tocante ao cumprimento da missão. O estudo evidenciou que a atual forma de manutenção das viaturas não é eficaz, acarretando gastos excessivos pela grande demanda de manutenção corretiva, motivada pela grande quantidade de viaturas existentes em relação aos recursos humanos, exigindo assim a inserção de um planejamento e controle mais eficiente para a equipe de manutenção da Escola. As organizações militares são muito exigentes quanto à manutenção dos materiais de sua responsabilidade. O problema encontrado refere-se ao aumento de 300% das viaturas operacionais leves distribuídas à ESA, ao mesmo tempo em que não houve mudanças no efetivo da equipe de manutenção. De acordo com os fatores apresentados, é imprescindível a proposta de um plano de manutenção mais eficiente, já que os métodos antigos não conseguem acompanhar a grande demanda que a própria Escola exige, pois as missões aumentaram proporcionalmente ao número de viaturas.

Palavras-chave: Manutenção. Militares. Visão. Viaturas. ESA. Missão.

ABSTRACT

This work proposes a more efficient maintenance plan, focused on the vision of quality management and productivity involving military vehicles of “Escola de Sargentos das Armas”. This approach has the purpose of presenting a bigger availability of vehicles, since ESA has certain difficulties in its maintenance sector. Therefore, the high rates of equipment failures and the low availability of vehicles in relation to the existing amount become an obstacle in the life of the servicemen in the accomplishment of several missions, resulting in excessive and unnecessary expenses. The purpose of this research is to improve the availability of vehicles acting in a preventative and predictive way, causing a reduction of damages that leads to unwanted casualties of the vehicles, promoting economy and collaborating with the institution in the formation of the Army career combatant Sergeant. This aim will be achieved through the creation of a methodology for the implementation of a maintenance planning and control that is best configured with “Escola de Sargentos das Armas”, considering that this is a teaching institution, not a company aimed at narrowing competition and competitiveness, but rather to generate economy to the public funds and to facilitate the life of the servicemen in the fulfillment of the mission. The study showed that the current way of vehicle maintenance is not efficient, causing excessive expenses due to the big demand for corrective maintenance, motivated by the large number of existing vehicles in relation to human resources, requiring the insertion of a more efficient planning and control for the school maintenance team. Military organizations are very demanding about conservation the materials under their responsibility. The problem found refers to the increase of 300% of the light operational vehicles distributed to the ESA, at the same time that there were no changes in the maintenance crew. According to the factors presented, it is essential to propose a more efficient maintenance plan, since the old methods can not keep up with the great demand that the school itself demands, since the missions have increased in proportion to the number of vehicles.

Keywords: Maintenance. Servicemen. View. Vehicles. ESA. Mission.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equipes de trabalho RCM	24
Figura 2 - Ciclo PCDA.....	26
Figura 3 - Interfaces da manutenção	35
Figura 4 - Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção	36
Figura 5 - Fluxograma da Manutenção	37
Figura 6 - Seleção dos tipos de manutenção	38
Figura 7 - Cenário favorável para a melhoria dos resultados no Brasil.....	41
Figura 8 - Companhia de Manutenção e Transportes	42
Figura 9 - Viatura Marruá Cargo	43
Figura 10 - Viatura Marruá Rec.....	44
Figura 11 - Interface do Software de manutenção	49
Figura 12 - Interface do software de manutenção	50
Figura 13 - Checklist de Revisão de viatura.....	51
Figura 14 - Tabela de viaturas indisponíveis.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da Manutenção.....	17
Quadro 2 - Tipos de manutenção.....	21
Quadro 3 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade da manutenção.....	27
Quadro 4 - Principais Indicadores de Desempenho utilizados.....	34
Quadro 5 - Aplicação dos recursos na manutenção.....	40
Quadro 6 - Especificações Técnicas Marruá.....	45
Quadro 7 - Exemplo de uso do mapa de manutenção preventiva consultando o Anexo A.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados x Tipos de Manutenção	21
Gráfico 2 - Viaturas - Ano 2016.....	46
Gráfico 3 - Viaturas – Ano 2017	46
Gráfico 4 - Disponibilidade de Viaturas de Fev. 2016 – Dez. 2017.....	47
Gráfico 5 - Viaturas – Ano 2018	53
Gráfico 6 - Relação de indisponibilidade entre 2017 e 2018	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção

CCQ – Círculo de Controle da Qualidade

DTI – Departamento de tecnologia da informação

ESA – Escola de Sargentos das Armas

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise do Tipo e Efeito de Falha)

PCDA – *Plan, Do, Check, Action* (Planejamento, Execução, Verificação, Atuação)

RCFA – *Root Cause Failure Analysis* (Análise da Causa Raiz da Falha)

RCM (MCC) – *Reliability-Centered Maintenance* (Manutenção Centrada à Confiabilidade)

RBM – *Reliability Based Maintenance* (Manutenção Baseada em Confiabilidade)

TMEF (MTBF) - Tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Failure*)

TMPF (MTTF) – Tempo Médio para Falhar (*Mean Time to Failures*)

TMPR (MTTR) – Tempo Médio para Reparo (*Mean Time To Repair*)

TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

TQC – *Total Quality Control* (Controle de Qualidade Total)

TQM (GQT) - *Total Quality Management* (Gestão pela Qualidade Total)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 MANUTENÇÃO EM GERAL	15
2.1 Definição	15
2.2 Histórico	15
2.3 Métodos	17
2.3.1 Manutenção Corretiva	18
2.3.2 Manutenção Preventiva	19
2.3.3 Manutenção Preditiva.....	19
2.3.4 Manutenção Detectiva ou proativa.....	20
2.3.5 Engenharia de Manutenção.....	20
2.4 Ferramentas de Qualidade	21
2.4.1 Manutenção produtiva total	22
2.4.2 Manutenção centrada na confiabilidade	23
2.4.3 Manutenção baseada em riscos	24
2.4.4 Análise do modo e efeito de falha.....	25
2.4.5 Gestão da qualidade total.....	25
2.5 Indicadores de manutenção	28
2.5.1 Hora Parada ou Hora Indisponível	29
2.5.2 Hora de espera.....	29
2.5.3 Hora de impedimento	29
2.5.4 Disponibilidade	30
2.5.5 Indicadores Classe mundial	32
2.6 Aplicação e gerenciamento	35
2.6.1 Dados estatísticos	39
2.7 A manutenção na escola de sargentos das armas	41
2.7.1 Garagem.....	43
2.7.2 Histórico de ocorrências	45
3 A PROPOSTA DE MELHORIA	48
4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA	53
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXO A	58
ANEXO B	60
ANEXO C	61

1 INTRODUÇÃO

Diante da dificuldade do setor de manutenção da Escola de Sargentos das Armas em gerenciar a manutenção preventiva das viaturas, fato que acarreta falhas nos equipamentos e baixa disponibilidade de viaturas, cresce a importância de um planejamento e controle da manutenção, focado na visão de gestão da qualidade e produtividade, fazendo-se necessário a implementação de um plano de manutenção eficaz, onde exigirá o comprometimento dos militares para a realização do mesmo.

Tal abordagem se faz necessária ao fato da manutenção realizada pelos militares não estar aperfeiçoada aos métodos atuais, procurando aplicar a manutenção pensando de maneira estratégica tornando-a eficaz ao processo de disposição de viaturas.

É importante ressaltar a importância da aplicação desta metodologia de trabalho para os militares, o que facilitará a vida dos mesmos com o aumento de disponibilidade de viaturas para emprego em variadas atividades, proporcionando racionamento de tempo para mecânicos e de recursos para as manutenções, aumentando a confiabilidade para o cumprimento da missão de forma segura, gerando conseqüentemente economia aos cofres públicos quanto a gastos excessivos e desnecessários.

O objetivo deste estudo é apresentar como a proposta de implementação de um planejamento e controle de manutenção sob as viaturas militares, transcorreria de grande auxílio aos militares que possuem métodos desatualizados de manutenção sob suas viaturas, não acompanhando de forma apropriada o ritmo acelerado da instituição militar no tocante ao apoio necessário para a formação do Sargento combatente de carreira do exército, decorrendo em gastos desnecessários. Para isto a manutenção deve se enquadrar no atual cenário de globalização, que obrigam as empresas a terem um comprometimento a risca das realizações dos mesmos para sua própria sobrevivência diante do crescente nível de competitividade entre elas.

2 MANUTENÇÃO EM GERAL

Devido à amplitude do tema se faz necessário expor de forma bastante clara como que foi ocorrendo o desenvolvimento da manutenção com o passar dos anos, as primeiras atividades que a caracterizaram, a modernização e o seu aperfeiçoamento até os dias de hoje, além disto, apresentando as diversas definições que melhor lhe caracterizem.

2.1 Definição

Segundo Carreira, Silva e Caneira (2010) atualmente existem várias definições de manutenção, dependendo dos autores consultados. A Literatura mais recente apresenta bastantes definições de manutenção, tais como: uma combinação de ações de gestão, técnicas econômicas, aplicadas a bens ou equipamentos para otimização do seu ciclo de vida, atividade desenvolvida com o intuito de manter o equipamento ou outros bens em condições de melhor apoiar e corresponder às metas organizacionais.

Ainda Carreira, Silva e Caneira (2010) é um conjunto de ações desenvolvidas com o intuito de assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações. Devendo ser assegurado, que estas são intervencionadas no momento certo e com a extensão necessária, de forma a evitar que avariem ou que baixem o seu rendimento. No caso de tal acontecer, devem ser repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, a um custo global otimizado.

Manutenção é o conjunto de ações técnicas e administrativas e sua missão primordial é manter em ordem o funcionamento dos equipamentos por meio de intervenções corretas e oportunas.

2.2 Histórico

Para Ramos (2012) antes da Revolução Industrial, que teve o seu início na segunda metade do Século XIX, a reparação de equipamentos era predominante, já que os sistemas tinham uma vida tecnológica muito longa, eram facilmente reparáveis e não existia o conceito de peças de substituição.

Para Carreira, Silva e Caneira (2010) a expressão manutenção surge mais intensivamente no vocabulário a partir de 1930.

A evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações. A Primeira Geração abrange o período antes da segunda guerra mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, a manutenção era fundamentalmente, corretiva não planejada (SOARES, 2017).

A partir dos anos cinquenta, com aparecimento das linhas de produção, as empresas começaram a reconhecer a importância da manutenção de equipamentos, como uma ação autônoma e específica. Deste modo, a Manutenção Industrial passou a ser encarada de outra forma, nasce então a Engenharia de Manutenção que vai criar processos científicos de manutenção preventiva, em que a preocupação dominante é a disponibilidade dos equipamentos. Este período é classificado como a Fase segunda da Evolução da Manutenção: Evitar a Avaria (CARREIRA, SILVA, CANEIRA, 2010, p. 3).

A terceira geração surge a partir da década de 70, acelerou-se o processo de mudança nas indústrias, houve paralisação da produção, que diminui a produção; aumentaram-se os custos e afetou a qualidade dos produtos, reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva (COSTA, 2015).

Na Quarta Geração algumas expectativas em relação à manutenção existentes na terceira geração continuam a existir. A disponibilidade é uma das medidas de desempenho mais importantes da manutenção, senão a mais importante. A confiabilidade dos equipamentos é um fator de constante busca pela manutenção. A consolidação das atividades de engenharia da manutenção, dentro da estrutura organizacional da manutenção, tem na garantia da disponibilidade, da confiabilidade e da manutenibilidade as três maiores justificativas de sua existência. A prática de análise de falhas é uma metodologia consagrada como uma prática capaz de melhorar o desempenho dos equipamentos e da empresa, por consequência (SOARES, 2017).

Ainda segundo Soares (2017) o objetivo de intervir cada vez menos na planta, as práticas de manutenção preditiva e monitoramento de condição de equipamentos e do processo são cada vez mais utilizadas. Em consequência, há uma tendência de redução na aplicação da manutenção preventiva ou programada, desde que ela promove a paralisação dos equipamentos e sistemas, impactando negativamente na produção. O mesmo acontece em relação a manutenção corretiva não planejada, que se torna um indicador da ineficácia da manutenção.

O Quadro 1 resume de forma rápida a evolução da manutenção pelas quatro gerações agora citadas:

Quadro 1 - Evolução da Manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO			
Período/ Aspectos	Expectativa	Falhas	Técnicas e ferramentas
1º Geração	- Conserto após falha.	- Desgaste originou Falha.	- Atenção voltada para reparo.
2º Geração	- Disponibilidade crescente; - Maior vida útil do equipamento.	- Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira. (Tempo de vida)	- Planejamento manual da manutenção; - Computadores grandes e lentos; - Manutenção Preventiva (Por tempo)
3º Geração	- Maior confiabilidade e Disponibilidade; - Melhor relação custo-benefício; - Preservação do Meio ambiente.	- Existência de seis padrões de falha.	- Monitoramento da condição; - Manutenção Preditiva; - Análise de risco; - Computadores pequenos e rápidos; - Softwares potentes; - Grupos de trabalho multidisciplinares; - Projetos voltados para confiabilidade; - Contratação por mão de obras e serviços.
4º Geração	- Maior confiabilidade e Disponibilidade; - Preservação do Meio ambiente; - Segurança; - Influir nos resultados do Negócio; - Gerenciar os ativos.	- Reduzir drasticamente falhas prematuras.	- Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição; - Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada; - Análise de Falhas; - Técnicas de confiabilidade; - Manutenibilidade; - Engenharia de Manutenção; - Projetos voltados para confiabilidade; Custo do Ciclo de Vida; - Contratação por Resultados.

Fonte: Adaptado de Freitas (2016).

2.3 Métodos

As características dos equipamentos de um processo produtivo moderno podem definir diferentes critérios para a seleção do método de manutenção a ser utilizado. Diversas considerações sobre a escolha do método de manutenção são realizadas dentro dos novos conceitos de manutenção (EMANUEL, 2012).

2.3.1 Manutenção Corretiva

É o tipo de manutenção mais antiga e mais utilizada, sendo empregado em qualquer empresa que possua equipamentos e para qualquer nível do planejamento de manutenção. Esta é efetuada após a ocorrência de uma avaria, e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função específica (CARREIRA, SILVA, CANEIRA, 2010, p.6).

É a manutenção mais primária e se caracteriza pelo ciclo “quebra-repara”, ou seja, o reparo dos equipamentos é realizado somente depois que ocorre alguma avaria. A manutenção corretiva é a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema (GOUVEA, 2015, p.1).

Considerada uma Manutenção de Emergência se subdivide em Manutenção corretiva Planejada e Não Planejada.

2.3.1.1 Manutenção Corretiva Não Planejada

Quando a correção da falha é feita de maneira aleatória, não há tempo para preparação do serviço e infelizmente ainda é mais praticada do que deveria. Implicam altos custos, perdas de produção, perda da qualidade e elevados custos indiretos de manutenção e as quebras aleatórias podem ter conseqüências graves para o equipamento (COSTA, 2015).

Quando a maior parte da manutenção da empresa se baseia na corretiva não planejada, o departamento de manutenção é refém dos equipamentos, ou seja, é comandado por eles e não o contrário, como deveria acontecer e o desempenho empresarial da Organização perde muita competitividade (FREITAS, 2016, p.25).

2.3.1.2 Manutenção Corretiva Planejada

Correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, ou devido a uma decisão da administração de se operar até a falha. Este tipo de manutenção planejada permite intervenções mais baratas, mais seguras e mais rápidas (CARREIRA, SILVA, CANEIRA, 2010, p.6).

Ramos (2012) destaca que a estruturação de um sistema de manutenção planejada é havendo: Manutenção diária, baseada na condição, melhorias para o aumento da expectativa da vida em serviço, controle das peças de reposição, análise de falhas e prevenção da reincidência e controle da lubrificação.

Para Costa (2015) as vantagens deste tipo de manutenção são: Compatibilização das necessidades da manutenção com as da produção, as falhas deixam de oferecer riscos para o pessoal ou para a instalação e planejamento dos serviços.

2.3.2 Manutenção Preventiva

Aplicação de um programa regular de inspeção, ajustes, limpeza, lubrificação, troca de peças, calibração e reparo de componentes e equipamentos. Este método é conhecido como manutenção baseada no tempo, sendo aplicada sem considerar as condições do equipamento. Considera esta aplicação imprescindível quando o fator Segurança se sobrepõe aos demais (EMANUEL, 2012, p.1).

A prática exige da indústria estudos estatísticos, conhecimentos e análise sobre o estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas, dados fornecidos pelo fabricante, dentre outros (GOUVEA, 2015, p.1).

A vantagem do uso da manutenção preventiva em face da manutenção corretiva é:

[...] a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos (FREITAS, 2016, p.25).

2.3.3 Manutenção Preditiva

Também conhecida como manutenção baseada na condição, com a utilização de técnicas de inspeção é possível monitorar a evolução do estado do equipamento e atuar no momento mais adequado (EMANUEL, 2012, p.1).

O propósito dessa variação é a prevenção de falhas nos equipamentos ou sistemas por meio de monitoramento de alguns parâmetros. Essa prática contribui para uma operação contínua do maquinário pelo maior tempo possível (GOUVEA, 2015, p.1).

Para a análise da adoção da manutenção preditiva os aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional são: redução de custos evitando intervenções desnecessárias, mantendo os equipamentos operando de modo seguro, por mais tempo. Os custos envolvidos são: instrumentos, aparelhos de medição e análise que ficará mais barata com o progresso na microeletrônica e a mão de obra não apresenta custo significativo. É a primeira grande quebra de paradigma na manutenção (COSTA, 2015).

A Manutenção Preditiva é a que menos interfere na planta, oferecendo os melhores resultados.

2.3.4 Manutenção Detectiva ou proativa

É a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Verificando se um sistema de proteção ainda está funcionando. Por exemplo, um botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis. Na Manutenção Detectiva, especialistas fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, capazes de detectar falhas ocultas e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando (COSTA, 2015, p. 6).

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade do processo e bons resultados. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser executadas pelo pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para a tarefa (GOUVEA, 2015, p.1).

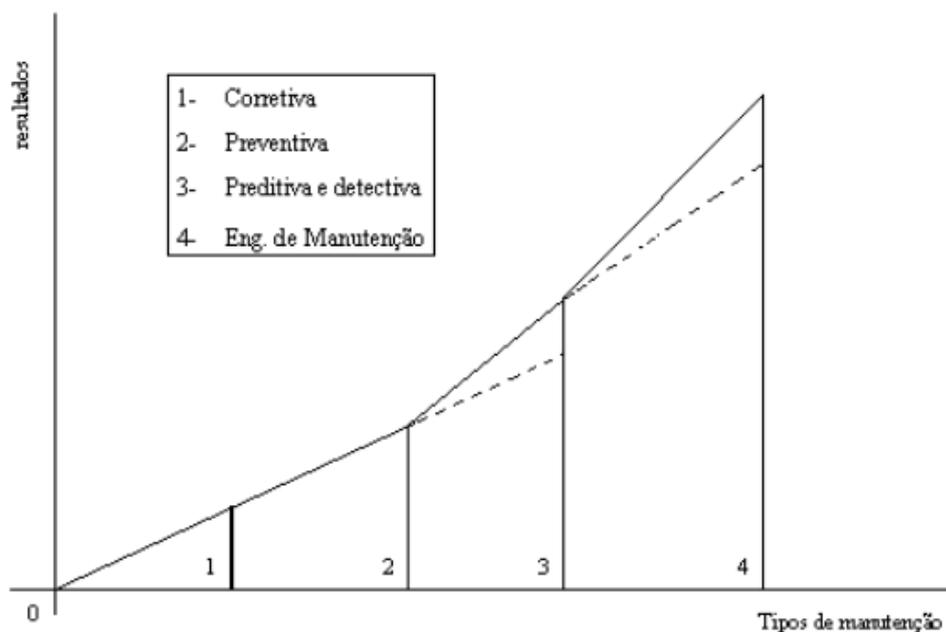
2.3.5 Engenharia de Manutenção

A aplicação da engenharia de manutenção consiste em analisar e propor melhorias utilizando dados que o sistema de preditiva recolhe e arquiva, com o objetivo de melhoria de forma contínua e constante, aumentando a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança. É a segunda quebra de paradigma na Manutenção.

Para Moura (2009, p.60) “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. É deixar de ficar consertando, convivendo com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Significa perseguir benchmarks (referenciais de excelência), aplicar técnicas modernas de manutenção e estar nivelado com a manutenção de Classe Mundial”.

Dá para se ter uma idéia de como é aplicação das manutenções no gráfico 1:

Gráfico 1 - Resultados x Tipos de Manutenção



Fonte: Costa (2015).

O Quadro 2 abaixo apresenta um detalhamento de forma centralizada dos tipos de manutenção com respectivo procedimento de cada:

Quadro 2 - Tipos de manutenção

MANUTENÇÃO		PROCEDIMENTO
ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	CORRETIVA NÃO PLANEJADA	Ação após ocorrência sem planejamento
	CORRETIVA PLANEJADA	Ação planejada, função de inspeção ou acompanhamento preditivo
	PREVENTIVA	Ação planejada com intervalos definidos em plano
	PREDITIVA	Inspeção e acompanhamento dos parâmetros físicos
	DETECTIVA	Inspeção para detecção de Falhas ocultas

Fonte: Adaptado de Freitas (2016).

2.4 Ferramentas de Qualidade

Os modelos “TPM - Total Productive Maintenance” (Manutenção Produtiva Total) e “RCM - Reliability Centred Maintenance” (Manutenção Centrada na confiabilidade) têm sido aplicados com êxito na indústria, a nível mundial, no decorrer das últimas três décadas (RAMOS, 2012).

As introduções das novas estratégias de organização começaram a ser empregadas nos anos recentes e mais recentemente a “Reliability Based Maintenance” (RBM), passaram a ser utilizadas com grandes perspectivas de retorno para as empresas (EMANUEL, 2012).

2.4.1 Manutenção produtiva total

O TPM consiste em um procedimento de administração da manutenção que teve início por volta dos anos 50 e apresentou resultados expressivos na economia Japonesa na década de 70. A grande ascensão do Japão no cenário mundial, tornando-se a segunda potência econômica, chamou a atenção dos outros países, sendo atribuída ao TPM uma parcela ao sucesso econômico Japonês (EMANUEL, 2012, p.1).

Segundo Ramos (2012) as seis grandes perdas, que diminuem o desempenho global dos processos produtivos e que a Manutenção Produtiva Total procura eliminar, divide-se em três grandes grupos:

- a) Tempos de paragens: Paragens devidas a avarias nos equipamentos; Paragens para reposição dos valores de origem, e para afinações e regulações;
- b) Perdas de velocidade: Reduções na velocidade (cadência) dos equipamentos, que provocam atrasos no processo produtivo; Operações em vazio e pequenas paragens;
- c) Defeitos: Defeitos inerentes ao próprio processo, devido à fabricação de produtos mais ou menos defeituosos; Redução do processo produtivo motivada pelo arranque dos equipamentos.

Ramos (2012) reforça que para alcançar os objetivos do TPM as empresas devem utilizar ferramentas administrativas que dependerão do estágio de evolução das empresas. Os principais elementos associados à implantação de TPM são:

- a) Gestão da Qualidade Total: TQC e TQM: Processo que estabelece a “satisfação do cliente”, atuando diretamente no produto da empresa;
- b) 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, e Shitsuke: Respectivamente Utilização, Ordenação, Limpeza, Asseio e Disciplina. Deve ser utilizado por empresas que têm problemas de ordem, limpeza, organização, desperdícios e meio ambiente. Esta técnica é fundamental para a preparação na implantação do TPM;
- c) Kaizen: Melhoria contínua, através desta metodologia é possível atuar diretamente no processo produtivo da empresa e não apenas no produto;

- d) Just in Time: O cumprimento dos prazos com a racionalização de recursos e atendimento das condições de qualidade do produto representam o conceito de Just in Time que esta diretamente relacionado com o TPM;
- e) ISO 9000: A International Standardization Organization criou a série 9000 de normas que são aceitas em diversos países para estabelecer a certificação da qualidade das empresas. As certificações das empresas pela ISO 9000 permitem um grande avanço no gerenciamento da qualidade que criam facilidades para a implantação do TPM.

2.4.2 Manutenção centrada na confiabilidade

Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM- Reliability Centered Maintenance) é um método utilizado para planejamento de manutenção que foi desenvolvido inicialmente na indústria aeronáutica e, posteriormente, adaptado para diversas outras indústrias e instituições militares (SOUSA, LIMA, 2003, p.1).

A metodologia RCM ou Manutenção Centrada em Confiabilidade é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional presente. Para ser desenvolvida, a metodologia utiliza sete perguntas sobre cada item em revisão ou sob análise crítica, para que seja preservada a função do sistema produtivo, a saber, (SOUSA, LIMA, 2003, p.1):

- a) Quais são as funções e padrões de desempenho do ativo no seu contexto atual de operação?
- b) De que forma ele falha em cumprir sua função?
- c) O que causa cada falha funcional?
- d) O que acontece quando ocorre cada falha?
- e) De que modo cada falha importa?
- f) O que pode ser feito para predizer ou prevenir cada falha?
- g) O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa pró-ativa apropriada?

Dependendo das respostas dadas às perguntas acima, Sousa e Lima (2003, p.2) “a RCM sugere e direciona o replanejamento do programa de manutenção, de modo a se estabelecer o nível de desempenho aceitável por quem aplica esta metodologia. As respostas para as perguntas básicas da metodologia RCM podem ser desenvolvidas em sete passos, como definido a seguir:

Passo 1: Selecionar a área do processo produtivo adequado para a aplicação do RCM;

Passo 2: Definir as funções e parâmetros de desempenho desejados;

Passo 3: Determinar as falhas funcionais;

Passo 4: Determinar o modo de falha, seus efeitos e conseqüências;

Passo 6: Formular e implementar o plano de manutenção;

Passo 7: Melhoria contínua”.

A figura 1 apresenta de uma forma simples como a RCM funciona com suas equipes de trabalho conforme dito por Emanuel (2012):

Figura 1 - Equipes de trabalho RCM



Fonte: Emanuel (2012).

2.4.3 Manutenção baseada em riscos

É uma técnica de análise quantitativa com embasamento financeiro, que estabelece o valor relativo de várias tarefas de Manutenção e serve como ferramenta de aperfeiçoamento contínuo (ALMEIDA, 2017, p.1).

Estas técnicas permitem o monitoramento das condições reais do equipamento permitindo a identificação prematura de sintomas que podem levar o equipamento até a falha. Esta identificação torna possível à tomada de decisões que podem evitar a falha ou informar o momento ideal de atuação da manutenção (EMANUEL, 2012, p.1).

Reforçando a definição Cyrino (2017) define que essa estratégia de manutenção baseada em riscos ajuda na tomada de decisão sobre o nível de prioridade de máquinas e equipamentos. Essa prioridade fornece para a manutenção informações suficiente para a determinação de um adequado intervalo de manutenção e a melhor forma de atuação. Com isso a Manutenção visa a redução da probabilidade das falhas de máquinas e equipamentos e suas conseqüências. Com a estratégia de manutenção definida por meio da RBM, temos como resultante a maior confiabilidade dos ativos e redução dos custos de manutenção.

2.4.4 Análise do modo e efeito de falha

Failure Mode Effect Analysis – FMEA é uma abordagem que ajuda a identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas e processos. É geralmente utilizada como um degrau para o estabelecimento do programa de Análise das Causas-Raízes da Falha – RCFA ou Root Cause Failure Analysis (FREITAS, 2016).

Souza (2008) afirma que na manutenção, a MCC utiliza a FMEA com o propósito de avaliar, documentar, e priorizar o impacto potencial de cada falha funcional, visando definir formas de prevenção ou correção. Um estudo de FMEA envolve a identificação sistemática dos seguintes aspectos, para cada função de uma instalação:

- a) Função: objetivo, com o nível desejado de performance;
- b) Falha funcional: perda da função ou desvio funcional;
- c) Modo de falha: o que pode falhar;
- d) Causa da falha: porque ocorre a falha;
- e) Efeito da falha: impacto resultante na função principal;
- f) Criticidade: severidade do efeito.

Além disso, Souza (2008) diz que é comum incluir no estudo os sintomas das falhas, o roteiro de localização, o mecanismo de falha, as taxas de falha e as recomendações.

2.4.5 Gestão da qualidade total

Segundo Freitas (2016) atualmente a Gestão pela Qualidade Total (GQT) ou *Total Quality Management* (TQM) é parte integrante do processo de gerenciamento em todos os ramos de atividade: indústria, comércio, educação, governo, dentre outros, além de que a TQM é uma ferramenta eficaz para se obter a satisfação do cliente e alcançar a competitividade empresarial.

Este é o papel da manutenção no sistema de qualidade segundo Freitas (2016, p.49):

“O sistema de qualidade de uma organização é formado por vários subsistemas que se interligam através de relações extremamente fortes e independentes. Nesse contexto, a manutenção tem um papel preponderante. Como a sua missão é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações, de modo a atender a um programa de produção ou de serviço com preservação do meio ambiente, confiabilidade, segurança e custos adequados, cabe à manutenção fazer a coordenação dos diversos subsistemas fornecedores, aí incluímos a engenharia e o suprimento de materiais, entre outros, de modo que o cliente interno principal, que é a operação, tenha a instalação de acordo com as necessidades da organização para atingir suas metas empresariais. A integração destes subsistemas atuando como

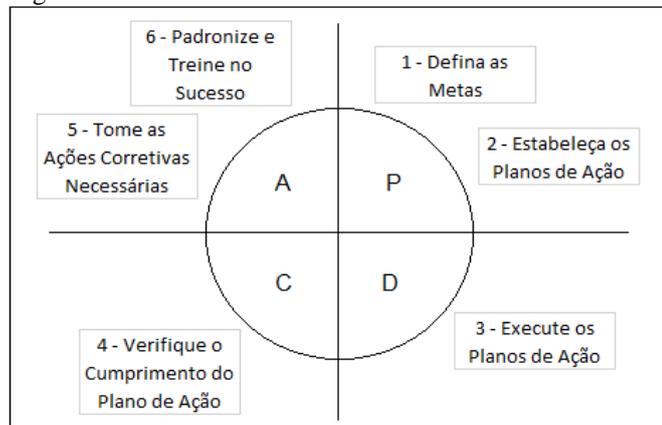
verdadeiros times é, com certeza, o fator crítico de sucesso mais importante de uma empresa”.

Freitas (2016) define ainda os seguintes fatores como implementadores do processo:

- a) Maiores confiabilidade e disponibilidade operacional;
- b) Maior competitividade;
- c) Maior produtividade;
- d) Redução dos custos de manutenção e globais;
- e) Eliminação de desperdícios;
- f) Redução de retrabalhos;
- g) Maiores motivação e espírito de equipe.

Para ter sucesso, segundo Freitas (2016, p.50) “a TQM precisa ser praticada por todas as pessoas, através do giro do ciclo PCDA (Plan-Do-Check-Action ou Planejamento-Execução-Verificação-Atuação). O PCDA se trata de gerenciar processos: planejando, acompanhando a execução, verificando se há desvios e, quando necessário, fazendo as devidas correções” como apresenta a figura 2:

Figura 2 - Ciclo PCDA



Fonte: Freitas (2016).

Freitas (2016) descreve os princípios para o desenvolvimento da TQM em qualquer organização:

- a) As ações devem ser orientadas para a satisfação das necessidades e expectativas dos clientes;
- b) A situação atual da empresa deve ser conhecida;
- c) Devem ser reconhecidos os pontos fracos do local de trabalho;
- d) Decisões devem ser orientadas por prioridades, atacando primeiro o mais crítico deixando de lado o menos importante;

- e) O processo é mais importante que os resultados;
- f) Levantamento de dados através da observação de fatos;
- g) A qualidade se faz durante o processo produtivo, logo, a atuação deve ser preventiva;
- h) Estabelecimento de um sistema para evitar reincidência dos problemas.

Freitas (2016) enumeram princípios básicos que se aplicam à TQM e à manutenção:

- a) Satisfação Total dos Clientes;
- b) Gerência participativa;
- c) Desenvolvimento Humano (Aprendizado Contínuo);
- d) Constância de Propósitos (visão de futuro e ações coerentes com essa visão);
- e) Desenvolvimento Contínuo;
- f) Gerenciamento dos Processos (aplicação correta e completa do ciclo PDCA);
- g) Delegação;
- h) Disseminação das Informações;
- i) Garantia da Qualidade – Gerenciamento da Rotina;
- j) Não-aceitação de erros (repetitivos e por omissão).

O Quadro 3, extraída do Documento Nacional da Manutenção, realizado pela ABRAMAN em 2013, mostra as principais ferramentas utilizadas para promover a qualidade nas empresas brasileiras:

Quadro 3 - Ferramentas utilizadas para promover a qualidade da manutenção

Ano	Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)							
	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2013	19,25	23,26	16,31	17,91	-	12,83	10,43	0,00
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Fonte: ABRAMAN (2013).

Podemos observar o crescimento, nos últimos anos, da utilização de métodos alternativos para o melhoramento da manutenção, isto é, da Manutenção Centrada na

Confiabilidade (RCM ou MCC). O CCQ (Círculo de Controle da Qualidade) foi retirado da pesquisa. Na pesquisa de 2007 entraram dois novos itens: FMEA (Modos de Falha e Análise dos Efeitos) e RCFA (Análise das Causas Raízes de Falha) (ABRAMAN, 2013).

O Quadro 3 apresenta que a ferramenta mais utilizada para promover a qualidade é o 5's, mais pela facilidade de implantação do que pela eficácia, longe de ser uma ferramenta específica aplicada a Manutenção. O RCM (MCC) e o TPM são relativamente bem utilizados, bem como as ferramentas de análise de falha (RCFA e FMEA). Há uma tendência de que as ferramentas MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) e 6 Sigma sejam mais utilizadas, ao passo que a 5's caia (FREITAS, 2016).

2.5 Indicadores de manutenção

Os indicadores são utilizados para comparações de determinadas características ao longo do tempo, orientando a empresa rumo às metas e objetivos estabelecidos. A decisão sobre quais indicadores utilizar, no entanto, deve ser orientada sempre para informações que possam agregar valor à empresa (COSTA, 2013, p.54).

Para Figueiredo (2017), são dados essenciais tanto para a gestão de negócio como para a gestão da manutenção, tratando-se de máquinas, custos, mão de obra, material, saúde, segurança e meio ambiente, devendo estar coerentes junto à estratégia organizacional e integrando um conjunto balanceado de indicadores simples de serem compreendidos e utilizados.

Um assunto normalmente polêmico para a maioria dos profissionais de manutenção é: qual deve ser o indicador ou indicadores que devemos utilizar para obtermos resultados de melhoria em nossas equipes de manutenção e conseqüentemente para as nossas empresas? As empresas hoje necessitam; em virtude do alto grau de competitividade a que estão sujeitas; escolher adequadamente qual metodologia que devem utilizar para o gerenciamento de sua rotina. A literatura disponível na área de manutenção nos aponta muitos indicadores que por vezes até dificultam o correto entendimento de nossas atividades. Temos sempre a intenção de fazer o melhor e acabamos por escolher e utilizar muitos indicadores, acabando por exceder na quantidade e perder na qualidade final do trabalho. Um dos primeiros pontos que se aprende com a metodologia da gestão da qualidade total é que devemos escolher indicadores que sejam o resultado do desdobramento dos objetivos empresariais. Isto significa que é necessário escolher o que nos dá o maior retorno, seja em termos de informação quanto no de lucratividade. Outro dado importante é o que concerne a quantidade de indicadores que devemos utilizar. Alguns profissionais preferem se utilizar do maior número de indicadores e chegam a determinar até 20 (vinte) indicadores para serem gerenciados. A metodologia do 5S nos ensina que devemos aprender sempre a melhorar, além de fazermos o mais simples, descartando o desnecessário e organizando o necessário, desenvolvendo o padrão e mantendo a disciplina. Assim, é necessário fazer em primeiro lugar o básico para poder acompanhar de maneira adequada os resultados de nosso trabalho e portanto,

precisamos deixar inicialmente de lado aquela quantidade imensa de indicadores que muitas vezes acabam por atrapalhar nossos objetivos. (NETTO, 2008, p.25).

Em uma estrutura de manutenção podemos usar os seguintes indicadores, de acordo com Netto (2008):

2.5.1 Hora Parada ou Hora Indisponível

Representa o tempo entre a comunicação de indisponibilidade da máquina ou equipamento até a sua liberação/aprovação para funcionamento normal ou produção. É necessário o acompanhamento desse indicador para termos um controle básico sobre o funcionamento dos ativos, visando conhecer a Disponibilidade do equipamento para o processo produtivo (NETTO, 2008, p.26).

2.5.2 Hora de espera

Representa o tempo entre a comunicação da indisponibilidade da máquina ou equipamento e o momento do início do atendimento por parte do manutentor.

É importante acompanhar esse intervalo de tempo, para termos um controle mínimo sobre eventual desperdício ou ainda verificar a organização básica da equipe. Constata-se tradicionalmente que esse intervalo de tempo é um dos grandes responsáveis pelo aumento da indisponibilidade da máquina, pois caso a equipe não seja bem organizada quanto a formação do grupo, quanto a organização do almoxarifado de manutenção, ou quanto a falta de comprometimento com os objetivos empresariais, tais perdas serão ainda maiores. Todo e qualquer desperdício no imediato atendimento à máquina ou equipamento aumentará a indisponibilidade. Lembrem-se, como bons latinos, gostamos muito de conversar e em uma caminhada até o local do atendimento muitas vezes despendemos mais tempo do que o necessário. Acompanhar esse indicador poderá propiciar redução das horas paradas ao redor de 20% a 30% no primeiro ano e de cerca de 15 a 20% no segundo ano (NETTO, 2008, p.26).

2.5.3 Hora de impedimento

Esse indicador representa todo e qualquer tempo despendido com ações que não dependem diretamente da ação do grupo da manutenção, ou seja, demandam ações de outras equipes, tais como a de compras, de projetos, de laboratório.

É nesse momento que poderemos verificar o grau de comprometimento das equipes auxiliares no sentido de rapidamente disponibilizar a máquina ou equipamento ao ambiente produtivo. Caso os resultados não sejam satisfatórios poderemos atuar junto a essas equipes

no sentido de ampliar seu comprometimento, demonstrando as perdas que as mesmas causam ao ambiente produtivo (NETTO, 2008, p.27).

2.5.4 Disponibilidade

Esse indicador representa a probabilidade de em dado momento um equipamento estar disponível. Ele é o resultado do bom acompanhamento do indicador de hora parada.

Esse indicador representa a possibilidade de garantir o atendimento das metas de produção. A partir do momento que estamos com as condições mínimas de controle devidamente implantadas, deveremos passar a uma segunda etapa que é a de implementar e acompanhar outros indicadores de manutenção, sempre recordando que devem estar conectados com os objetivos empresariais (NETTO, 2008, p.27).

Disponibilidade de equipamento é a relação entre a diferença do número de horas do período considerado com o número de horas de operação dos equipamentos como mostra a equação 1 - Cálculo de Disponibilidade:

$$DISP = \frac{\text{Horas Calendário} - \text{Horas Manutenção}}{\text{Horas Calendário}} \times 100 \quad (1)$$

Os indicadores de disponibilidade podem ser os seguintes:

2.5.4.1 Custo de manutenção

Esse é um dos principais indicadores da atividade de manutenção, representando a somatória básica das seguintes parcelas: custos de intervenção de manutenção (recursos materiais, sobressalentes e mão de obra), custos próprios (internos) da equipe de manutenção, tais como administração, treinamento e os custos de perdas de produção (se houver), e o custo da perda de oportunidade pela falta do produto se houver demanda. Normalmente as empresas acompanham apenas os custos de intervenção, mas devem no mínimo acompanhar também os custos próprios (NETTO, 2008, p.27).

Segundo Figueiredo (2017) para efeitos de controle e planejamento num departamento de manutenção, os custos podem ser divididos em três grandes famílias:

- a) Custos diretos de manutenção: incorridos para manter em funcionamento os equipamentos e máquinas da produção. Por exemplo: custo de inspeções regulares, custo de manutenções sistemáticas, custos de reparações das avarias, custos de ajustes das máquinas.

- b) Custos indiretos da manutenção: são custos relacionados com a estrutura de gestão e de apoio administrativo tais como: custos de engenharia de manutenção como estudos e análises de melhorias, de supervisão, entre outros.
- c) Custos de perda de produção: são os custos oriundos da perda de produção, causados pela falha do equipamento principal, devido à quebra ou baixo desempenho.

2.5.4.2 MTBF (Mean Time Between Failure) ou TMEF (Tempo médio entre falhas)

Indicador que representa o tempo médio entre a ocorrência de uma falha e a próxima representa também o tempo de funcionamento da máquina ou equipamento diante das necessidades de produção até a próxima falha (NETTO, 2008, p.27).

Para Freitas (2016) sua meta é o aumento de seus índices, indicando que o número de intervenções corretivas diminuiu ao passo de que o total de horas disponíveis para manutenção aumentou. É medido pela divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas nesse equipamento no período, conforme evidenciado na equação 2:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Total de horas em bom funcionamento (h)}}{\text{Número de Avarias}} \quad (2)$$

2.5.4.3 MTTR (Mean Time To Repair) ou TMPR (Tempo médio para reparo)

Esse indicador nos aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho (NETTO, 2008, p.28).

Segundo Freitas (2016) sua meta é a diminuição de seus índices, indicando que os reparos corretivos são cada vez menos impactantes na manutenção. É medido pela divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção, pelo número de intervenções corretivas no período, como mostra a equação 3:

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tempo para reparos de um componente (h)}}{\text{Número de Reparos Ocorridos}} \quad (3)$$

2.5.4.4 Confiabilidade ou disponibilidade operacional

É a probabilidade de que um equipamento opere corretamente em condições esperadas durante um período de tempo ou de ainda estar em condições de trabalho após um determinado período de funcionamento.

Freitas (2016) define que sua meta é o aumento de seus índices, indicando o aumento da capacidade do equipamento executar sua função em um intervalo de tempo determinado. É calculado pela relação entre as horas trabalhadas e as horas totais no período, como é possível observar na equação 4:

$$\text{Disponibilidade Operacional} = \frac{\Sigma \text{Horas disponíveis para produção}}{\Sigma \text{Horas totais}} \quad (4)$$

2.5.4.5 Manutenibilidade ou Retrabalho

É a probabilidade de que um item avariado possa ser colocado novamente em seu estado operacional, em um período de tempo predefinido, quando a Manutenção é realizada em condições determinadas, e é efetuada com os meios e procedimentos estabelecidos (NETTO, 2008, p.28).

O ideal é que seu valor fosse zero indicando qualidade dos serviços de manutenção, com intervenções definitivas, e não paliativas, que geram um constante retorno ao equipamento. Representa o percentual de horas trabalhadas em ordens de serviço de manutenção encerradas, reabertas por qualquer motivo, em relação ao total geral trabalhado no período (FREITAS, 2016, p.89).

Freitas (2016) apresenta de como deverá ser feito o cálculo deste índice:

$$\text{Índice de Retrabalho} = \frac{\Sigma \text{Serviços executados com o mesmo fim no mesmo equipamento}}{\Sigma \text{Serviços executados}} \quad (5)$$

2.5.5 Indicadores Classe mundial

São aqueles que são utilizados segundo a mesma expressão em vários países, inclusive no Brasil, sendo que parte deles se refere à análise específica para a gestão dos equipamentos e os demais tratam da gestão de custos envolvidos com as manutenções executadas.

Segundo Viera (2014), podemos dizer que são sete os índices de classe mundial:

- a) Tempo médio entre falhas (TMEF);
- b) Tempo médio para reparo (TMPR);

- c) Tempo médio para falha (TMPF);
- d) Disponibilidade de equipamentos;
- e) Indisponibilidade de Processo;
- f) Custo de Manutenção por Faturamento;
- g) Backlog.

2.5.5.1 Mean Time to Failures (MTTF) ou Tempo Médio para Falha (TMPF)

Freitas (2016) conclui como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Se o valor de Tempo médio entre falhas (TMEF) aumentar com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando.

Dutra (2013) define que o TMPF deve ser utilizado para itens que são substituídos após ocorrência de uma falha. Seria a relação entre o tempo total de operação de um conjunto de itens não reparáveis pelo número total de falhas identificadas nestes em período determinado como mostra a equação 6:

$$TMPF = \frac{\Sigma \text{Horas de operação dos itens}}{\text{Número de falhas dos itens}} \quad (6)$$

2.5.5.2 Indisponibilidade de Processo

Com este índice se busca identificar a parcela de contribuição da manutenção na fatia que foi desperdiçada ou não foi utilizada pelo processo produtivo. É também conhecido como índice de Queda direta, sendo descrito como a probabilidade que um equipamento não esteja disponível para produzir. Desta forma seu calculo é semelhante ao apresentado para a disponibilidade, apenas excluindo-se da fórmula as demais horas perdidas. O resultado deverá ser reduzido em porcentagem, para obter-se a real disponibilidade por motivos de manutenção (VIEIRA, 2014, p 34).

2.5.5.3 Backlog

É a relação entre a demanda de serviços e a capacidade de atendê-los, ou seja, é a soma de todas as horas previstas de HH em carteira, divididas pela capacidade instalada da equipe de executantes (FREITAS, 2016, p.47).

Para Vieira (2014), deve ser considerado toda a disponibilidade da equipe sem o acréscimo de novas atividades, esta ressalva deve ser feita em função da dinâmica da atividade de manutenção, como observamos na equação 7:

$$\text{Backlog} = \frac{\sum H/h \text{ Total da carteira}}{\sum H/h \text{ Disponível da equipe}} \quad (7)$$

O Quadro 4, retirada do Documento Nacional da Manutenção no Brasil, realizado pela ABRAMAN, mostra os indicadores de manutenção mais utilizados no Brasil até 2011, o mais atualizado disponível:

Quadro 4 - Principais Indicadores de Desempenho utilizados.

Principais Indicadores de Desempenho utilizados (Grau de Importância - G1)										G1 2011
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	21,56	1
Frequência de Falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,27	9,75	9,81	10,47	5
Satisfação do Cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	6,37	7
Disponibilidade Operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	20,74	2
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	4,72	8
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	9,86	6
Não utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	0,82	9
TMPF (MTBF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	13,35	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	12,11	4
Outros indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	0,00	10

Fonte: ABRAMAN (2011).

Através da análise do Quadro 4, podemos concluir que as empresas em relação ao indicador Custos, tem uma tendência de queda para o custo anual em relação ao valor dos ativos, demonstrando o esforço que as empresas brasileiras têm feito para a redução dos custos de manutenção e na gestão de ativos. O indicador TMPF ou MTBF (Tempo Médio para Falhar) tende a crescer cada vez mais, garantindo a Disponibilidade e Confiabilidade, aprimorando assim o TMPF. Porém ainda é preciso reduzir o TMPR ou MTTR (Tempo Médio pra Reparo) que apresenta uma tendência de aumento, comprometendo a Disponibilidade Operacional (FREITAS, 2016).

No entanto, como também se pode observar pelo quadro, ainda são pouco utilizados no Brasil indicadores ligados à preservação ambiental e também os ligados à moral e satisfação dos trabalhadores; é um forte indicativo de que a maior parte das empresas

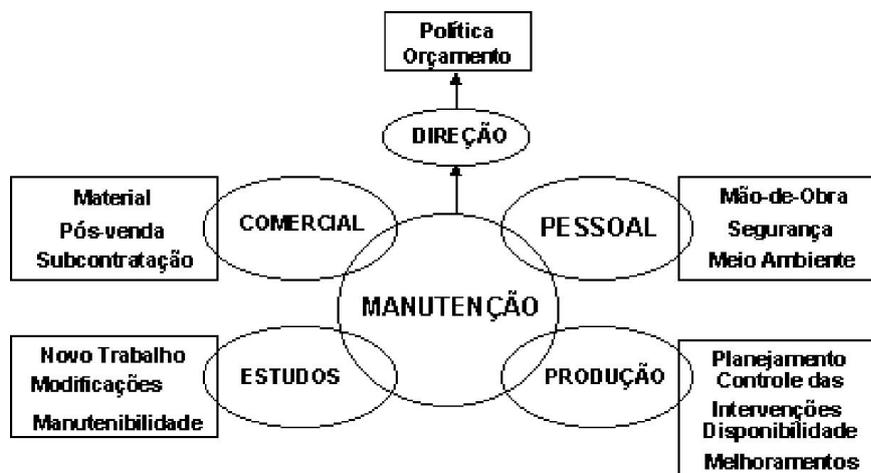
nacionais ainda deve passar por uma evolução caso aspirem se tornar empresas de classe mundial (FREITAS, 2016).

2.6 Aplicação e gerenciamento

A adoção de uma manutenção padrão não é uma tarefa fácil, principalmente diante da grande globalização que obriga as indústrias a trabalharem pesado nesse propósito alcançando níveis aceitáveis de competitividade no mercado para a sobrevivência deste. Diante do atual cenário é necessário obter informações concretas na busca da melhor forma de quando e como atuar buscando atingir a perfeição em manter.

Segundo Freitas (2016) a função manutenção tende se destacar da produção (orçamento próprio, autonomia de gerência). Deve-se saber que a produção é o objetivo evidente e prioritário da empresa. A manutenção acaba se tornando uma ajuda para a produção.

Figura 3 - Interfaces da manutenção



Fonte: Netto (2008).

Supervisionar o funcionamento regulando e gerenciando recursos como equipamentos, máquinas, ferramentas, evita paradas por motivos de quebras e desperdício de recursos em procedimento de manutenção ineficiente. O objetivo é a programação do trabalho de forma eficaz, controlando gastos e garantindo a qualidade dos produtos e serviços. Algumas falhas que acontecem em empresas que não aplicam este procedimento de forma correta são:

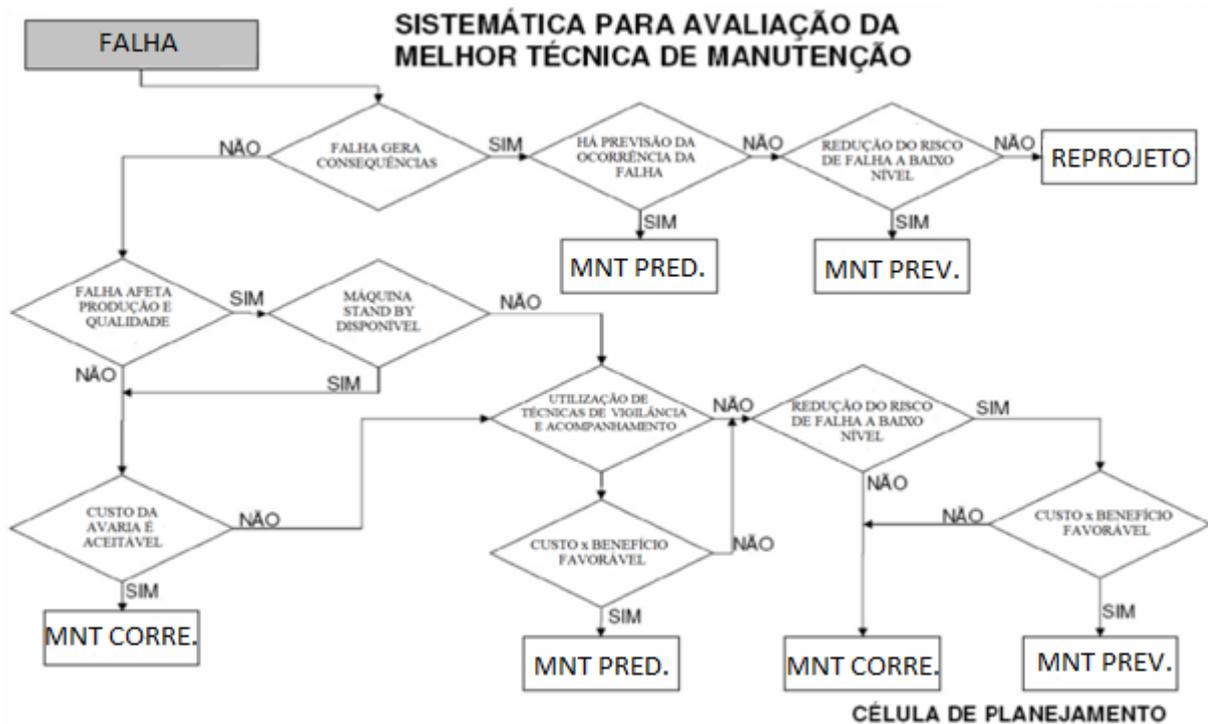
- a) Aumento de custos;
- b) Aumento de riscos de acidentes;
- c) Insatisfação dos clientes;

- d) Queda nos lucros;
- e) Perda de contrato, dentre outros.

Devido a estes fatores destacados cresce a importância da boa aplicação e gerenciamento da manutenção, colaborando para seu ideal funcionamento e claro não podemos esquecer-nos de citar da necessidade da existência de uma boa infra-estrutura de trabalho com uma equipe focada e produtiva, comprometida com a empresa, com o aumento de faturamento e da segurança ambiental e pessoal dentre outros.

O tipo de manutenção ideal é aquele que apresenta melhores resultados em relação ao custo-benefício. Na figura 4 é apresentado um dos possíveis fluxogramas para definição do tipo de manutenção:

Figura 4 - Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção



Fonte: Adaptado de Netto (2008).

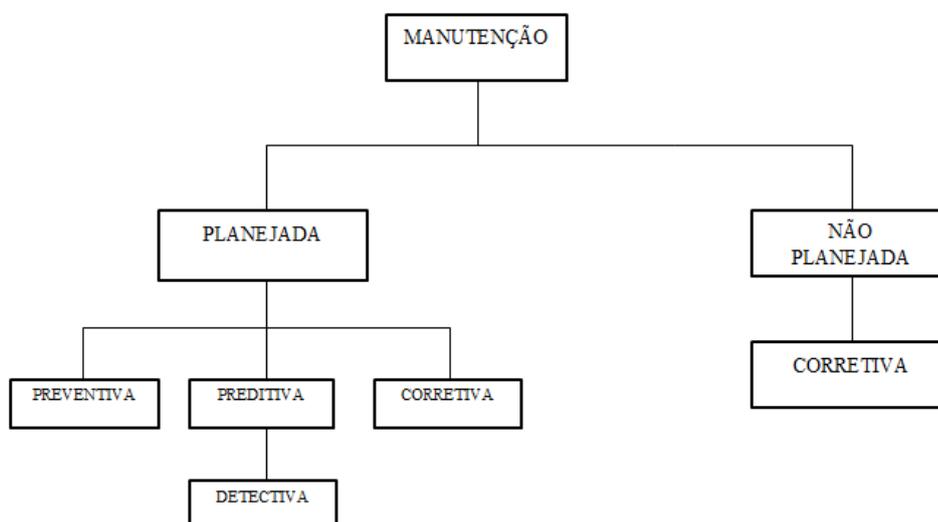
Na metodologia demonstrada pela figura acima, são considerados em ordem de importância a segurança do trabalhador, o quanto a máquina afeta o meio ambiente, a questão de segurança patrimonial, o quanto uma falha no equipamento impacta em custo, qualidade e o tempo de reparo e a questão custo x benefício. A ideia central é que, a partir do momento em que ocorra a avaria, todas as questões citadas sejam analisadas de forma lógica, para

depois fazer uso de uma das três abordagens de manutenção: manutenção corretiva, preditiva ou preventiva (NETTO, 2008, p.29).

O trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro que um trabalho não-planejado, e será sempre de melhor qualidade. Logo, a adoção de uma Manutenção Corretiva Planejada é mais vantajosa em relação à Não-planejada (FREITAS, 2016).

A adoção de uma política predominantemente Corretiva Não-planejada implica em altos custos e deixa a empresa à mercê da aleatoriedade, sendo os impactos da falha, sejam catastróficos ou não, apenas observados após a ocorrência da mesma (COSTA, 2013).

Figura 5 - Fluxograma da Manutenção



Fonte: O autor.

Para Almeida (2017) a manutenção preditiva possui vantagens e benefícios como a detecção de eventuais falhas, antecipação de problemas, aumento de segurança e equipamentos e vida útil dos componentes, antecipando a intervenção da correção corretiva, entre outros. Além destas questões a manutenção preditiva também possibilita um custo menor mensal para as empresas, a economia pode gerar 30% a menos no valor total do investimento do maquinário.

Já as desvantagens da manutenção preditiva Almeida (2017) cita que possui poucas desvantagens para as empresas como contratar profissionais especializados que entendam dos instrumentos de precisão, requer um investimento alto na manutenção periódica, os equipamentos utilizados para realizar a medição geralmente possuem um alto custo de aquisição, entre outros.

Almeida (2017) define que a utilização eficaz da manutenção preventiva é uma vantagem na redução dos riscos de quebra, envelhecimento e degeneração dos equipamentos, programando a conservação das peças, entre outros. Porém quando a Manutenção preventiva é mais cara que a manutenção corretiva, surge a desvantagem pelo excesso de custo mensal, então é necessário verificar atentamente o que será mais vantajoso para a empresa e assim adequá-lo ao processo.

Cyrino (2017) conclui que Manutenção detectiva ajuda a identificar falhas ocultas que são alguns dos problemas importantes para a perda de disponibilidade e confiabilidade dos ativos, assim são importantes aliadas a outras estratégias da manutenção como preventiva e preditiva. Destaca ainda que para gerenciar corretamente os riscos, temos que ter a certeza de que sua disponibilidade é aceitável, testando-o na frequência correta.

Já na Engenharia de manutenção citado por Freitas (2016) reforça que não basta ter uma boa manutenção do equipamento e sistemas, mas sim ter equipamentos e sistemas que tenham a disponibilidade de que a empresa necessita para atender o mercado, o cliente, a empresa e a manutenção.

A Figura 6 sugere um esquema para a escolha do tipo de Manutenção a ser adotado:

Figura 6 - Seleção dos tipos de manutenção



Fonte: Freitas (2016).

2.6.1 Dados estatísticos

A Associação Brasileira de Manutenção e gestão de Ativos (ABRAMAN), fundada em 17 de outubro de 1984, é uma entidade civil sem fins lucrativos, cuja missão é contribuir para o desenvolvimento da Função de Manutenção e Gestão de Ativos, com valorização de seus profissionais, consolidando-as como fatores estratégicos para o aumento da competitividade das empresas e para a melhoria da qualidade de vida, da segurança e do meio ambiente, proporcionando melhoria contínua e o crescimento dos profissionais de manutenção e gestão de ativos mediante o reconhecimento formal de seus conhecimentos e habilidades, avaliados por um processo justo e confiável, contribuindo assim para a elevação do nível de desempenho das empresas em termos de produtividade, qualidade, segurança operacional, responsabilidade social, preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

A cada dois anos, ABRAMAN lança o Documento Nacional, medidor da situação da Manutenção no Brasil, a partir de ampla pesquisa realizada entre empresas representantes dos principais setores da economia de todo o país. Os dados e as informações do Documento são ferramentas que apoiam as decisões gerenciais e ainda servem de subsídios para trabalhos, palestras e artigos publicados no Brasil e no exterior. É uma pesquisa importante, pois permite uma visão sobre como se encontra a Manutenção no país e suas tendências.

Por meio de questionário, que abrange diferentes áreas, é feito um levantamento de dados para estabelecer índices em nível nacional, com objetivo de determinar os parâmetros que possam balizar a ABRAMAN quanto a controle, melhoria e determinação do desempenho da Manutenção no Brasil. O trabalho é conduzido por uma Comissão Técnica, integrada por representantes de diferentes setores com experiência na área de Manutenção & Gestão de Ativos.

A seguir temos o Quadro 5 retirado do Documento Nacional de Manutenção, mostrando como se divide a aplicação de cada tipo de manutenção no Brasil até 2013:

Quadro 5 - Aplicação dos recursos na manutenção

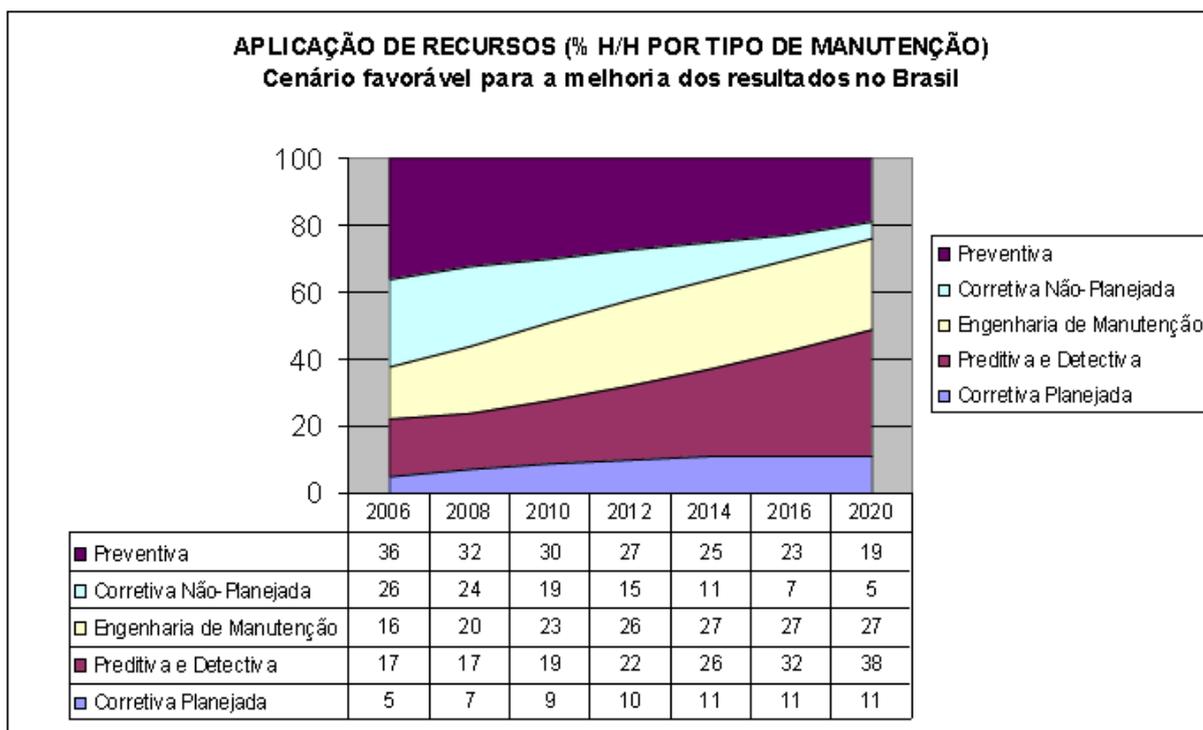
Ano	Aplicação dos Recursos na Manutenção (%)			
	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva	Outros
2013	30,86	36,55	18,82	13,77
2011	27,4	37,17	18,51	16,92
2009	26,69	40,41	17,81	15,09
2007	25,61	38,78	17,09	18,51
2005	32,11	39,03	16,48	12,38
2003	29,98	35,49	17,76	16,77
2001	28,05	35,67	18,87	17,41
1999	27,85	35,84	17,17	19,14
1997	25,53	28,75	18,54	27,18
1995	32,8	35	18,64	13,56
Hh (serviços de manutenção) / Hh (total de trabalho)				

Fonte: ABRAMAN (2013).

Com efeito, ressaltando que estamos em 2018 é possível concluir que no período de 18 anos a manutenção preventiva sempre foi a mais aplicada, sobrecarregando o sistema com grande número de paradas, apresentando em todo horizonte o maior índice do que as demais, seguido pela corretiva refletindo que as paradas por falhas ou emergenciais também são responsáveis pela sobrecarga de serviços de manutenção e preditiva respectivamente, apresentando índices menores, tanto em virtude de sua menor utilização, quanto em função de sua característica de disponibilidade, garantindo que o equipamento fique em operação por um tempo maior.

Freitas (2016) define que para haver um cenário próspero, existindo o direcionamento das práticas de manutenção, é com aumento da Manutenção Preditiva e consecutivo decréscimo na Preventiva com grande redução na Corretiva não Planejada. Esse cenário pode ser verificado na figura 7:

Figura 7 - Cenário favorável para a melhoria dos resultados no Brasil



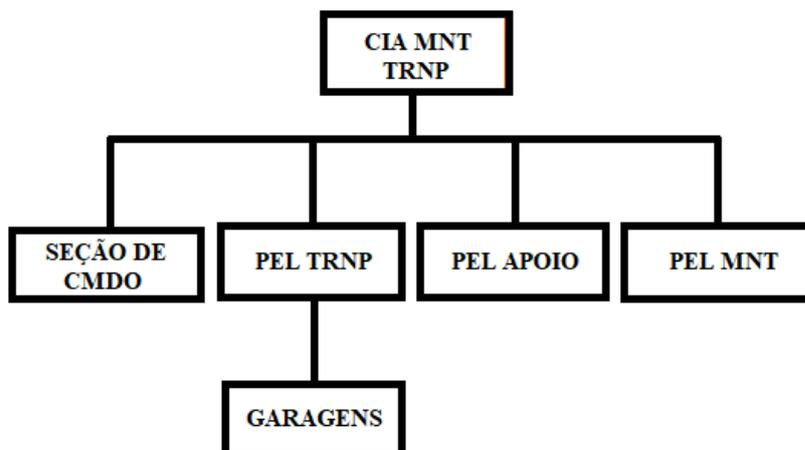
Fonte: Freitas (2016).

As empresas brasileiras já estão indo para o caminho de evitar a manutenção corretiva, para fazer o monitoramento de seu maquinário, investir em pessoal para atuar na engenharia de manutenção a fim de investigar e solucionar o problema, dando com isso um grande passo para tornar nossas empresas aptas a competir com um mundo cada vez mais globalizado (FREITAS, 2016).

2.7 A manutenção na escola de sargentos das armas

A ESA é composta pelo BCSv, cujo se subdivide em quatro companhias: Companhia de comando e serviços, a Companhia Auxiliar do corpo de alunos, Companhia de manutenção e transporte aonde realizei o estágio e o trabalho propriamente dito e a Companhia de Polícia.

Figura 8 - Companhia de Manutenção e Transportes



Fonte: O autor.

A Cia de manutenção e transporte se dispõe de uma seção de comando, do pelotão de apoio, do pelotão de manutenção e do pelotão de transporte, cujo as garagens de viaturas estão subordinados a ela.

Este tema serviu de motivação devido ao estágio realizado na garagem de viaturas leves, onde observou a necessidade de melhorias devido a grande quantidade de viaturas existentes em relação aos recursos humanos, exigindo a inserção de um planejamento e controle mais eficiente para a equipe de manutenção. O problema encontrado refere-se ao aumento de 300% das viaturas operacionais leves distribuídas à ESA, sendo que haviam 16 viaturas com o acréscimo de 48 viaturas leves Marruás totalizando 64 viaturas leves, ao mesmo tempo em que não houve mudanças no efetivo da equipe de manutenção da garagem que são de 1 sargento, 1 cabo e 5 soldados.

A manutenção na garagem se dá de forma Preventiva e preditiva, realizando inspeções, ajustes, trocas de peças, baseando no tempo previsto para a manutenção das mesmas. Em contra partida é grande o número de manutenção corretiva não planejada executada, pois as viaturas não são tão resistentes aos empregos como citado pela montadora Agrale, apresentando muitas falhas. Além deste problema surge a questão da grande quantidade de viatura em que o encarregado de manutenção é submetido, ocasionando na dificuldade para o acompanhamento de forma preventiva da manutenção, conseqüentemente aumentando a indisponibilidade de viaturas.

Todos os dados da viatura devem ser lançados no livro de registro a caneta, como o consumo de combustível, a troca de óleo, pneus, entre outros. Este livro é padronizado pelo exército e utilizado para o devido controle de manutenção, a fim de catalogar os dados para a realização de uma manutenção periódica, permitindo identificação e fácil controle das diversas alterações ocorridas com a viatura.

Manter o controle através do livro de viatura não é fácil tarefa verificando a grande demanda de atividades em que os militares estão empregados e da forma atual como se procede. O encarregado de manutenção deve preencher este livro mensalmente, lançando as novas alterações das viaturas, odômetro, entre outros. Para que a manutenção seja aplicada a fonte de consulta para tal é a utilização do manual de instrução das viaturas, verificando o que fazer e quando de forma periódica, preventiva e preditiva.

2.7.1 Garagem

A garagem é composta por 48 viaturas leves marruás, tendo em vista que as 16 viaturas que estavam a mais tempo em uso, foram utilizadas até meados do ano de 2017. São viaturas do tipo $\frac{3}{4}$ Toneladas, mais conhecidas como viaturas leves Marruá Cargo como podemos observar na figura 9:

Figura 9 - Viatura Marruá Cargo



Fonte: Agrale (2018).

Além da viatura acima temos outro tipo de viatura que é a Marruá Rec, que possui as mesmas características da viatura marruá cargo diferenciando em maior parte referente a quantidade da tripulação, como podemos observar na figura 10:

Figura 10 - Viatura Marruá Rec



Fonte: Agrale (2018).

Desenvolvido para enfrentar trabalhos pesados como serviços de manutenção de redes, mineração, reflorestamentos, saneamento, segurança pública e combate a incêndios, a Agrale Marruá é muito resistente e garante uma grande produtividade com uma ótima economia operacional. Sua utilização é especialmente para aplicações militares, com uma excelente desenvoltura e enfrentam com vigor qualquer tipo de terreno. Possuem características únicas, das quais se destacam o robusto trem de força, o amplo curso da suspensão e a resistência do conjunto, garantindo desempenho inigualável em operações militares (AGRALE, 2018).

Quadro 6 - Especificações Técnicas Marruá

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Ano	2013
Fabricação	Brasil
Combustível	Diesel
Capacidade Tanque	102 L
Consumo	6,5 Km/Litros
Velocidade estrada	120 Km/h
Tripulação	10 e 03 Pessoas respectivamente
Categoria	Operacional
Motor	MWM 4,07 T CA, 4 Cilindros em linha, 132 cv

Fonte: Agrale (2018).

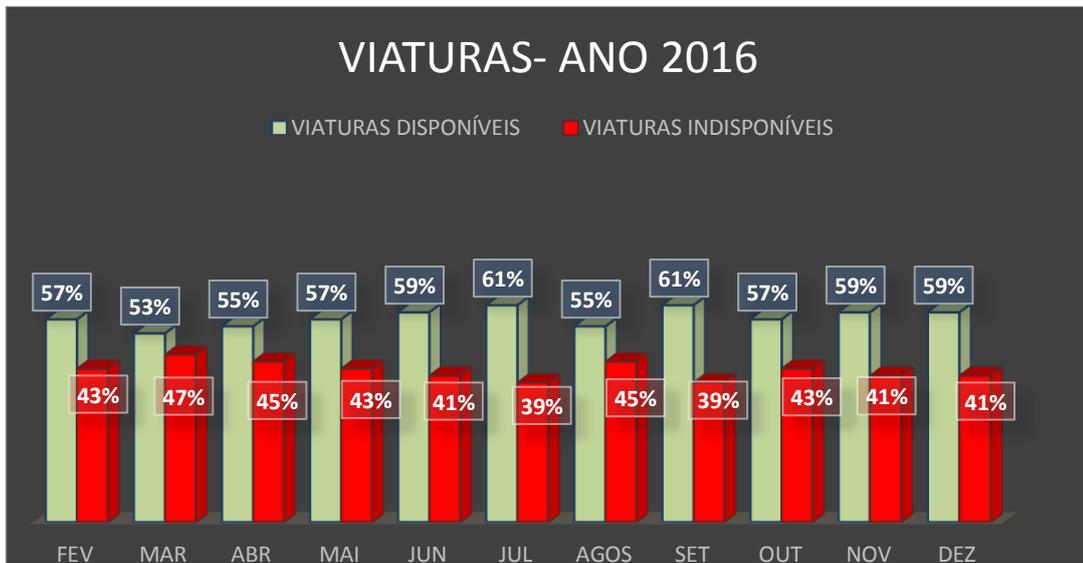
No período de estágio, onde iniciou os estudos, foram notados os problemas enfrentados pelos militares em função da falta de um planejamento e controle da manutenção estruturado e aplicado, por exemplo:

- a) Alto tempo de parada para manutenção;
- b) Falta de um controle eficaz.

2.7.2 Histórico de ocorrências

Com dados baseados a partir de Fevereiro de 2016 até Dezembro de 2017, podemos através dos dados apresentados no gráfico 2 conhecer a disponibilidade de viaturas da garagem de viaturas leves da ESA:

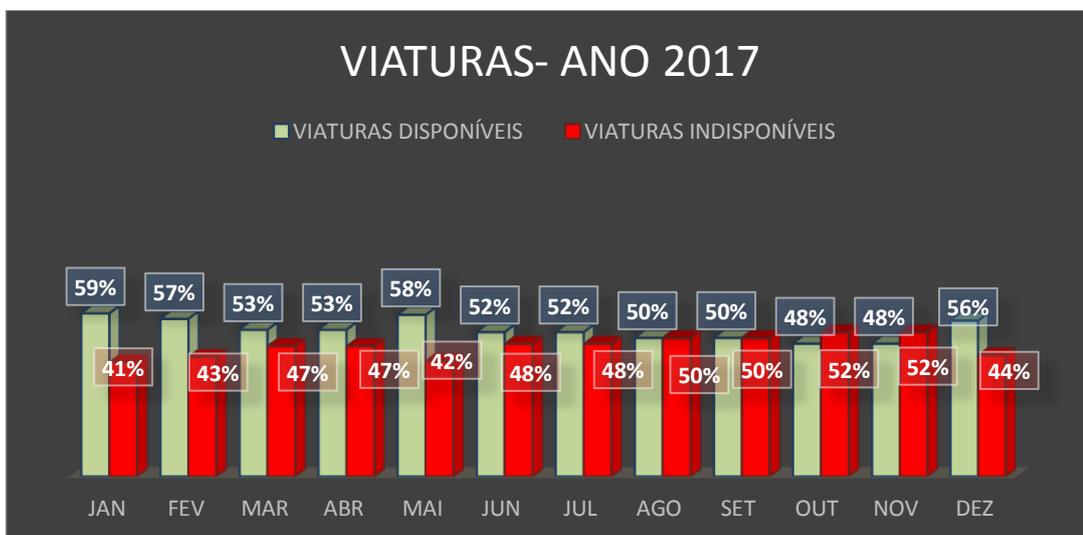
Gráfico 2 - Viaturas - Ano 2016



Fonte: O autor.

Estudando o gráfico 2 baseado nos dados apresentados no “Anexo C”, tivemos um total de 42,6%, referente ao índice de indisponibilidade de fevereiro à dezembro no ano de 2016. Este valor é considerado elevado pela quantidade de missões que necessitam dessas viaturas, sendo que a maioria eram viaturas que possuíam no máximo 6 anos de uso. Outro fator que podemos ressaltar é o mau uso do equipamento através dos motoristas e pelo alto nível de exigência do equipamento em alguns empregos, podendo comprometer seu bom funcionamento.

Gráfico 3 - Viaturas – Ano 2017



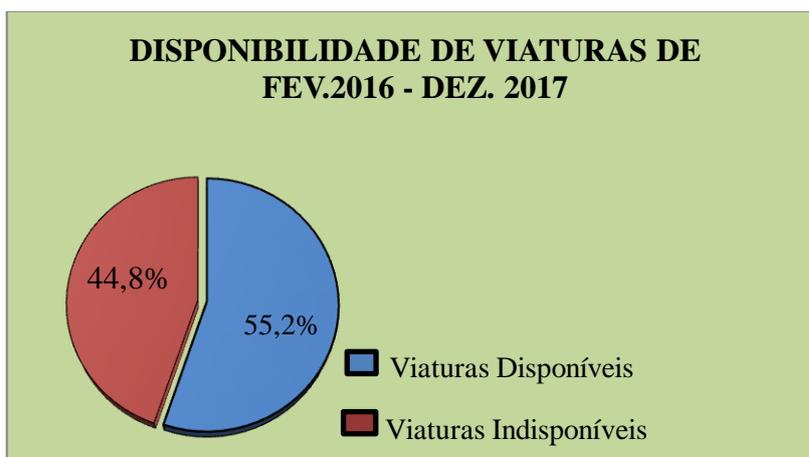
Fonte: O autor.

Através do gráfico 3 notamos um aumento de indisponibilidade de viaturas referente a 2017, chegando próximo de 47%, de janeiro à dezembro deste ano. Mesmo com a saída de 4 viaturas em maio, que estavam em processo de descarga o índice de indisponibilidade aumentou em comparação a 2016, lembrando que nesse gráfico foi incluído o mês de Janeiro.

Os problemas que geralmente ocasionam na indisponibilidade das viaturas são:

- a) Componentes de suspensão como Buchas da barra longitudinal, Panhard;
- b) Sistema de freio;
- c) Sistema eletrônico;
- d) Vazamento de óleo do motor;
- e) Ruídos e vibrações;
- f) Não realização da manutenção periódica prevista;
- g) Imprudência do motorista ocasionando acidentes;
- h) Alta exigência por parte da viatura em missões.

Gráfico 4 - Disponibilidade de Viaturas de Fev. 2016 – Dez. 2017



Fonte: O autor.

Analisando o gráfico 4 podemos perceber que a disponibilidade de viaturas nos últimos dois anos na garagem de viaturas leves na ESA foi pouco acima da média. Este não é um bom resultado considerando o nível de indisponibilidade das viaturas, prejudicando o cumprimento de missões e o longo tempo em que as viaturas permanecem baixadas.

3 A PROPOSTA DE MELHORIA

O Trabalho e o estágio na garagem possibilitaram a realização de um planejamento, tendo por objetivo a criação de uma proposta que auxiliasse a equipe de manutenção no tocante à realização da manutenção nas viaturas. Para obter êxito na estruturação do modelo de manutenção foi essencial o convívio com os militares da garagem de viaturas leves, acompanhando as atividades e notando onde se poderia melhorar. A partir de Abril de 2018 foi iniciado o processo de confecção de uma melhoria no plano de manutenção cumprindo as seguintes etapas:

- a) Levantamento das informações referente ao tipo de processo de manutenção utilizado: Embasado na utilização do manual de instruções da viatura e registrando nos livros de registro de viaturas, padronizadas do exército;
- b) Centralização de todos os dados coletados: Por fim concluindo a montagem da proposta do plano de manutenção.

A confecção de um Mapa de manutenção preventiva com todas as viaturas relacionadas e com as devidas manutenções a serem realizadas acompanhando a quantidade de quilometragem através dos dados lançados nos livros de registro de viatura, aumenta o controle sob as suas manutenções periódicas.

Para a criação desta planilha foi estabelecida através do Manual de instruções das viaturas o Extrato de revisões, com as devidas verificações e serviços a serem realizados, alterando a sua manutenção conforme a quilometragem percorrida, seguindo recomendações da montadora Agrale, além do acompanhamento dos tipo de fluidos de trabalho para diversos componentes, como apresentado no “Anexo A”.

Consultando o Extrato de revisões embasado no Manual de instrução de viatura, torna-se possível o preenchimento do Mapa de manutenção preventiva acompanhando todos os itens necessários conforme manual, reduzindo o tempo de parada para a realização do plano de manutenção. Este Mapa de manutenção preventiva pode ser verificado através do “Anexo B”.

O lançamento de dados no Mapa de manutenção preventiva ocorre da seguinte maneira:

- a) Registro do odômetro da viatura lançado no livro de registro de viatura;
- b) Verificação no Extrato de revisões dos reparos e reapertos a se fazer na viatura considerando o odômetro atingido, aplicando as revisões relacionadas aos valores múltiplos do odômetro registrado;

- c) Lançamento de dados no Mapa de manutenção preventiva;
- d) Confecção de um checklist com as verificações e reapertos a se realizar.

Se uma viatura atingir, por exemplo, 30000 km, consultando o extrato de revisões (Anexo A), é determinando que se faça as revisões A, B, C e E. Se a viatura registrar 45000 km serão realizados as revisões A, C e F, assim consecutivamente como mostrado no quadro 7:

Quadro 7 - Exemplo de uso do mapa de manutenção preventiva consultando o Anexo A

NR	VIATURA	NOME	5.000	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000
1	MARRUÁ ¾	PAJÉ	A	AB	A					
2	MARRUÁ ¾	RESGATE	A	AB	A	ABC				
3	MARRUÁ ¾	MAGO	A	AB	A	ABC	A	ABCE	A	ABDF
4	MARRUÁ ¾	SOCORRO	A	AB	A					

Fonte: O autor.

Além deste controle, buscando aprimorar ainda mais a proposta de manutenção, foi contatado a sessão de Tecnologia da Informação da escola, para que projetasse um programa com base nas informações do Mapa de disponibilidade, onde através do lançamento da quilometragem da viatura gerasse um checklist com todas as verificações, reapertos e serviços a serem realizados nas viaturas leves da garagem. Na figura 11 é apresentado a interface do software criado pela DTI da escola:

Figura 11 - Interface do Software de manutenção



Fonte: O autor.

Um das vantagens do software é a apresentação atualizada da quantidade de viatura no sistema operacional do aquartelamento, mantendo de forma ágil o controle sob a disponibilidade de viaturas leves como na figura 11.

Ainda na figura 11, verificamos o campo “viaturas” onde há uma listagem de todas as viaturas de responsabilidade da garagem, escolhendo uma destas viaturas abre outra janela de dados, devendo ser preenchido o campo “odômetro da viatura” no campo destacado na figura 12:

Figura 12 - Interface do software de manutenção

Manutenção preventiva de viaturas

DASHBOARD VIATURAS SERVIÇOS

GERENCIAMENTO DE VIATURAS

Viaturas

Tipo: MARRUÁ %

Nome da Viatura: CURIMEA

EB da viatura: 3412184573

Ano de Fabricação: 2016

Odometro da Viatura: 25557

Status: Indisponível

Observações:

Revisões

5.000 Km Rev (A)	10.000 Km Rev (AB)	15.000 Km Rev (AC)	20.000 Km Rev (ABD)	25.000 Km Rev (A)	30.000 Km Rev (ABCE)
Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Indiferente
35.000 Km Rev (A)	40.000 Km Rev (ABDF)	45.000 Km Rev (ACG)	50.000 Km Rev (AB)	55.000 Km Rev (A)	60.000 Km Rev (ABCDEH)
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
65.000 Km Rev (A)	70.000 Km Rev (AB)	75.000 Km Rev (ACI)	80.000 Km Rev (ABDF)	85.000 Km Rev (A)	90.000 Km Rev (ABCEG)
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
95.000 Km Rev (A)	100.000 Km Rev (ABD)	105.000 Km Rev (AC)	110.000 Km Rev (A)	115.000 Km Rev (AI)	120.000 Km Rev (ABCJ)
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
125.000 Km Rev (ABDI)	130.000 Km Rev (CDG)	135.000 Km Rev (ABCEG)	140.000 Km Rev (AB)	145.000 Km Rev (AC)	150.000 Km Rev (ADE)
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
155.000 Km Rev (A)	160.000 Km Rev (ABDF)	165.000 Km Rev (A)	170.000 Km Rev (ABD)	175.000 Km Rev (DI)	180.000 Km Rev (ABDG)
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente

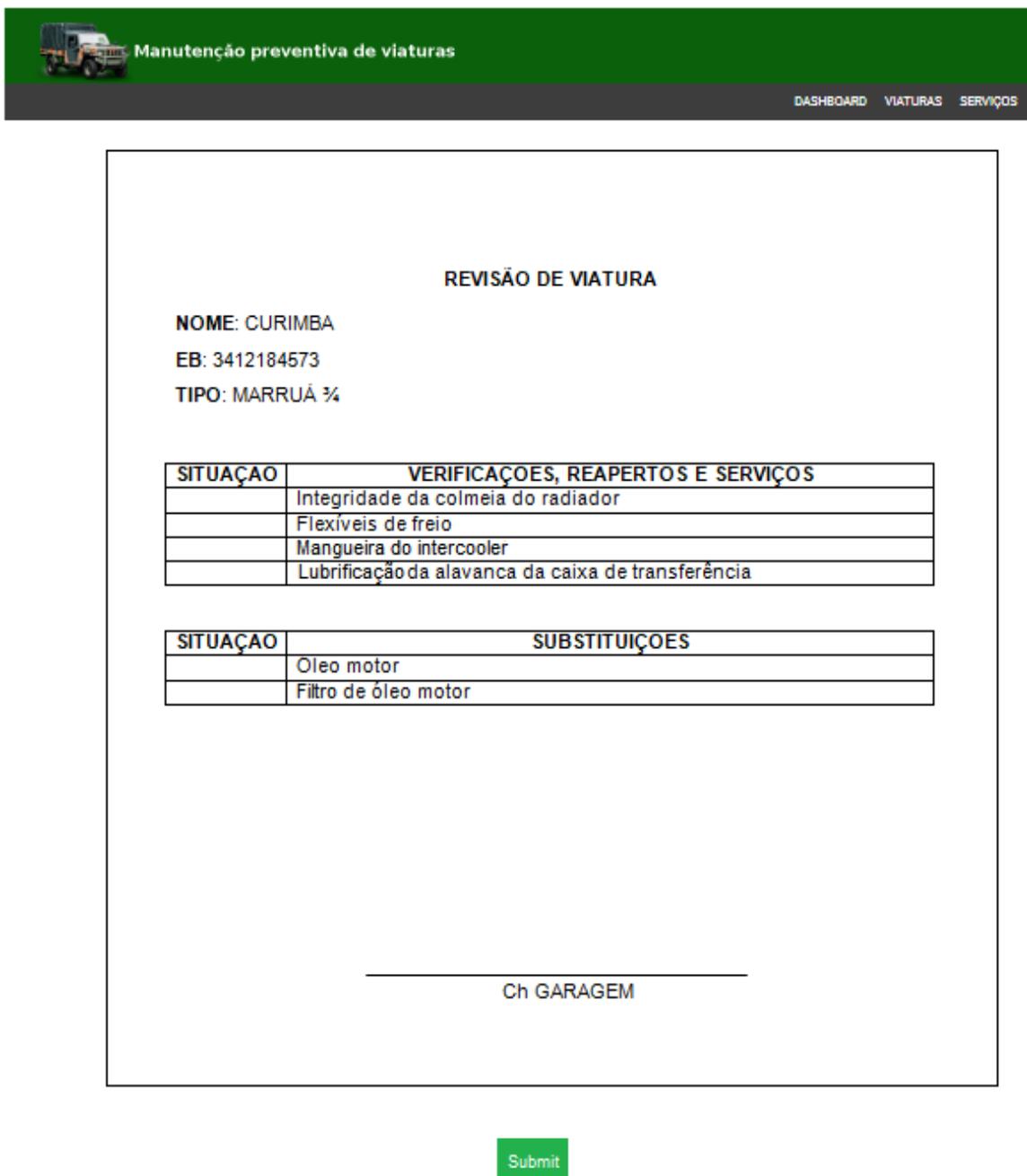
Submit

Fonte: O autor.

Com o lançamento do odômetro no campo devido e incluída uma série de informações no campo “observações” através do campo “Submit” é gerado uma planilha com todas as

verificações a serem realizadas na viatura para que ela fique disponível como mostrado na figura 13:

Figura 13 - Checklist de Revisão de viatura



The image shows a web interface for vehicle maintenance. At the top, there is a green header with a truck icon and the text 'Manutenção preventiva de viaturas'. Below this is a dark grey navigation bar with the words 'DASHBOARD', 'VIATURAS', and 'SERVIÇOS'. The main content area is a white box with a black border, titled 'REVISÃO DE VIATURA'. Inside this box, the following information is displayed:

NOME: CURIMBA
EB: 3412184573
TIPO: MARRUÁ ¾

There are two tables for recording the status of various checks and replacements:

SITUAÇÃO	VERIFICAÇÕES, REAPERTOS E SERVIÇOS
	Integridade da colmeia do radiador
	Flexíveis de freio
	Mangueira do intercooler
	Lubrificação da alavanca da caixa de transferência

SITUAÇÃO	SUBSTITUIÇÕES
	Oleo motor
	Filtro de óleo motor

At the bottom of the white box, there is a horizontal line followed by the text 'Ch GARAGEM'. Below the white box, there is a green button labeled 'Submit'.

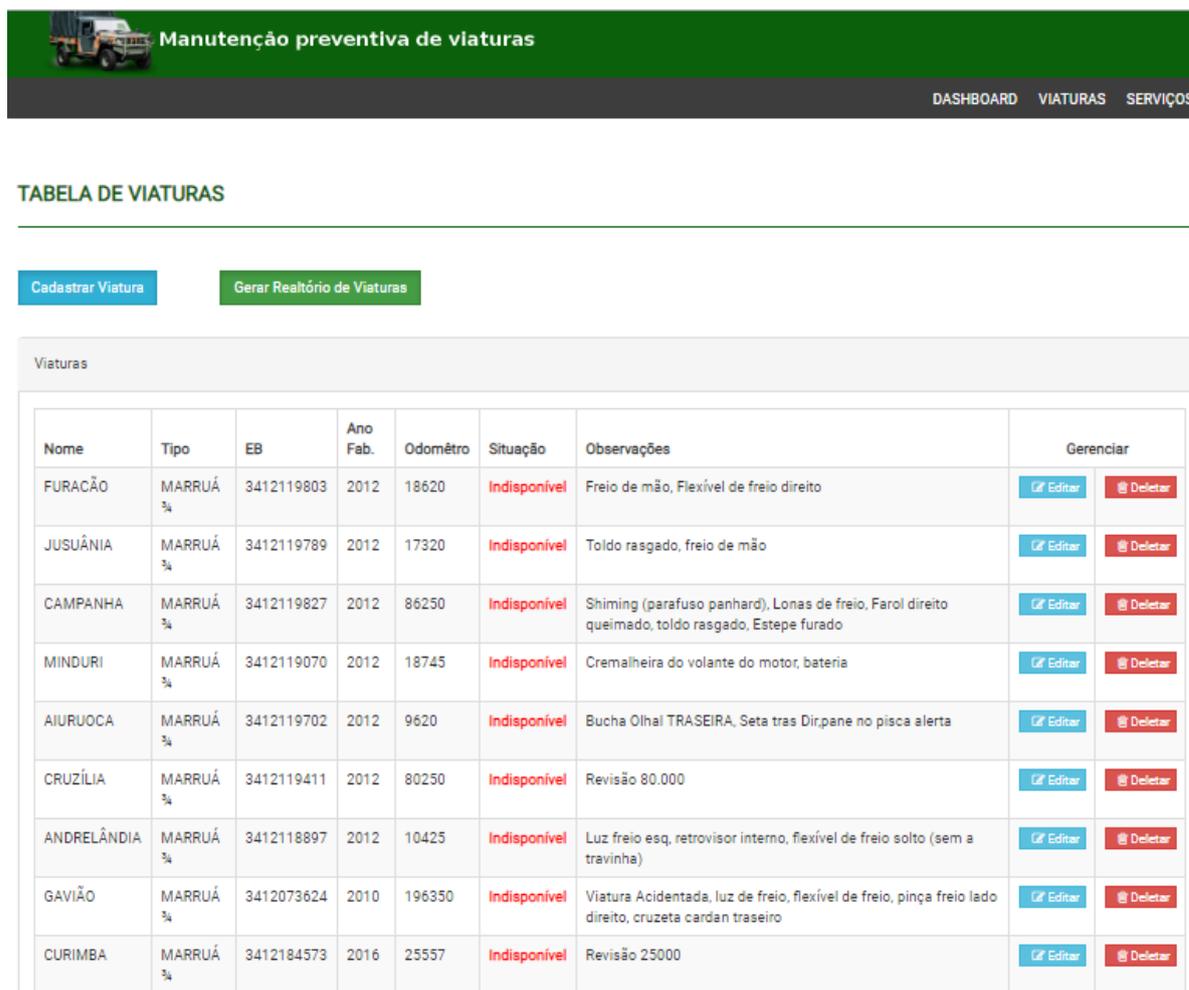
Fonte: O autor.

Por exemplo, a viatura “Curimba” está com 25.557 demarcado em seu odômetro, deve ser feita uma revisão baseando no extrato de revisões, que define ser do “tipo A”, como verificado na figura 13, tendo dispostos os devidos serviços e substituições a serem realizadas.

Clicando no campo “Submit” a planilha é impressa e pronta para ser usada na revisão da viatura. Após a realização da manutenção, essa planilha deve ser arquivada afim de manter o controle da manutenção realizada na viatura, juntamente com o livro de registro da viatura.

Além de todo este procedimento é possível ter o controle total do sistema por meio da tabela de viaturas que mostra de forma detalhada viaturas baixadas com os devidos motivos:

Figura 14 - Tabela de viaturas indisponíveis



Manutenção preventiva de viaturas

DASHBOARD VIATURAS SERVIÇOS

TABELA DE VIATURAS

Cadastrar Viatura Gerar Relatório de Viaturas

Viaturas

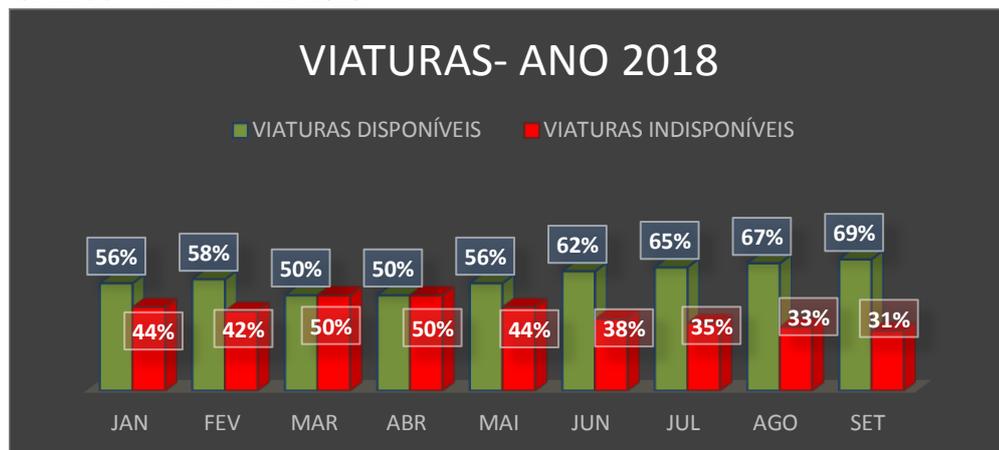
Nome	Tipo	EB	Ano Fab.	Odomêtro	Situação	Observações	Gerenciar
FURACÃO	MARRUÁ ¾	3412119803	2012	18620	Indisponível	Freio de mão, Flexível de freio direito	Editar Deletar
JUSUÂNIA	MARRUÁ ¾	3412119789	2012	17320	Indisponível	Toldo rasgado, freio de mão	Editar Deletar
CAMPANHA	MARRUÁ ¾	3412119827	2012	86250	Indisponível	Shiming (parafuso panhard), Lonas de freio, Farol direito queimado, toldo rasgado, Estepe furado	Editar Deletar
MINDURI	MARRUÁ ¾	3412119070	2012	18745	Indisponível	Cremalheira do volante do motor, bateria	Editar Deletar
AIURUOCA	MARRUÁ ¾	3412119702	2012	9620	Indisponível	Bucha Olhal TRASEIRA, Seta tras Dir,pane no pisca alerta	Editar Deletar
CRUZÍLIA	MARRUÁ ¾	3412119411	2012	80250	Indisponível	Revisão 80.000	Editar Deletar
ANDRELÂNDIA	MARRUÁ ¾	3412118897	2012	10425	Indisponível	Luz freio esq, retrovisor interno, flexível de freio solto (sem a travinha)	Editar Deletar
GAVIÃO	MARRUÁ ¾	3412073624	2010	196350	Indisponível	Viatura Acidentada, luz de freio, flexível de freio, pinça freio lado direito, cruzeta cardan traseiro	Editar Deletar
CURIMBA	MARRUÁ ¾	3412184573	2016	25557	Indisponível	Revisão 25000	Editar Deletar

Fonte: O autor.

4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Com a aplicação do Mapa de manutenção preventiva a partir do mês de maio de 2018, da utilização do software de manutenção preventiva criado pelo Departamento de tecnologia da informação da ESA (DTI), aplicado a partir de agosto deste ano e através do acompanhamento diário de realização das manutenções foi obtido os seguintes dados:

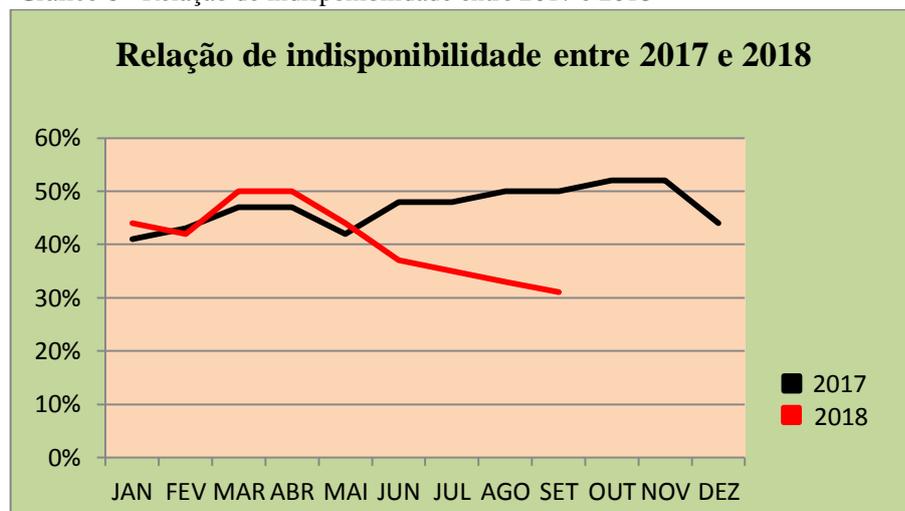
Gráfico 5 - Viaturas – Ano 2018



Fonte: O autor.

A partir dos dados apresentados no gráfico 5 é possível notar que houve uma melhoria significativa, a partir do mês de junho até setembro deste ano no índice de disponibilidade de viaturas, obtendo novos valores dos quais ainda não se tinha conquistado.

Gráfico 6 - Relação de indisponibilidade entre 2017 e 2018



Fonte: O autor.

Através da análise do gráfico 6 percebe-se uma queda sensível no índice de indisponibilidade de viaturas no ano de 2018 em consequência da aplicação e do estreito acompanhamento da realização da manutenção nas viaturas leves.

5 CONCLUSÃO

A Proposta de melhoria na eficiência do plano de manutenção de viaturas obteve resultados positivos, como apresentado no item 4. A redução da indisponibilidade de viaturas foi notável por meio da aplicação de um Mapa de manutenção preventiva e por meio da utilização de software adaptado.

Houve redução dos tempos de paradas das viaturas indisponíveis e redução da necessidade de intervenção de manutenção corretiva não planejada, os gastos desnecessários foram reduzidos bem como a exigência da quantidade de tempo dos mecânicos, tudo isto através da confecção e do sensível controle do Mapa de manutenção preventiva e da aplicação do aperfeiçoamento através dos checklist do software criado pela DTI da ESA, confirmando ser um método de manutenção eficaz, cumprindo o objetivo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN, 2018. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2018;

AGRALE. **Linha Agrale de Marruá.** Jan 2018. Disponível em: <<http://www.agrale.com.br/pt/utilitarios>>. Acesso em: 03 mar. 2018;

ALMEIDA, R. **Manutenção baseada em riscos**, 2017. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/rbm-manuten%C3%A7%C3%A3o-baseada-em-riscos-rafael-almeida>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

CARREIRA, F. SILVA, L. CANEIRA, T. **Manutenção, evolução e sua importância.** Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Portugal. 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/44259612/Historia-e-Importancia-da-Manutencao>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

COSTA, C. **Manutenção industrial.** 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAE7VcAJ/manutencao-industrial#comments>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção:** uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018;

CYRINO, L. **Manutenção baseada em riscos.** Manutenção em Foco, 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/rbm-manutencao-baseada-em-riscos/>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

CYRINO, L. **Manutenção Detectiva.** Manutenção em Foco, 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/manutencao-detectiva/>>. Acesso em: 30 ago. 2018;

DUTRA, T. **Indicadores de manutenção de classe mundial.** Engenharia de Manutenção no Brasil. 2013. Disponível em: <<https://brasilengenhariademantencao.blogspot.com>>. Acesso em: 01 set. 2018;

EMANUEL, C. **Tipos de manutenção.** 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAbSEAG/tipos-manutencao>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

FREITAS, Laís. F. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de juiz de fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva.** 96f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/mecanica/files/2016/07/TCC-La%C3%ADs-Fulg%C3%AAncio-Freitas.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

FIGUEIREDO, Danielle. L. de. **Indicadores De Performance: Um enfoque na gestão da manutenção.** 8f. Simpósio de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2017. Disponível em:

<https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/DANIELLE_LIMA_DE_FIGUEIREDO.pdf>.

Acesso em : 20 ago. 2018;

GOUVEIA, M. **4 Tipos de manutenção para manter a competitividade na sua empresa.**

Produza, 2015. Disponível em:< <http://produza.ind.br/tecnologia/manutencao/>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

MOURA, C. **Gestão da manutenção.** 2009. Disponível em:

<<https://www.passeidireto.com/arquivo/18643543/gestao-da-manutencao>>. Acesso em: 20 ago. 2018;

NETTO, W. A. C. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (tpm) nas indústrias.** 63f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de

Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <

<http://www.ufjf.br/ep/files/2010/05/Wady-UFJF-Engenharia-Monografia.pdf>>. Acesso em:

20 ago. 2018;

RAMOS, P. G. D. **Organização e gestão da manutenção industrial.** Universidade da Beira interior. Portugal, 2012. Disponível em:

<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2439/1/Tese_PedroRamos_M3905.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018;

SOARES, E. C. M. **Evolução da manutenção.** 2017. Disponível em:

<<https://pt.linkedin.com/pulse/evolu%C3%A7%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-elmo-c%C3%A9sar-marinques-soares>>. Acesso em: 18 jun. 2018;

SOUSA, S., LIMA, C. R. C. **Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica.** XXIII Encontro Nac. de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003. Disponível

em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0109_1353.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018;

SOUZA, Rafael Doro. **Análise da Gestão da Manutenção: estudo de caso MRS Logística.**

Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora, 2008. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Rafael.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018;

VIEIRA, Rullyan. M. **Manutenção Industrial.** 2014, PDF.

ANEXO A

EXTRATO DE REVISÃO DA VIATURA MARRUÁ

REV	Odômetro	Verificações, Reaperto e Serviços	Substituições
A	A cada 5.000	Integridade da colmeia do radiador, Flexíveis de freio, mangueira do intercooler, lubrificação da alavanca da caixa de transferência	Óleo motor, filtro de óleo motor
B	A cada 10.000	Correia do Alternador, Lubrificação dos Cardãs, Lubrificação do Chassi e componentes da Viatura, vazamentos no sistema de freio, óleo de direção, parafusos do motor de partida, terminais da bateria, lubrificar dobradiças da porta traseira e trilhos do banco	Filtro de combustível
C	A cada 15.000	Conexões Elétricas, Elementos de Fixação, óleo dos diferenciais, folga do pedal de freio, pastilhas e lonas de freio, buchas da suspensão, parafusos das barras panhard e longitudinais, parafusos do sistema de direção, ajuste batente de direção, verificar alinhamento de rodas, reaperto de roda livre	Elemento filtro de ar (primário e secundário)
D	A cada 20.000	Hidrovácuo, cubo do ventilador, Reaperto parafusos caixa de câmbio, reaperto de rodas, Lubrificação e reaperto barra de direção, examinar braço pitman, Folga nos rolamentos de rodas e pino mestre, lubrificação componentes do motor do limpador de para-brisas	Fluído de freio, Fluído de Embreagem
E	A cada 30.000	Ventilador do Motor, Coxins do motor, reaperto parafusos da tampa dos diferenciais, Amortecedores, lubrificar pinos mestre, drenar tanque de combustível, reaperto dos parafusos da carroceria, reaperto parafusos da caixa de transferência	Óleo dos diferenciais
F	A Cada 40.000	Rolamento Tensor de Correia, reaperto das tubulações e conexões do sistema de alimentação	Óleo da caixa de transferência
G	A cada 45.000	Folga das Válvulas, Amortecedores, Bomba Injetora, Bicos Injetores	Correia do Alternador, Graxa rolamento das rodas dianteiras
H	A cada 60.000	Folga da Turbina	
I	A cada 75.000		Troca Fluído de Arrefecimento
J	A cada 120.000		Óleo da caixa de câmbio

CARTA DE LUBRIFICANTES

Componente	Capacidade (litros)	Recomendação
Caixa de Câmbio	3,5	API GL3/ 4 SAE 80W90
Caixa de Transferência	0,6	API GL5/ 4 SAE 85W140
Diferencial Traseiro	1,6	API GL5/ 4 SAE 85W140
Diferencial Dianteiro	1,6	API GL5/ 4 SAE 85W140
Aditivo para o diferencial Dianteiro	0,1	STURACO 7098
Aditivo para o diferencial Traseiro	0,1	STURACO 7098
Motor	9	API CI-4 SAE 15W40
Direção Hidráulica	2	Texamatic 7045E
Sistema de freio	1	DOT 4
Sistema de Embreagem	0,28	DOT 4

ANEXO C

INDISPONIBILIDADE DE VIATURAS

Ano 2016		
Meses	Quantidade Viatura	Indisponibilidade
FEV	51	22
MAR	51	24
ABR	51	23
MAI	51	22
JUN	51	21
JUL	51	20
AGO	51	23
SET	51	20
OUT	51	22
NOV	51	21
DEZ	51	21

Ano 2017		
Meses	Quantidade Viatura	Indisponibilidade
JAN	51	21
FEV	51	22
MAR	51	24
ABR	51	24
MAI	48	20
JUN	48	23
JUL	48	23
AGO	48	24
SET	48	24
OUT	48	25
NOV	48	25
DEZ	48	21

Ano 2018		
Meses	Quantidade Viatura	Indisponibilidade
JAN	48	21
FEV	48	20
MAR	48	24
ABR	48	24
MAI	48	21
JUN	48	18
JUL	48	17
AGO	48	16
SET	48	15