

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO**

LUCIANO SALDANHA DA SILVA

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC):
APLICAÇÃO EM UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO
SUBSISTEMA DE AR CONDICIONADO DE UMA PÁ
CARREGADEIRA.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2018**

LUCIANO SALDANHA DA SILVA

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC):
APLICAÇÃO EM UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO
SUBSISTEMA DE AR CONDICIONADO DE UMA PÁ
CARREGADEIRA.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gerência de Manutenção, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

CURITIBA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC):
APLICAÇÃO EM UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO SUBSISTEMA
DE AR CONDICIONADO DE UMA PÁ CARREGADEIRA.**

por

LUCIANO SALDANHA DA SILVA

Esta monografia foi apresentada em 13 de novembro 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gerência de Manutenção, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O Luciano Saldanha da Silva foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof Dr. Marcelo Rodrigues
Professor Orientador - UTFPR

Prof. Esp. Carlos Henrique Karam Salata
Membro Titular da Banca - UTFPR

Prof. M. Eng Ubirajara Zoccoli
Membro Titular da Banca - UTFPR

Dedico este trabalho à minha mãe Rita Saldanha e a meu pai Hélio Vargas, pelos exemplos de resiliência e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter permitido incluir essa especialização em minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Rodrigues, pelas contribuições teóricas para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos professores e colegas do Curso de Especialização em Gerência de Manutenção do CEGEM, pelo compartilhamento do conhecimento e novas amizades.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Investir em máquinas custa muito dinheiro. Mantê-las trabalhando em perfeitas condições, também. Paradas, então, tornam-se uma fonte interminável de desperdícios e perdas. É por isso que as empresas, acertadamente, resolveram estruturar a função manutenção, para manter a confiabilidade dos equipamentos a custos adequados. (PACCOLA, 2017)

RESUMO

SILVA, Luciano Saldanha. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): Aplicação em um Plano de Manutenção Preventiva no subsistema de uma Pá Carregadeira**. 2018. 98 folhas. Monografia (Especialização em Gerência da Manutenção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Confiabilidade e disponibilidade operacional em seus equipamentos é a busca das empresas que querem se manter competitivas num mercado que se apresenta cada vez mais disputado e com clientes mais exigentes nos quesitos qualidade e produtividade. Neste trabalho são propostas tarefas para compor um plano de manutenção preventiva num sistema de ar condicionado de uma pá carregadeira aplicando a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) e a Análise dos Modos de Falha e Criticidade (FMECA). Com o uso destas metodologias da Engenharia da Confiabilidade, busca-se aumentar o rendimento desse sistema e reduzir custos com manutenção. Neste caso o ar condicionado é considerado item de segurança, sendo de uso obrigatório para as operações com a Pá Carregadeira. Para se atender o objetivo geral foram revisitados alguns conceitos de manutenção, metodologia de análise de falhas com foco na MCC. Foi apresentado o funcionamento básico de um sistema de ar condicionado veicular por meio da descrição de seus principais conjuntos. Por fim, foi descrito o modelo de implantação da MCC em oito etapas e posteriormente aplicado.

Palavras-chave: MCC. Confiabilidade. FMECA. Ar condicionado automotivo. Plano de manutenção.

ABSTRACT

SILVA, Luciano Saldanha. **Reliability Centered Maintenance (RCM): Application in a Preventive Maintenance Plan in the subsystem of a wheel loader.** 2018. 98 sheets. Monograph (Specialization in Maintenance Management) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Reliability and operational availability in its equipment is the target of companies that want to remain competitive in a market that is increasingly more contested and with more demanding customers in terms of quality and productivity. In this work, tasks are proposed to compose a preventive maintenance plan in an air conditioning system of a wheel loader applying the Reliability Centered Maintenance (RCM) and the Analysis of Failure and Criticality Modes (FMECA). With the use of these Reliability Engineering methodologies, it is sought to increase the performance of this system and reduce maintenance costs. In this case the air conditioning is considered a security item, being of compulsory use for the operations with the Loader. In order to meet the general objective, some concepts of maintenance, methodology of fault analysis focused on RCM were revisited. The basic functioning of a vehicular air conditioning system was presented through the description of its main assemblies. Finally, the RCM implantation model was described in eight steps and later applied.

Palavras-chave: MCC. Reliability. FMECA. Vehicular air conditioning system. Maintenance plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Custos com manutenção de ar condicionado	14
Figura 1. 2 – Tipos de pesquisa científica	15
Figura 2. 1 - Operação em céu aberto, movimentação de matéria-prima	20
Figura 2. 2 - Operação em céu aberto (agrícola), plástica de solo	20
Figura 2. 3 - Operação em céu aberto (florestal) de corte e movimentação de toras de madeira	21
Figura 3. 1 - Evolução da manutenção.....	24
Figura 3. 2 – Tipos de FMECA	26
Figura 3. 3 - Modelo do formulário de FMECA.....	27
Figura 3. 4 - Desempenho x Ciclo de Vida	28
Figura 3. 5 – Classificação da Severidade	30
Figura 3. 6 – Critérios para a classificação de Ocorrência	31
Figura 3. 7 – Critérios para a classificação de Detecção	32
Figura 3. 8 – Critérios para a classificação da Funções Significantes.....	34
Figura 3. 9 – Fluxograma para classificação dos modos de falha das Funções	35
Figura 3. 10 – Seleção para as tarefas de manutenção	36
Figura 3. 11 - Esquema simplificado de um sistema de ar condicionado automotivo.....	38
Figura 3. 12 - Conjuntos do subsistema de ar condicionado automotivo (utilizando válvula de expansão)	40
Figura 3. 13 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: compressor.....	41
Figura 3. 14 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: condensador.....	41
Figura 3. 15 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: válvula de expansão	42
Figura 3. 16 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: evaporador	42
Figura 3. 17 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: mangueiras e tubos	44
Figura 3. 18 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: filtro secador	44
Figura 4. 1 – Gráfico de Adequação.....	47
Quadro 4.1 - Classificação de critérios	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	13
1.3	JUSTIFICATIVA	14
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	EQUIPAMENTOS MÓVEIS E AMBIENTES DE OPERAÇÃO	19
2.1	AMBIENTES OPERACIONAIS	19
2.2	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	21
3	A FUNÇÃO MANUTENÇÃO	23
3.1	EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO	23
3.2	FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE FALHAS	25
3.3	MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC)	32
3.4	AR CONDICIONADO E SEUS CONJUNTOS	38
3.4.1	Funcionamento do ar condicionado automotivo	39
3.4.2	Principais conjuntos de um ar condicionado automotivo	39
3.5	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	45
4	DESENVOLVIMENTO	46
4.1	AS A APLICAÇÃO DAS OITO ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA MCC	46
4.1.1	ETAPA 0 – ADEQUAÇÃO DA MCC	46
4.1.2	ETAPA 1 – PREPARAÇÃO	47
4.1.3	ETAPA 2 – SELEÇÃO DO SISTEMA E COLETA DE INFORMAÇÕES	48
4.1.4	ETAPA 3 – ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA, SEUS EFEITOS E SUA CRITICIDADE (FMECA)	49
4.1.5	ETAPA 4 – SELEÇÃO DAS FUNÇÕES SIGNIFICANTES E CLASSIFICAÇÃO DE SEUS MODOS DE FALHA	50
4.1.6	ETAPA 5 – SELEÇÃO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO APLICÁVEIS E EFETIVAS	51
4.1.7	ETAPA 6 – DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS INICIAIS E AGRUPAMENTO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO	52
4.1.8	ETAPA 7 – REDAÇÃO DO MANUAL E IMPLEMENTAÇÃO	52
4.1.9	ETAPA 8 – ACOMPANHAMENTO E REALIMENTAÇÃO	52
4.2	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	52
5	CONCLUSÃO	54
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	54
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICE A – CHECKLIST, ORDENS DE SERVIÇOS, PANILHAS DE CUSTOS.RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS, PLANO DE AÇÃO DE ATIVOS	58

APÊNDICE B – ETAPA 0 - ADEQUAÇÃO DA MCC	64
APÊNDICE C – ETAPA 1 - PREPARAÇÃO.....	70
APÊNDICE D- ETAPA 2 - SELEÇÃO DO SISTEMA	73
APÊNDICE E- ETAPA 3 - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA, SEUS EFEITOS E SUA CRITICIDADE (FMECA).....	77
APÊNDICE F – ETAPA 4 - SELEÇÃO DAS FUNÇÕES SIGNIFICANTES E CLASSIFICAÇÃO DE SEUS MODOS FALHA.....	85
APÊNDICE G – ETAPA 5 SELEÇÃO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO.....	88
APLICÁVEL E EFETIVAS -.....	88
APÊNDICE H – ETAPA 6- DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS INICIAIS E AGRUPAMENTO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO.....	92
APÊNDICE I – ETAPA 7 - PLANO DE MANUTENÇÃO ANTES DO MCC.....	96
APÊNDICE J – ETAPA 7 - PLANO DE MANUTENÇÃO POSTERIOR AO MCC..	98

1 INTRODUÇÃO

Com a premissa de se manterem competitivas, e assim obterem maiores faturamentos, os investimentos feitos pelas empresas para aquisição de máquinas e equipamentos para a realização de suas atividades fim são bastante altos. Onde homem e máquina são os responsáveis por garantir esse retorno financeiro.

Segundo Paccola (2017), “Uma máquina, quando está em operação, custa caro. Parada, então, custa mais caro ainda, além de nada produzir”. Para que tenha bom desempenho durante sua vida útil, deve ser bem cuidada, seja pela operação, manutenção, engenharia, ou outras equipes de apoio que a empresa dispõe.

Oferecer Disponibilidade e Confiabilidade a Custos adequados são possivelmente os objetivos mais buscados pela área de manutenção de qualquer empresa. Sendo a preservação das funções dos ativos uma das principais funções da Manutenção, se faz necessária a realização de um bom trabalho, utilizando profissionais capacitados e as melhores técnicas aplicáveis e disponíveis no mercado.

As empresas que deixam de tratar a Manutenção como apenas um “centro de custo” e passou a enxergá-la como um “centro de oportunidades” vem buscando elevar o conhecimento de seus mantenedores sobre os equipamentos e boas práticas aplicadas a manutenção baseada em confiabilidade. Com análises, controles e acompanhamentos quantitativo e qualitativos (PACCOLA 2017).

1.1 Premissas e Problema de Pesquisa

O trabalho de pesquisa em questão, foi realizado em uma empresa familiar de médio porte que atua no segmento de movimentação interna de cargas e locação de equipamentos móvel de grande porte (também conhecidos por máquinas de linha amarela). Em sua frota há mais de 200 equipamentos, como: escavadeira, pá carregadeira, trator, manipulador, retroescavadeira, *harvester* e *forwarder*). Para o estudo utilizaremos a Pá Carregadeira, por ter em maior quantidade.

O departamento de manutenção é descentralizado, com oficinas dentro das dependências onde as operações são realizadas e sua mão de obra é própria.

O mau funcionamento do sistema de ar condicionado gera reclamações constantes do Departamento de Operações por parte dos operadores, em muitos

casos deixa o equipamento indisponível. Prova disso é que na realização *checklist*, entre 26 itens listados, o ar condicionado é o segundo mais apontado por Operadores perdendo apenas para motor. Em inspeção de manutenção realizada, de 14 itens foi o quarto mais citado com 10% do total de registros ficando atrás de motor, direção e transmissão respectivamente.

Atualmente, este subsistema apresenta rendimento de aproximadamente 85%, isso está abaixo do esperado, que é de 95% de disponibilidade. Também há um alto índice de manutenção de manutenção corretiva. Porém não há indicadores específicos para o sistema em questão. O custo realizado com manutenções de ar condicionado em 2017 servirá como referência, assim como a disponibilidade operacional dos equipamentos como um todo.

Há alguns fatores complicadores para este estudo, entre eles é o levantamento do custo do subsistema e seus conjuntos para cada equipamento e o rastreamento no *software* de manutenção do histórico de falhas em ordens de serviços (OS).

Para reduzir custos e aumentar a confiabilidade e disponibilidade, deverão ser propostas ações para que o sistema cumpra sua vida útil esperada, reduza o nível de manutenções corretivas e tenha rotinas de inspeção (PACCOLA 2017).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Criar um plano de manutenção preventivo para o sistema de ar condicionado, baseado na manutenção centrada na confiabilidade (MCC)

1.2.2 Objetivos Específicos

Para se garantir o atingimento do objetivo geral deste trabalho, deverá ser atendido os seguintes objetivos específicos:

- Fazer plano de ação para adequação da MCC;
- Analisar os modos de falha do sistema selecionado através da metodologia da FMECA;

- Definir qual melhor estratégia de manutenção para o sistema selecionado;
- Definir tarefas e intervalos para manutenção preventiva;
- Inserir no plano de manutenção existente às novas tarefas recomendadas pela MCC.

1.3 JUSTIFICATIVA

O subsistema de ar condicionado é item de segurança e obrigatório para a operação das máquinas por trabalhar em ambientes muitas vezes agressivos.

Há tempos este subsistema, vem apresentando muitas falhas, gerando indisponibilidade do equipamento e aumento nos custos de manutenção.

Um levantamento feito com base no ano de 2017 nos mostra que os equipamentos ficaram indisponíveis por aproximadamente 1000 horas e gerando custos na ordem de R\$ 134 mil, com reparos e substituições de compressores, condensadores, modelo diferente de ar condicionado ou outros de seus conjuntos, conforme gráfico 1.1.

Figura 1. 1 - .Custos com manutenção de ar condicionado



Fonte: o autor (2018).

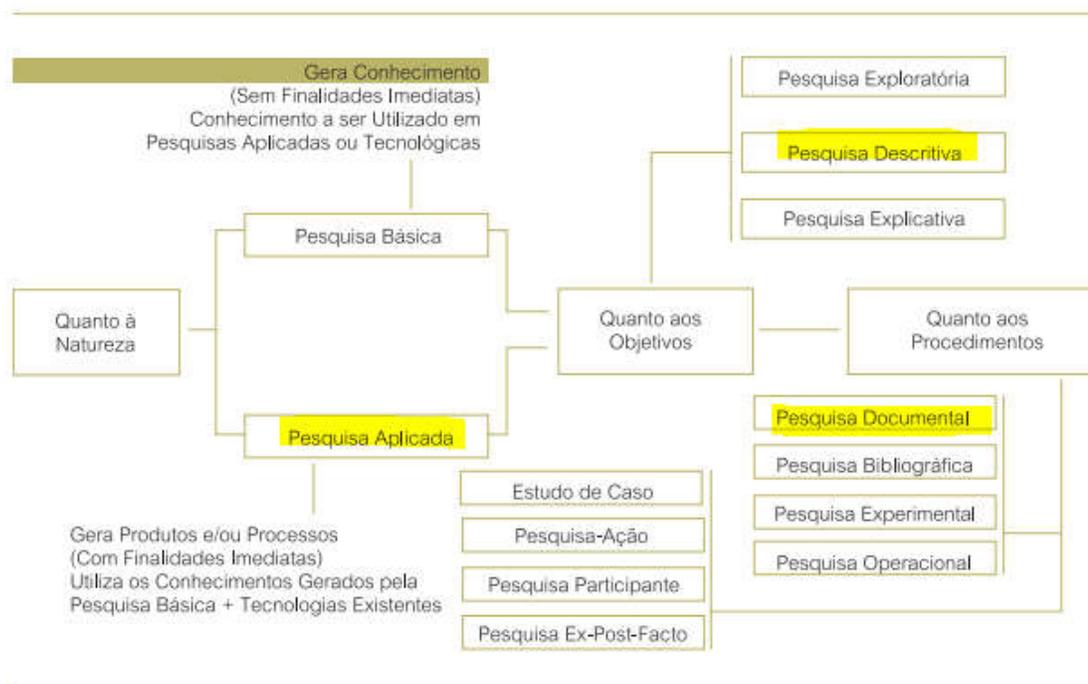
Pelos motivos acima apresentados e informações que podem ser obtidas do gráfico apresentado o subsistema de ar condicionado e seus conjuntos serão estudados nessa oportunidade.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Se entende por método científico a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado (MOTAROTH; HENDGES; 2010).

A figura 1.2 mostra como a pesquisa científica é classificada segundo (PRODANOV e FREITAS 2013).

Figura 1. 2 – Tipos de pesquisa científica



Fonte: Prodanov e Freitas (2013).

Obedecendo a classificação apresentada na figura 1.2, este trabalho acadêmico utilizará a pesquisa científica aplicada (quanto a natureza), quantitativa, descritiva (quanto a objetivos) e documental (quanto aos procedimentos).

A pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigido a solução de problemas específicos, neste caso para aumentar a confiabilidade do subsistema de ar condicionado seus conjuntos instalados em pás carregadeiras.

A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, ou seja, traduzir em números todas as informações para chegar aos resultados. Para o trabalho serão utilizados gráficos e tabelas para justificar alguns casos.

A pesquisa descritiva expõe características de determinada população, não tendo o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação. Do universo de equipamentos móveis do parque de máquinas da empresa será aplicada a 25 pás carregadeiras, que executam as atividades de preparação e movimentação de matéria-prima e fertilizantes nas unidades de Paulínia e Paranaguá.

A pesquisa documental é a realizada através de buscas em documentos de qualquer natureza, que possa ser usada como fonte de informação. Haverá investigação a ordens de serviço, relatórios de custos, *software* de telemetria, *software* de gestão de manutenção.

Para Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa científica deve percorrer a seguinte sequência de fases:

- a) Preparação da pesquisa;
- b) Trabalho de campo (coleta de dados);
- c) Processamento dos dados (sistematização e classificação dos dados);
- d) Análise e interpretação dos dados;
- e) Elaboração do relatório da pesquisa.

A preparação da pesquisa consiste em: seleção, definição e delimitação do tópico ou problema a ser investigado. Conforme apresentados nos itens 1.1, 1.2 e 1.3, deste trabalho.

A coleta de dados é o procedimento técnico, ou seja, a maneira pela qual se obtém os dados necessários para a elaboração da pesquisa. Os dados obtidos através de:

- *Software* de gestão de manutenção, consulta a históricos de ordens de serviço (O.S.), onde serão coletados dados referentes ao número de intervenção, quantidade de horas de indisponibilidade dos equipamentos em função do subsistema de ar condicionado;
- Relatórios de custos, onde será possível obter dados do volume de peças aplicadas e gastos com serviços de manutenção em 2017;
- *Software* de telemetria, onde é executado o *checklist* pelos operadores dos equipamentos a cada troca de turno, registrando o bom ou mau estado dos principais sistemas e subsistemas da máquina;
- Relatório de inspeção de equipamentos realizados pela Engenharia, denominado “Plano de Ação de Ativos”;
- Para a realização da FMECA, ainda serão realizadas rodadas de *brainstorming*.

Na fase de processamento de dados, já em posse dos dados coletados, é necessário que se faça uma análise crítica (consenso entre o grupo para se validar os dados), a fim de identificar questões incorretas, por exemplo se as falhas apontadas nas ordens de serviço são efetivamente do subsistema em estudo, ou se os custos foram contabilizados para o equipamento corretamente, entre outros.

Nessa fase de análise e interpretação dos dados da pesquisa, analítica e descritiva será utilizada a metodologia da FMECA. Para a tabulação e interpretação os dados coletados serão organizados de acordo com a estruturação das etapas 4, 5 e 6 da implantação da MCC dispostos em tabelas e gráficos, servindo para facilitar a compreensão.

A parte final consiste na elaboração do relatório, para a caso em questão um plano de manutenção preventivo mais robusto, elaborado a partir da aplicação do RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo seguinte, serão apresentadas algumas operações as quais equipamentos móveis realizam, e os ambientes menos favoráveis.

No capítulo 3 serão apresentadas as ferramentas para a realização da análise de falhas. Será descrita a metodologia de manutenção centrada em confiabilidade. Neste capítulo também será mostrada uma breve descrição do subsistema de ar condicionado.

No capítulo 4 será desenvolvido o trabalho, através do levantamento do histórico de falhas do sistema em estudo. Estes dados serão tratados e analisados com a ajuda das ferramentas adequadas e um plano de ação será gerado.

No último capítulo será apresentada a conclusão do trabalho e propostas para trabalhos futuros.

2 EQUIPAMENTOS MÓVEIS E AMBIENTES DE OPERAÇÃO

Este capítulo visa apresentar as características dos ambientes operacionais, a diversidade de atividades executadas e como podem afetar a integridade do equipamento.

As operações com equipamentos móveis apresentam algumas peculiaridades inerentes aos tipos de atividades para os quais foram projetadas.

Segundo Paccola (2017), equipamentos móveis sofrem a ação do solo, da topografia e das ações climáticas do local em que estão operando, sendo agravada a situação quando se trata de a operação agrícola ou florestal.

Tendo em vista as oscilações do tempo – chuva, calor, vento, frio – e variações de temperatura, para que haja uma operação com produtividade o conforto do Operador, dentro do habitáculo, torna-se um fator de sucesso, dado o tempo que o mesmo passa dentro da cabine do equipamento.

Em dias de chuva, aparelho de ar condicionado funciona também como desembaçador dos vidros, além de manter uma temperatura interna constante, a gosto do operador (SENAI-SC ,2010).

2.1 AMBIENTES OPERACIONAIS

Paccola (2017) considera, a operação executada a céu aberto mais danosa aos equipamentos do que uma operação em que eles trabalham em locais cobertos. Sendo assim, os operadores são diretamente afetados pois são os responsáveis pela movimentação do equipamento. Para tanto, um habitáculo com umidade e temperatura controlada traz melhores condições para os condutores, e conseqüentemente para uma produtividade.

A seguir, nas figuras 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 são retratadas algumas atividades operacionais e ambientes dos quais são submetidos, Operadores e seus equipamentos móveis, no dia-a-dia.

Figura 2. 1 - Operação em céu aberto, movimentação de matéria-prima



Fonte: portal dos equipamentos (2016).

A figura 2.1 mostra a operação de retirada e movimentação de matéria-prima para preparação de fertilizante com uma Pá Carregadeira.

O manuseio de fertilizantes e alguns produtos químicos aumentam a degradação dos equipamentos, pois alguns materiais causam oxidação em peças metálicas e ressecamento em borrachas, como exemplo pode ser citada as vedações das portas, que prejudica o equilíbrio térmico dentro do habitáculo causando desconforto aos operadores ao longo da jornada de trabalho (MACEDO 2016).

Figura 2. 2 - Operação em céu aberto (agrícola), plástica de solo



Fonte: uagro.com.br (2014).

Na figura 2.2 é mostrada uma operação agrícola de preparação de solo para o próximo cultivo utilizando o equipamento Pá Carregadeira.

Figura 2. 3 - Operação em céu aberto (florestal) de corte e movimentação de toras de madeira



Fonte: portal dos equipamentos (2016).

Na figura 2.3 é mostrada a sequência de operações corte e movimentação de toras de madeira tipo pinus. O corte pode ser realizado por máquinas manuais como motosserras, ou por equipamentos de grande porte como o *harvester*. Na extremidade da lança do *harvester* há acoplado um dispositivo de corte chamado de cabeçote. Na sequência as toras são içadas e retiradas por um *forwarder* de pneus.

As operações agrícolas e florestais apresentam alguns fatores como – “Restos de cultura do ciclo anterior que enroscam nos equipamentos, a existência de buracos não identificados, poeiras, tocos, pedra, tudo isso aumenta ainda mais as dificuldades de operação...”, segundo (PACCOLA 2017).

2.2 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Foram apresentadas diferentes condições as quais estão sujeitas as operações com equipamentos móveis. Bem como os diferentes ambientes podem

afetar a integridade do operador e equipamento. E para que se obtenham bons resultados, em suas atividades essas necessidades devem ser atendidas. Outro ponto relevante está relacionado as ações climáticas e ao ambiente onde as operações são realizadas. Para tanto, o controle de umidade e temperatura dentro do habitáculo é de fundamental importância para uma operação segura e produtiva do operador.

No próximo capítulo serão apresentadas as ferramentas para a realização de análise das falhas, a metodologia de manutenção centrada em confiabilidade e os principais conjuntos, bem como uma descrição sucinta do subsistema de ar condicionado utilizados em equipamentos móveis.

|

3 A FUNÇÃO MANUTENÇÃO

O presente capítulo visa identificar os tipos de manutenção e sua evolução através do tempo, disposta em quatro gerações, que se inicia com Manutenção puramente Corretiva, nos meados dos anos quarenta chegando a nossos dias com a Engenharia de Manutenção. Na sequência será conceituada falha, seus tipos, modos e efeitos de falha. Posteriormente se apresentará a ferramenta para análise de falhas FMECA, que será aplicada em uma das oito etapas para a implementação da manutenção centrada na confiabilidade. Os oito passos serão abordados detalhadamente, ainda neste capítulo. E por fim será apresentado o subsistema de sistema de ar condicionado, seus conjuntos e respectivas funções.

A função Manutenção representa uma atividade essencial dentro de operações mecanizadas, isso independe de sua posição hierárquica dentro da Companhia. Segundo Paccola (2017), as máquinas não são eternas e durante sua vida útil precisam ter acompanhamento minucioso para alcançarem bons resultados, com confiabilidade e disponibilidade.

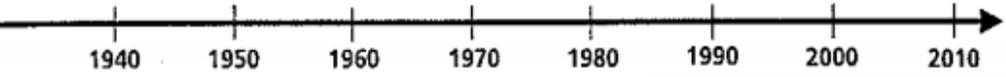
3.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Uma manutenção organizada para obter bons resultados deve deixar de ser apenas eficiente e tornar-se eficaz. Não basta apenas reparar o ativo, mas manter sua função disponível e confiável para a operação o maior tempo possível.

Para Kardec e Nascif (2009), a missão da manutenção é garantir a Disponibilidade da função dos equipamentos de modo a atender um processo com Confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

Para Kardec e Nascif (2009), durante muito tempo esta função foi considerada um mal necessário dentro das Organizações, com foco apenas em ações reativas, e dentro de algumas ainda são somente um centro de despesas. Na figura 3.1 é possível verificar que ações reativas fizeram parte da primeira geração da função manutenção, nos idos dos anos 50.

Figura 3. 1 - Evolução da manutenção

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração				
Ano								
	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Conserto após a falha 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos 				
Visão quanto à falha do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira 	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubrey) Ver Capítulo 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan & Heap e Moubrey) Ver Capítulo 5 				
Mudança nas técnicas de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades voltadas para o reparo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição • Manutenção Preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços 	<ul style="list-style-type: none"> • 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, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida. • Contratação por resultados 				

Fonte: Kardec e Nascif (2009).

Nas Empresas que acompanharam as evoluções das gerações da função manutenção, mostrada na figura 3.1, a área já é vista como um centro de resultados, “alinhadas com as diretrizes a alta direção e com metas derivadas das exigências operacionais além daquelas próprias da área” (PACCOLA, 2017).

3.2 FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE FALHAS

No intuito de se obter melhores resultados, tendo como objetivo a confiabilidade aumentada do subsistema estudado, será utilizada a metodologia da FMECA (*Failure Mode Effects and Criticality Analysis* ou Análise dos Modos de Falha e Criticidade) para se consolidar um plano de manutenção, através de resultados obtidos pela análise de causa raiz, seus modos de falha e seus efeitos gerados.

Outra ferramenta de análise muito usada é a FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*, ou Análise dos Modos e Efeitos das Falha) é uma técnica da Confiabilidade que tem por objetivo, segundo (FOGLIATTO e RIBEIRO 2009):

- (i) Reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo;
- (ii) Identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas, e;
- (iii) Documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimento futuros do processo ou projeto.

A principal diferença entre FMEA e FMECA está no fato que a primeira é uma técnica relacionada ao aspecto qualitativo, sendo muito utilizada na avaliação de projetos, enquanto a segunda há o que se denomina análise crítica. (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

No quadro 3.2, que segue, é apresentado o tipo de FMECA, bem como seu objetivo e foco.

Figura 3. 2 – Tipos de FMECA

TIPO	OBJETO	FOCO
Projeto	Falhas durante a Fase de Projeto	Dimensionamentos, Especificações, etc...
Processo	Falhas do Processo Produtivo.	Qualidade, Produtividade, etc...
Sistema	Falhas dos Sistemas e seus Componentes	Operação e Manutenção (Mão de Obra, Métodos, Materiais, etc...)
Serviço	Desempenho do serviço, antes que sua falha atinja o cliente.	Recursos Humanos, Satisfação do Cliente, etc...

Fonte: Notas de aula - adaptado (2018).

Em se observando o quadro 3.2, a aplicação em que melhor se enquadra este estudo é o FMECA tipo sistema.

Para SIQUEIRA (2005) um estudo de FMECA deve ser identificado pelos seguintes aspectos, para cada função de uma instalação:

- a) Função – objeto com nível desejado de desempenho;
- b) Falha funcional – desvio funcional ou perda da função;
- c) Modo de falha – motivo de ocorrência da falha;
- d) Efeito da Falha – o impacto resultante na função principal;
- e) Criticidade – envolve a relação de severidade, ocorrência e detecção de efeitos de falha.

A FMECA é desenvolvida em uma tabela onde são atribuídas as funções, falhas, modos de falha seus impactos. Na sequência é realizada uma classificação das mesmas, baseada em valores atribuídos a probabilidade de ocorrência, impacto e detecção de cada modo de falha, conforme modelo de formulário, figura 3.3.

Figura 3. 3 - Modelo do formulário de FMECA

Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade (FMECA)

Responsável pela Análise:		Equipe:		Data:	
Auditado por:				Página / De:	
Sistema:				Id_Sistema:	
Subsistema Analisado:				Id_Subsistema:	

Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	Efeito			Severidade (S)	Causas do Modo de Falha	Ocorrência (O)	Controles Atuais	Detecção (D)	NFR (S.O.D)
						Local	Sistema	Planta						

Fonte: Notas de aula de MCC - Rigoni (2018).

Em se tratando de padronização de formulários não há rigidez, podendo ser adaptada de acordo com as necessidades e características do sistema em que se aplicará o estudo.

Para o preenchimento do formulário da FMECA, figura 3.3, segue o descritivo de seus campos, conforme referências de Rigoni (2009) e Siqueira (2005):

a) Função

É o que se deseja que um Ativo /Sistema /Item faça dentro um padrão de especificação. Podendo a função ser primária – que é a razão de existência do sistema, ou uma função secundária – que acrescenta objetivos ao sistema, como exemplo para as categorias: meio ambiente, segurança, controle, aparência, proteção, economia e supérfluos.

Para MOUBRAY (2000), uma descrição de função deve conter um verbo, um objeto e um padrão de desempenho desejado.

b) Falha Funcional

É a incapacidade de um Ativo /Sistema /Item executar uma função específica dentro dos padrões desejados de desempenho.

São as categorias de Falha Funcional:

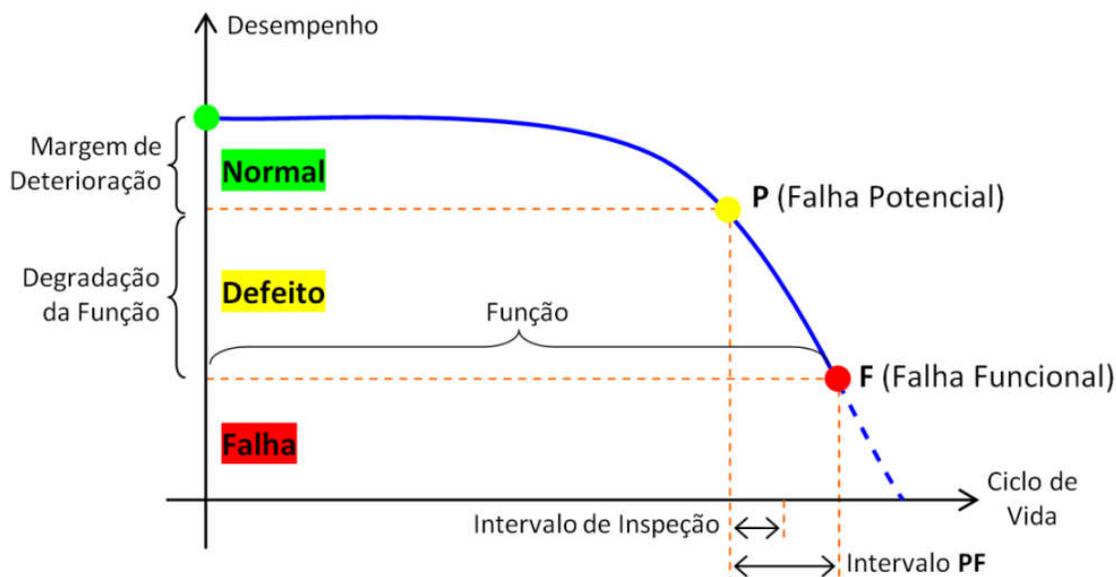
- Evidente: Detectável pelo operador durante sua atividade normal.
- Oculta: Não é detectável pelo operador durante sua atividade normal.
- Múltipla: Combinação = Falha Oculta + segunda falha ou evento que a torne evidente.

Podendo as Falhas ainda serem subdivididas em:

- Falha Potencial: a condição é identificável e mensurável.
- Defeito: Desvio, além das características especificadas para um Ativo /Sistema /Item, o qual é detectável e não causa perda total da função requerida.

A figura 3.4 vai apresentar o tipo de falha e seu efeito em função do tempo, ou ciclo de vida do Ativo /Sistema /Item.

Figura 3. 4 - Desempenho x Ciclo de Vida



Fonte: Notas de aula de MCC - Rigoni (2018).

A figura 3.4 mostra o parâmetro de desempenho em função do ciclo de vida do Ativo /Sistema /Item, ou seja, um desempenho normal com o passar do tempo, se nenhuma ação for tomada virá o defeito e posteriormente a falha.

c) Modo de Falha

Para Rigoni (2009), modo de falha é a maneira com que o Ativo /Sistema /Item deixa de executar sua função ou atua fora das especificações. Ao se descrever um modo de falha deve ser feito com um nível de detalhamento tal qual se possa selecionar uma tarefa de manutenção: contexto operacional, probabilidade, causalidade, consequência, etc.

No momento do preenchimento da planilha de FMECA, a pergunta que deve ser respondida é: O que causou a falha funcional?

d) Efeitos do Modo de Falha

São os resultados para o sistema / subsistemas decorrentes da presença de um modo de falha. Enquanto o modo de falha ocorre internamente, nos conjuntos, componentes e subsistemas, o efeito ocorre como uma degradação do sistema e seus subsistemas, sendo perceptível externamente. Durante o preenchimento da planilha de FMECA a pergunta que se responde para o efeito do modo de falha é “O que acontece (com um Ativo /Sistema /Item) quando um modo de falha se apresenta?” (RIGONI, 2009).

e) Causas do Modo de Falha

Segundo Rigoni (2009), as causas descrevem por que o modo de falha do Ativo /Sistema /Item ocorreu, e gerou a falha funcional.

Para o preenchimento da planilha de FMECA, a pergunta que deve ser respondida é: “Por que o Modo de Falha ocorreu?”.

f) Severidade

A severidade para Rigoni (2009), refere-se à gravidade ou quão severo são os efeitos do modo de falha. Na figura 3.5 é apresentada a classificação da severidade em função do impacto dos efeitos dos modos de falha.

Figura 3. 5 – Classificação da Severidade

Severidade (S) do Efeito do Modo de Falha	Impacto na Função devido à Severidade dos Efeitos do Modo de Falha	Classificação
Perigoso Sem Aviso	Impacto na segurança, saúde ou meio ambiente. A falha ocorrerá sem aviso.	10
Perigoso Com Aviso	Impacto na segurança, saúde ou meio ambiente. A falha ocorrerá com aviso.	9
Muito Alto	Impacto muito alto. A função é perdida e é necessário um longo período de tempo para restauração da normalidade.	8
Alto	Impacto alto. Parte da função é perdida e é necessário um longo período de tempo até a restauração da normalidade.	7
Moderado	Impacto moderado. Parte da função é perdida e é necessário um período de tempo moderado até a restauração da normalidade.	6
Baixo	Impacto baixo. A função é prejudicada necessitando ser verificada.	5
Muito Baixo	Impacto moderado. Parte da função é prejudicada necessitando ser verificada.	4
Pequeno	Impacto reduzido. A falha demora algum tempo para ser reparada, mas não afeta a função.	3
Muito Pequeno	Impacto insignificante. A falha pode ser reparada rapidamente.	2
Nenhum	Não se verificam efeitos na segurança, saúde ou meio ambiente.	1

Fonte: Rigoni (2009).

Pode-se observar na figura 3.4 que quanto menor a pontuação menor será o efeito do modo de falha.

g) Ocorrência

Em Ocorrência é avaliada a probabilidade de a falha funcional ocorrer, referindo-se à frequência com que havendo a cadeia causal tem-se os efeitos indesejados. A figura 3.6 apresenta os critérios para a classificação das Ocorrências, (RIGONI 2009).

Figura 3. 6 – Critérios para a classificação de Ocorrência

Critérios avaliar a Probabilidade de Ocorrência (O) da Causa da Falha			Classificação
Obs.: Utilizar 1 dos 3 Critérios.			
Falhas em função do Tempo em Operação (horas)	Falhas em função do Ciclo Operacional (ciclos)	Confiabilidade baseada no Tempo Requerido pelo Usuário [C(t) %]	
1 em 1	1 em 90	$C(t) < 1\% \rightarrow MTBF \cong 10\%$ do tempo em operação	10
1 em 8	1 em 900	$C(t) = 5\% \rightarrow MTBF \cong 30\%$ do tempo em operação	9
1 em 24	1 em 36.000	$C(t) = 19\% \rightarrow MTBF \cong 60\%$ do tempo em operação	8
1 em 80	1 em 90.000	$C(t) = 37\% \rightarrow MTBF$ igual ao tempo em operação	7
1 em 350	1 em 180.000	$C(t) = 61\% \rightarrow MTBF$ 2 vezes maior do que o tempo em operação	6
1 em 1.000	1 em 270.000	$C(t) = 78\% \rightarrow MTBF$ 4 vezes maior do que o tempo em operação	5
1 em 2.500	1 em 360.000	$C(t) = 85\% \rightarrow MTBF$ 6 vezes maior do que o tempo em operação	4
1 em 5.000	1 em 540.000	$C(t) = 90\% \rightarrow MTBF$ 10 vezes maior do que o tempo em operação	3
1 em 10.000	1 em 900.000	$C(t) = 95\% \rightarrow MTBF$ 20 vezes maior do que o tempo em operação	2
1 em 25.000	1 em mais de 900.000	$C(t) = 98\% \rightarrow MTBF$ 50 vezes maior do que o tempo em operação	1

Fonte: Rigoni (2009).

A figura 3.6 apresentou 3 critérios para se avaliar a probabilidade da ocorrência da causa da falha, devendo-se optar por uma delas. Seja em função do tempo de operação, da quantidade de ciclo operacional ou do MTBF.

h) Controles Atuais

Controles atuais para RIGONI (2009), refere-se as medidas preventivas e de detecção que são utilizadas nos Ativos /Sistemas /Itens para evitar a ocorrência de causas do modo de falha.

i) Detecção

Segundo Rigoni (2009), a detecção se refere a probabilidade de que as características de projeto e/ou medidas que vem sendo utilizadas, de modo a detectar as causas do modo de falha, a tempo de prevenir uma falha funcional. Os critérios para a classificação da Detecção são indicados na figura 3.7.

Figura 3. 7 – Critérios para a classificação de Detecção

Chances de Detecção (D)	Critério para avaliar a Probabilidade de Detecção (D) da Causa da Falha	Classificação
Quase Impossível	Os dispositivos de controle existentes não irão detectar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha. Ou não existe um dispositivo de controle relacionado com esta causa/mecanismo.	10
Muito Remota	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é muito remota.	9
Remota	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é remota.	8
Muito Baixa	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é muito baixa.	7
Baixa	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é baixa.	6
Média	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é moderada.	5
Moderadamente Alta	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é moderadamente alta.	4
Alta	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é alta.	3
Muito Alta	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é muito alta.	2
Quase Certa	A possibilidade que os dispositivos de controle existentes detectem a causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha é quase certa.	1

Fonte: Rigoni (2009).

j) Número de Prioridade de Risco (NPR)

O NPR (número de prioridade de risco) pode ser utilizado para comparar a criticidade de diferentes modos de falha e assim priorizar as ações corretivas para os casos mais críticos. Sendo o produto dos índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D):

$$\text{NPR} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

3.3 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC)

Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) “é uma concepção de manutenção que combina” técnicas e ferramentas que proporcionam a possibilidade de análise do modo de falha e efeito, de forma sistemática, para apoiar decisões de manutenção (DIAS et al., 2013).

De acordo com Rigoni (2009), os objetivos e tarefas previstas para as oito etapas do MCC são:

a) Etapa 0 – Adequação do MCC

Objetivos: analisar a viabilidade de implantar uma gestão da manutenção fundamentada na MCC no sistema desejado, se adequando aos pré-requisitos.

Tarefas: Verificar a possibilidade de adequação das características da empresa, com suas exigências da MCC no sistema, documentar as conclusões desta etapa.

b) Etapa 1 – Preparação

Objetivos: para a implementação da MCC é necessário a formação de uma equipe e traçar o planejamento estratégico.

Tarefas: Determinar os objetivos da implantação da MCC, definindo a abrangência da aplicação do programa; organizar e preparar a equipe para a implantação, treinada para atender as etapas seguintes; ressaltar as necessidades de treinamento e organização, necessárias ao longo do programa de implantação; definir agendas de reuniões do time de implantação; documentar as conclusões desta etapa.

c) Etapa 2 – Seleção do Sistema e Coleta de Informação

Objetivos: identificar e documentar o sistema que será submetido à análise da MCC.

Tarefas: determinar os critérios quantitativos e qualitativos para definir o sistema para a aplicação da MCC; documentar o sistema escolhido e suas fronteiras.

d) Etapa 3 – Análise dos Modo de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade (FMECA)

Objetivos: relacionar e documentar as funções do sistema escolhido na Etapa 2, seus modos de falha, as consequências destes modos de falha, e as causas do modo de falha, e por fim analisar sua criticidade.

Tarefas: elaborar e documentar o processo de FMECA; verificar junto a empresa e a equipe de implantação, a criticidade do modo de falha que envolve os seguintes parâmetros: severidade dos efeitos, frequência de

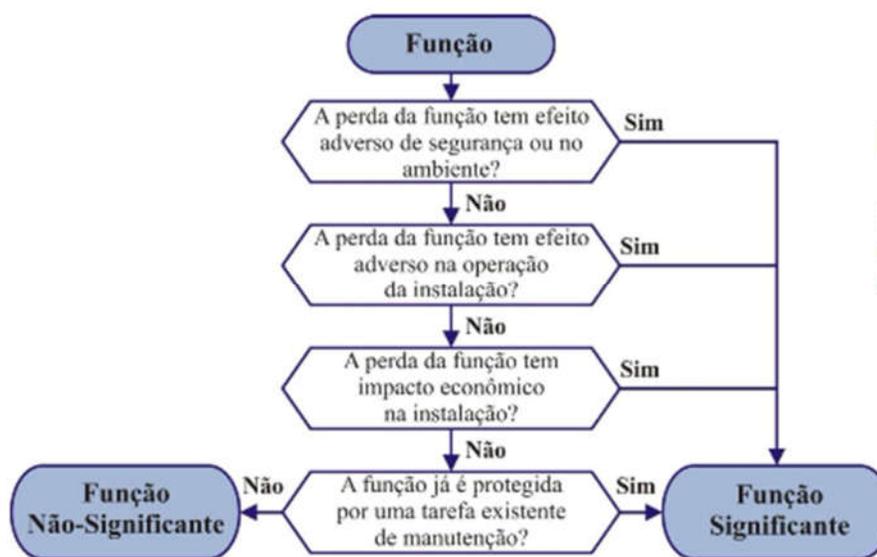
ocorrência das causas do modo de falha, probabilidade de detecção das causas do modo de falha e identificar os critérios para definição da significância ou não das funções.

e) Etapa 4 – Seleção das Funções Significantes e Classificação de seus Modos de Falha

Objetivos: Classificar os modos de falha com funções significantes de acordo com sua influência nos critérios da MCC: operação, meio ambiente, segurança e economia do processo.

Para a aplicação das funções significantes é usado um fluxograma conforme mostrado na figura 3.8

Figura 3. 8 – Critérios para a classificação da Funções Significantes



Fonte: Rigoni (2009).

Tarefas: Elaborar os critérios para se definir se evidentes ou não evidentes as falhas e seus efeitos e se impactam operação, meio ambiente, segurança e economia do processo; classificar as funções significantes segundo os critérios da MCC, para cada modo de falha e/ou efeitos:

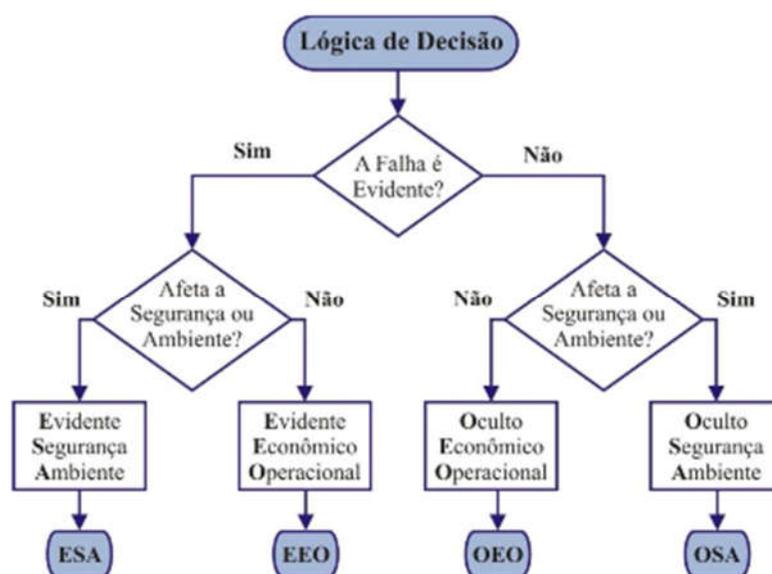
- a) ESA: Evidente com efeito na Segurança e/ou Ambiente;
- b) EEO: Evidente com efeito Econômico e/ou Operacional;

- c) OSA: Oculto com efeito na Segurança ou Ambiente;
- d) OEO: Oculto com efeito na Econômico e/ou Operacional;

Documentar as funções significantes com a respectiva classificação de seus modos de falha, os quais devem seguir na análise do processo de implantação da MCC.

Para a classificação dos modos de falha da função deverá ser utilizado o fluxograma da figura 3.9.

Figura 3. 9 – Fluxograma para classificação dos modos de falha das Funções



Fonte: Rigoni (2009).

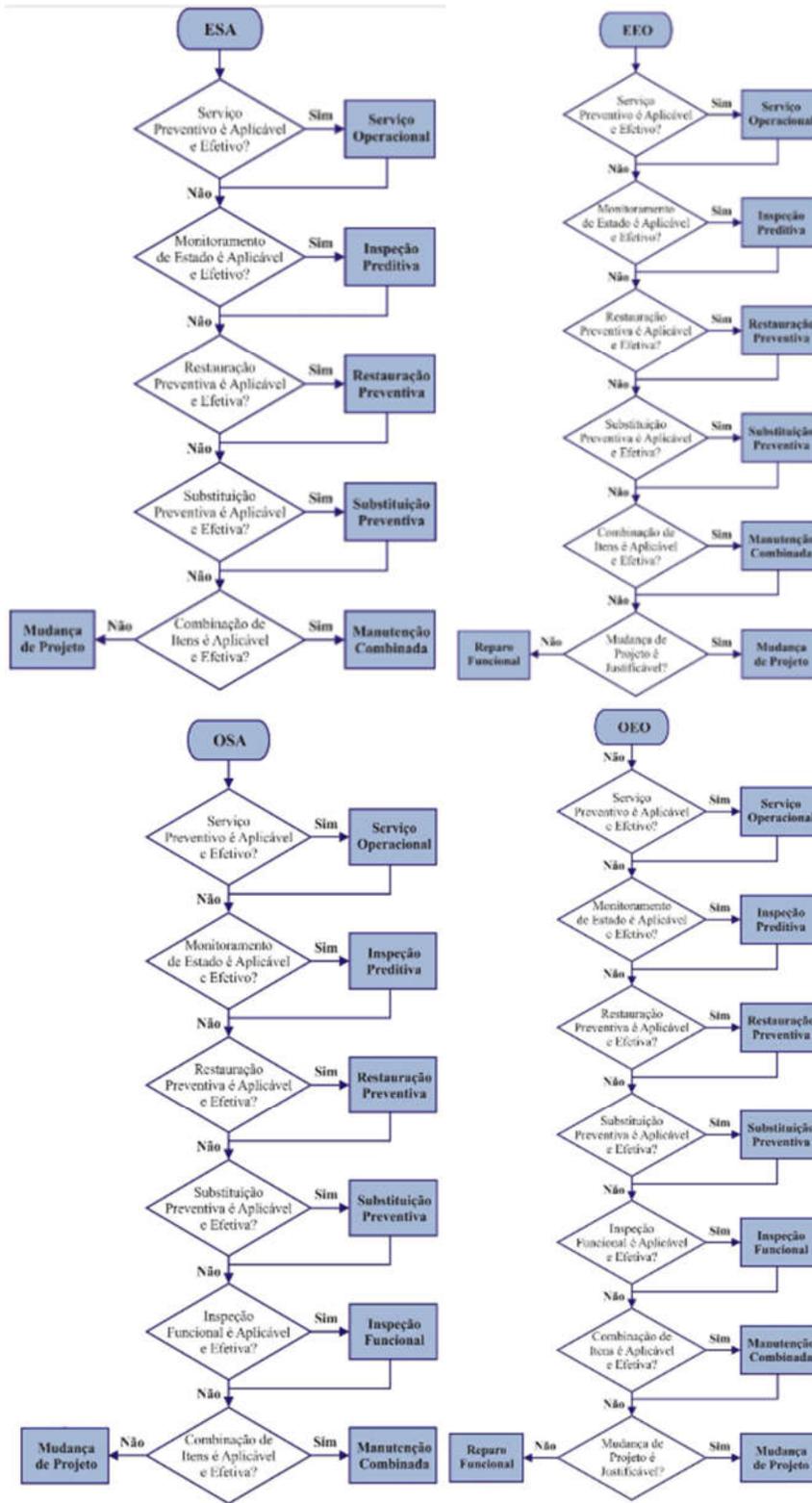
- f) Etapa 5 – Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas

Objetivos: para cada uma das funções identificadas como significantes na Etapa 3, determinar quais as tarefas de manutenção são aplicáveis e efetivas para cada uma delas.

Tarefas: definir os critérios de aplicabilidade e efetividade das tarefas de manutenção; utilizar o diagrama de decisão para identificar tarefas de manutenção são aplicáveis e efetivas.

Para a seleção das tarefas aplicáveis e efetivas modos de falha da função deverá ser utilizado o fluxo da figura 3.10.

Figura 3. 10 – Seleção para as tarefas de manutenção



Fonte: Rigoni (2009).

g) Etapa 6 – Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção

Objetivos: para as atividades selecionadas na Etapa 5, definir as datas para sua realização inicial. Analisar estrategicamente estas atividades a fim de agrupá-las e otimizar as ações da equipe de manutenção.

Tarefas: para as atividades de manutenção selecionadas na Etapa 5 estabelecer os métodos e critérios para agrupamento otimizado das tarefas; agrupar forma otimizada as tarefas, de acordo com o tamanho da equipe de manutenção e oportunidades de concomitância com as tarefas.

h) Etapa 7 – Redação do Manual e Implementação

Objetivos: elaborar uma versão inicial do manual de manutenção implementando as conclusões das etapas anteriores, caracterizando e atendendo as exigências da MCC.

Tarefas: Elaborar uma versão inicial do manual de manutenção para o sistema analisado com aplicação da MCC. O manual deve incluir: descrição do sistema e suas partes; conclusões e considerações das demais etapas realizadas; para as funções identificadas como não significantes durante a etapa 4 descrever uma política de manutenção; planejar e incluir as atividades previstas pelo programa MCC, considerando as possibilidades e limitações da empresa/sistema estratégia de implementação do programa e cronograma de sua divulgação.

i) Etapa 8 – Acompanhamento e Realimentação

Objetivos: Definir as estratégias inerentes e executar o acompanhamento e a realimentação do programa de MCC, ao longo de todo seu ciclo de vida.

Tarefas: estabelecer os critérios para a elaboração dos indicadores de desempenho para o programa e sistema ao ser implementado a MCC; estruturar e sistematizar as rotinas e estratégia para coleta dos dados que serão utilizados para alimentar a base e gerar as informações para os indicadores de desempenho; definir os critérios de realimentação do

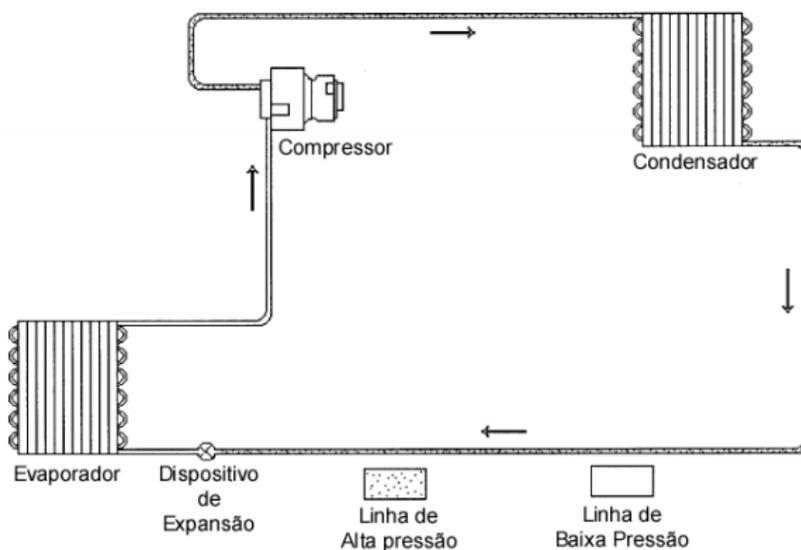
programa de MCC; acompanhar e realimentar o programa de MCC em função dos critérios estabelecidos; prever ações corretivas, caso haja quebra de procedimento.

3.4 AR CONDICIONADO E SEUS CONJUNTOS

A utilização de ar condicionado em equipamentos móveis, como tratores, escavadeiras, pás carregadeiras e outros é cada vez mais necessário. Muitas são as atividades que essas máquinas podem desenvolver em diversos ambientes como: locais abertos, expostos ao clima ou enclausurados num porão de navio. Porém, independente das condições externas o habitáculo deve oferecer uma condição favorável ao operador.

Para PACCOLA (2017) o princípio de funcionamento do ar condicionado para equipamentos móveis é o mesmo apresentado nos carros de passeio, como é apresentado na figura 3.11, porém com um regime de trabalho muito mais intenso e “pesado”.

Figura 3. 11 - Esquema simplificado de um sistema de ar condicionado automotivo



Fonte: Paccola (2017).

3.4.1 Funcionamento do ar condicionado automotivo

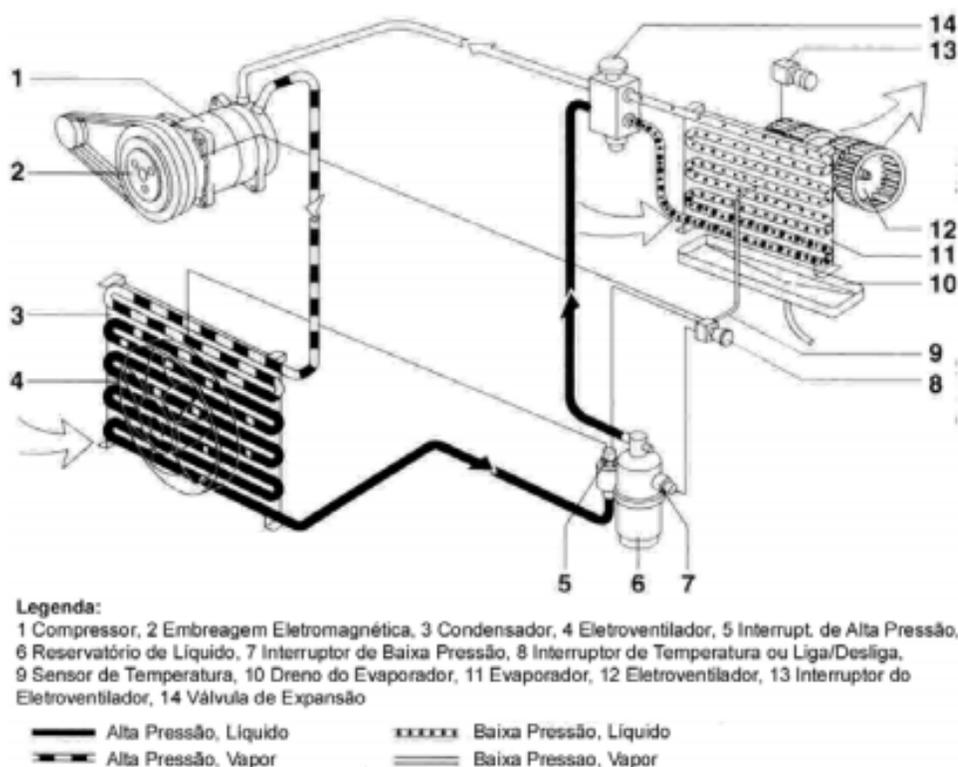
O fluxo de funcionamento do sistema de ar condicionado é simplifiadamente descrito a seguir. O ar é coletado na parte externa do veículo e passa por filtros de partículas, logo após vai para a caixa evaporadora que pode ficar no interior do habitáculo, geralmente sob o banco ou no teto da máquina. Este ar filtrado passa pelo evaporador e depois segue para uma ventoinha que dá pressão a esta massa de ar. O ar então vai para os difusores que liberam o ar climatizado.

Alguns sistemas de ar condicionado só possuem recirculação de ar, o que deixa a cabine muito seca, após algumas horas de utilização do sistema, (SENAI-SC ,2010).

3.4.2 Principais conjuntos de um ar condicionado automotivo

Na sequência será apresentado os principais conjuntos de um sistema de ar condicionado utilizados em automóveis, e em equipamentos móveis de grande porte, figura 3.12, bem como uma sucinta descrição de suas funções.

Figura 3. 12 - Conjuntos do subsistema de ar condicionado automotivo (utilizando válvula de expansão)



Fonte: Bosch (2000).

a) Compressor

O Compressor, conforme mostrado na figura 3.13, é a parte principal do sistema e sem ele não teria possibilidade de acontecer a refrigeração. Sua função é comprimir o fluido refrigerante que foi retirado do evaporador como gás em baixa pressão e baixa temperatura, mandando logo em seguida este fluido para o condensador na forma gasosa em alta pressão. Outra função é fazer com que o fluido refrigerante circule por todo sistema.

Figura 3. 13 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: compressor



Fonte: Mahle (2018).

b) Condensador

O condensador é outro conjunto importante do sistema, sendo o responsável por condensar o fluido, transformando o fluido gasoso em fluido em no estado líquido e iniciando o processo de refrigeração. O condensador tem serpentinas que atuam como um trocador de calor, tendo sua forma semelhante à do radiador do automóvel, conforme mostrado na figura 3.14.

Figura 3. 14 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: condensador



Fonte: Mahle (2018).

c) Válvula de Expansão

A válvula de expansão é quem controla todo o fluxo do fluido no sistema. Cada vez que o botão de controle do ar condicionado é acionado, a válvula entra em ação monitorando a capacidade do sistema impedindo ou liberando a passagem do fluido.

Fazendo assim o controle do resfriamento do ambiente. Na figura 3.15. é mostrado uma válvula de expansão.

Figura 3. 15 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: válvula de expansão



Fonte: Mahle (2018).

d) Evaporador

O evaporador faz a absorção do calor que está no sistema. Neste momento o fluido passa por suas serpentinas e então se evapora retirando do ambiente o calor pela ação do compressor. Na sequência o compressor manda o fluido que está nas serpentinas para o condensador. Na figura 3.16 é mostrado um modelo de evaporador.

Figura 3. 16 - Conjunto de um subsistema do ar condicionado: evaporador



Fonte: Mahle (2018).

e) Fluido Refrigerante

Fluido refrigerante são substâncias responsáveis pelas trocas térmicas nos sistemas de refrigeração. Esse composto, possui a propriedade de passar de estado líquido para o estado gasoso, e vice-versa, e é capaz de absorver calor, resfriando um ambiente de maneira controlada. Outras características é possuir um baixo ponto de ebulição a pressão atmosférica, condensar-se a pressões moderadas, evaporar-se a pressões acima da atmosférica, ter pequeno volume específico (menor trabalho do compressor), não ser corrosivo; não ser inflamável, não ser tóxico, ser inodoro.

Segundo (IFBA, 2009) o fluido refrigerante R-134a (Tetrafluoretano) tem propriedades físicas e termodinâmicas similares ao R-12. Pertence ao grupo dos HFC's Fluorcarbonos parcialmente halogenados, sendo este não agressor potencial de destruição da camada de ozônio.

f) Mangueiras e tubos

As Mangueiras e tubos são responsáveis por realizar a ligação de todo o sistema refrigerante. Esses condutos devem ter sua integridade garantida para que não haja vazamentos ou qualquer outra forma de interrupção no sistema de refrigeração.

Normalmente os componentes são interligados com tubos de alumínio e mangueiras de borracha, como se verifica na figura 3.17. As partes solidárias que não requerem liberdade de movimento, normalmente são totalmente em alumínio, porém, quando se necessita de um grau de liberdade, devido às movimentações, são utilizadas somente mangueiras.

Figura 3. 17 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: mangueiras e tubos



Fonte: Mahle (2018).

g) Filtro Secador

O filtro secador tem a responsabilidade de reter partículas sólidas em suspensão no sistema, a fim de evitar obstruções ou danos as partes mecânicas do compressor. E, absorver totalmente a umidade residual do circuito que porventura não tenha sido removida pelo processo de vácuo, evitando o aumento das pressões e obstrução do tubo capilar por congelamento da umidade. Na figura 3.18 é apresentado um filtro secador modelo case IH.

Figura 3. 18 - Conjunto de um subsistema de ar condicionado: filtro secador



Fonte: Mahle (2018).

3.5 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi mostrada a Função Manutenção e sua evolução através de quatro gerações, iniciado com a “quebra-conserta” e percorrido o tempo chegando a técnicas de engenharia e confiabilidade. Foi conceituada a técnica de análise de falhas FMECA, detalhamento de seus campos para utilização. Também foi visto MCC – conceito e os oito passos para sua implementação. E por fim o funcionamento do subsistema de ar condicionado e seus principais conjuntos.

Com todos elementos apresentados, tem-se a visão completa do sistema e metodologia para a realização do estudo.

No capítulo seguinte será aplicada a metodologia de estudo da MCC, como a FMECA como ferramenta para a análise dos modos de falha e seus efeitos, no subsistema de ar condicionado automotivo utilizado em equipamentos móveis.

4 DESENVOLVIMENTO

O presente capítulo visa apresentar como foi executada cada uma das oito etapas de implantação da Manutenção Centrada na Confiabilidade. Bem como a utilização da planilha da FMECA.

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), a MCC reúne várias técnicas de engenharia e devido a sua abordagem racional e sistemática, tem sido reconhecida como a forma mais eficiente de tratar as questões de manutenção.

Para a implementação da MCC deve-se analisar detalhadamente todas as fases envolvidas, desde a identificação dos problemas até a determinação das ações de manutenção, que irão garantir o aumento da confiabilidade operacional desejada.

4.1 AS A APLICAÇÃO DAS OITO ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA MCC

A seguir será mostrada cada uma das oito etapas aplicadas para a implementação da Manutenção Centrada na Confiabilidade sugeridas por Rigoni (2009).

4.1.1 ETAPA 0 – ADEQUAÇÃO DA MCC

Na etapa 0 o objetivo foi avaliar a viabilidade de se implantar a MCC, considerando a aderência da Manutenção a as necessidades requeridas.

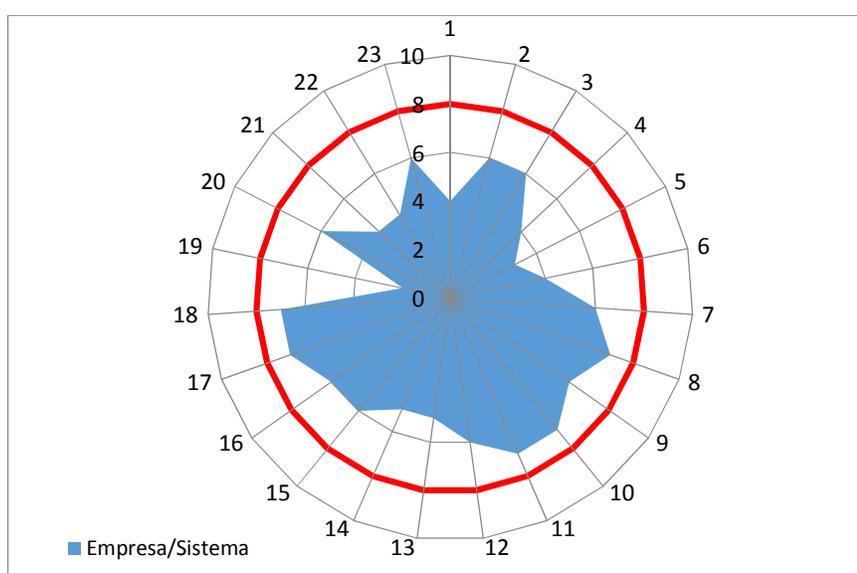
Cinco foram os critérios avaliados:

- a) Disponibilidade da Informação/Recursos;
- b) Condição e Desempenho Atual da Manutenção;
- c) Sistema Computacional de Suporte;
- d) Cultura da Manutenção/Empresa;
- e) Gerenciamento Estratégico da Manutenção.

Para cada critério haviam alguns quesitos que foram pontuados numa escala de um a oito. Para as condições desejáveis foi atribuído o valor máximo de oito, na sequência foram valorados todos quesitos, para saber onde a Manutenção se encontra atualmente.

A Equipe de Implantação do MCC respondeu ao questionário, e em consenso chegaram aos resultados apresentados. De acordo com as notas atribuídas foi gerado um gráfico radar, que é mostrado na figura 4.1, onde pode ser visto a comparação entre valores desejados x valores atuais. Após análise dos resultados obtidos foi elaborado um plano de ação com atividades para a adequação dos pré-requisitos que obtiveram *score* muito baixos. Os documentos relativos e essa etapa se encontram no Apêndice B

Figura 4. 1 – Gráfico de Adequação



Fonte: o autor (2018).

Como pode ser observado na Figura 4.1, o menor ponto indicado no gráfico radar indica o fato da equipe de manutenção não ter experiência em Técnicas Preditivas e Manutenção Baseada na Condição.

4.1.2 ETAPA 1 – PREPARAÇÃO

O objetivo da etapa 1 foi de estruturar a equipe, definindo o patrocinador, facilitador e demais responsáveis pela implantação da MCC. E outras ações para o bom andamento do trabalho.

Foi utilizado o Método do Projeto Piloto, como a possibilidade de resultados com maior velocidade de retorno, e para que o grupo de implantação se familiarize com a metodologia (RIGONI, 2018).

As reuniões entre os integrantes foram definidas com a frequência semanal e cada reunião terá duração de 120 minutos.

Todos os detalhes do estudo efetuado nesta etapa se encontram no Apêndice C.

4.1.3 ETAPA 2 – SELEÇÃO DO SISTEMA E COLETA DE INFORMAÇÕES

Para essa etapa o foco foi de identificar e documentar o sistema que seria submetido à análise da MCC. E o subsistema de ar condicionado foi selecionado.

As buscas iniciais foram feitas no *software* de manutenção, com o objetivo de resgatar no histórico de manutenções os sistemas ou subsistemas que apresentaram grande número de ocorrências e posteriormente o levantamento das falhas mais recorrentes. Não se obteve êxito por esse caminho, pois diversos fatores não contribuíram para que se chegasse as informações desejadas. A seguir são citados os principais complicadores:

- a) não preenchimento correto de ordens de serviço. (não havia padronização na forma de inserir a informação referente a qual era sistema e sua respectiva falha), caso desejassem;
- b) o *software* não disponibilizava filtros para buscas mais específicas. Só permitia a procura por número de ordem de serviço ou pela frota do equipamento;
- c) os materiais não eram lançados na ordem de serviço;
- d) muitos serviços foram realizados sem que houvesse registro no sistema.

Sendo assim, houve a solicitação do Coordenador de Manutenção para que esse projeto piloto fosse iniciado com o subsistema de ar condicionado, pois estava recebendo várias reclamações de indisponibilidade dos equipamentos por esse motivo, por parte de nosso cliente interno, a Operação.

Para suportar essa seleção também foram consultados os relatórios de inspeção, realizado no mês de junho de 2017, chamado “Plano de Ação de Ativos”,

sendo este estratificado por sistema e quantidade de falhas apresentadas. Essa inspeção era executada pela Engenharia da Empresa.

Os relatórios de custos foram verificados para se apurar os gastos e volumes de peças aplicadas ao subsistema em questão.

E por fim, buscado o banco de dados do *software* de telemetria, para consultar os *checklist* da Operação, que é a verificação do bom ou mau estado dos principais itens do equipamento, estes são preenchidos pelos operadores ao se iniciar o turno de trabalho.

No apêndice D são apresentados os detalhamentos citados para a execução desta etapa.

4.1.4 ETAPA 3 – ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA, SEUS EFEITOS E SUA CRITICIDADE (FMECA)

Foi elaborado um FMECA completo considerando para esse projeto somente para a função primária: “Manter o habitáculo com temperatura selecionada entre 18° C e 22 °C, durante o tempo que o Operador desejar”. Através da realização de um *Brainstorming* e posterior consenso do grupo, foram identificadas quatro falhas funcionais, dezoito modos de falha e dezenas de causas de modo de falha.

O critério NPR leva em consideração a severidade, a frequência de ocorrência e quão difícil é seu reconhecimento levando em consideração as ações preventivas que já eram aplicadas para controle deste item. Segue os modos de falha que obtiveram as maiores pontuações: - em primeiro lugar, com 256 pontos, o modo de falha que se refere ao não acionamento do compressor, e em segundo lugar com 252 que se refere a deficiência do condensador em rejeitar calor do sistema.

Segue os dois modos de falha mais pontuados (NPR \geq 200), com suas causas imediatas levantadas e as ações de controle existentes:

- a) O primeiro lugar obteve 256 pontos:
 - Modo de falha: - compressor não aciona (MF03).
 - Causas do modo de falha: - peças internas quebradas ou soltas; correia rompida; polias frouxas ou desalinhadas; filtro secador obstruído; válvula de expansão com defeito; placa da embreagem travada; falta de

fluido refrigerante em outros componentes, como mangueiras, condensador, falta lubrificação interna.

- Controles atuais: - inspeção visual; revisão de 500h (para alguns itens).

b) O segundo lugar obteve 252 pontos:

- Modo de falha: -condensador com deficiência na rejeição de calor (MF11).

- Causas do modo de falha: - Aletas da serpentina amassadas, mangueira, colmeia ou serpentina obstruída ou furada; excesso de fluido refrigerante; filtro secador obstruído; válvula de expansão travada; ventilador sistema de arrefecimento não aciona; termostato desarmado; falta lubrificação interna.

- Controles atuais: - Verificar diagrama elétrico; inspeção visual; revisão de 500h (para alguns itens).

A planilha com o preenchimento completo do FMECA da função principal do subsistema de ar condicionado se encontra no Apêndice E deste trabalho.

4.1.5 ETAPA 4 – SELEÇÃO DAS FUNÇÕES SIGNIFICANTES E CLASSIFICAÇÃO DE SEUS MODOS DE FALHA

Aqui nesta etapa, todos os modos de falha significantes, da análise da função principal, foram classificados de acordo com seus respectivos efeitos. Os efeitos foram classificados de acordo com três critérios:

- Se seu Efeito era evidente;
- Se seu Efeito afetava segurança e/ou meio ambiente
- Se seu Efeito tinha consequências econômicas e/ou operacionais

Baseado nos critérios citados cada modo de falha foi categorizado conforme resultado das análises, apresentados no quadro 4.1:

Quadro 4 1 - Classificação de critérios

Quantidade	Classificação
0	ESA – Evidente Segurança Ambiente
01	OSA – Oculto Segurança Ambiente

05	EEO – Evidente Econômico Operacional
12	OEO – Oculto Econômico Operacional

Fonte: o autor (2018)

Pode-se verificar que a maioria dos efeitos levantados não afetam segurança e meio ambiente.

No Apêndice F pode ser visto a planilha e as categorias as quais foram classificadas.

4.1.6 ETAPA 5 – SELEÇÃO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO APLICÁVEIS E EFETIVAS

Para esta etapa foram considerados todos os modos de falha, independentemente de seu NPR. As atividades foram atribuídas pela Equipe da Manutenção. Dentre as tarefas mais sugeridas se destacaram:

A. Substituir componente quando apresentar falha; * Obs.:

- * Se trocar evaporador, adicionar 75ml de óleo novo à peça nova,
- Se trocar condensador, adicionar 30ml de óleo novo à peça nova,
- Se trocar Filtro Secador, adicionar 50ml de óleo novo à peça nova.
- Se trocar Mangueiras ou tubos, adicione 15ml de óleo novo.

B. Inspeccionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema.

Para a realização de atividade B houve a necessidade de compra de um detector de vazamentos.

O detalhamento de todas as tarefas de manutenção recomendadas se encontra no Apêndice G deste trabalho

4.1.7 ETAPA 6 – DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS INICIAIS E AGRUPAMENTO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO

Os intervalos iniciais foram adequados aos intervalos de Planos de Revisão (Manutenção Preventiva) que já eram praticados, balizadas pelo horímetro (número de horas trabalhadas) do equipamento móvel.

Os agrupamentos de tarefas ocorreram junto aos planos de manutenção preventiva já existentes, tornando-os mais robustos.

Os intervalos de todas as tarefas de manutenção e agrupamentos das mesmas podem ser vistos no Apêndice H deste trabalho.

4.1.8 ETAPA 7 – REDAÇÃO DO MANUAL E IMPLEMENTAÇÃO

As atividades inicialmente inseridas nos planos de revisão têm sua origem em manuais e recomendações técnicas do fabricante. Somente cinco tarefas referentes a ar condicionado constavam no plano de manutenção original.

Os serviços foram cadastrados no sistema e serão realizados assim que o equipamento atinja o horímetro limite para a realização das tarefas.

Esse trabalho identificou mais oito tarefas, que já foram incorporadas aos planos de revisão, e todas podem ser vistos nos Apêndice I e Apêndice J deste trabalho.

4.1.9 ETAPA 8 – ACOMPANHAMENTO E REALIMENTAÇÃO

De posse das novas orientações para um bom desempenho do subsistema de ar condicionado, cabe a equipe da manutenção manter o controle buscando a melhoria contínua nesse processo.

4.2 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentada a aplicação da metodologia da MCC para implementação por meio de suas oito etapas: Adequação do MCC, Preparação,

Seleção do Sistema e Coleta de Informação, Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade, Seleção das Funções Significantes e Classificação de seus Modos de Falha, Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas, Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção, Redação do Manual e Implementação, Acompanhamento e Realimentação.

Com a metodologia aplicada foi possível determinar as ações de manutenção preventiva, com as quais se objetiva o aumento da confiabilidade do subsistema de ar condicionado.

No capítulo seguinte serão apresentadas a conclusão do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

5 CONCLUSÃO

A aplicação da MCC seja nos sistemas, subsistemas ou conjuntos de equipamentos móveis se mostrou bastante eficiente. Se revelou potencialmente bastante rico para uma ampla reavaliação dos planos de manutenção que foram inicialmente implantados e não passaram por nenhum tipo de atualização. A metodologia permite uma análise bem estruturada dos mecanismos de falha, pois pode contar como base a análise do histórico de manutenções, seja preventiva ou corretiva, além de outras documentações utilizadas como acervo técnico.

Outro ponto positivo foi a utilização da metodologia da FMECA, pois para a sua elaboração houve uma grande troca de experiência de conhecimentos profissionais, muita discussão técnica que contribuiu para o crescimento de todos os envolvidos. E mais que isso, ainda gerou material para que novos profissionais possam estudá-los e melhorar a capacitação e elevar o nível técnico da equipe.

Na FMECA a dificuldade foi em relação a coleta de dados no *software* de manutenção que não oferecia filtros para seleção. Onde a única forma era pesquisar cada ordem de serviço. Onde na maioria das vezes não havia informações referentes aos modos de falha. Essa situação foi contornada por haver profissionais bastante experientes com a manutenção corretiva desse subsistema.

Analisando somente uma função primária houve a identificação de oito tarefas, sendo as mesmas distribuídas aos planos já existente deixando-os eficientes.

Em atendimento ao objetivo geral deste trabalho, conclui-se, que a aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade é perfeitamente adequada a criação de um plano de manutenção preventivo bem estruturado. Certamente teremos aumento na disponibilidade e confiabilidade desse subsistema, tão logo venhamos efetuar o monitoramento isso será comprovado.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para futuros trabalhos a serem desenvolvidos, recomenda-se:

- Aplicação da MCC para outros sistemas mais relevantes para a manutenção de equipamentos florestais;

- Considerar numa análise todas as funções de um ar condicionado e considerando as ações para manutenção preditiva;
- Analisar os custos antes e pós aplicação da MCC.

REFERÊNCIAS

DIAS, Acires; PERES; CALIL, Luís Fernando Peres; RIGONI, Emerson; OGLIARI, André; SAKURADA, Eduardo Yuji; KAGUEIAMA, Heitor Azuma. **Metodologia para Análise de Risco: Mitigação de perda de SF6 em disjuntores**. Florianópolis: UFSC, 2013.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luís Duarte. **Confiabilidade e Manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009.

KARDEC, Alan; FLORES, Joubert; SEIXAS, Eduardo. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção Função Estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2009.

MACEDO, Flávio Gomes. **Climatização automotiva: Refrigeração e Climatização**. São Paulo: SENAI-SP Editora. Edição do Kindle, 2016.

MAHLE. **Falhas Prematuras: Manual de Falhas Prematuras em Compressores**. São Paulo. 2016.

MOUBRAY, John. **Reliability Centered Maintenance**. 4 ed. New York, Editora Industrial Press, 1997.

MOTTA-ROTH, Désirée; HENDGES, Graciela H. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola Editora, 2010.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção Orientada para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2013.

PACCOLA, José Eduardo. **Manutenção e Operação de Equipamentos Móveis**. 2 ed. São José dos Campos: TBN Gráfica e Editora, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RIGONI, Emerson. **Manutenção Centrada em Confiabilidade - Notas de Aula**. Curso de Especialização em Gerência da Manutenção, Curitiba, 2018

RIGONI, Emerson. **Metodologia para implantação da manutenção centrada na confiabilidade: uma abordagem fundamentada em Sistemas Baseados em Conhecimento e Lógica Fuzzy**. 2005. 173 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa. Florianópolis, 2009.

SIQUEIRA, Ioni. **Manutenção Centrada em Confiabilidade:** manual de implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2005.

**APÊNDICE A – CHECKLIST, ORDENS DE SERVIÇOS, PANILHAS DE
CUSTOS.RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS, PLANO DE AÇÃO DE ATIVOS**

CHECKLIST- CONECT

O *checklist* é item de preenchimento obrigatório pelos operadores para o início de suas jornadas de trabalho. Há um display onde escolhem entre a opção SIM, se estiver em bom funcionamento e NÃO caso não esteja.

S Sitrack.com <notificaciones@notificaciones.sitrack.com> Luciano Saldanha da Silva - Manutenção 12:31

Alerta de Item(s) Crítico(s) Não OK - Checklist Fospar - Placa: Paranaguá - Fábrica - Pá Carregadeira - P-036

La unidade placa P-036 nome Paranaguá - Fábrica - Pá Carregadeira enviou the_message CHECKLIST PÁ CARREGADEIRA -Vidros: (SIM) -Portas: (SIM) -Escada: (SIM) - Retrovisores: (SIM) -Cabine Limpa: (SIM) -Erro no painel: (SIM) -Comandos: (SIM) -Limpador parabrisa: (SIM) -Partida: (SIM) -Direção: (SIM) -Limpeza de concha: (SIM) -Ar Condicionado: (NAO) -Faróis dianteiros: (SIM) -Faróis traseiros: (SIM) -Giroflex: (SIM) -Sirene de ré: (SIM) -Buzina: (SIM) -Cinto de segurança: (SIM) -Freios: (SIM) -Nível óleo motor: (SIM) -Nível óleo hidráulico: (SIM) -Nível óleo transmissão: (SIM) -Nível água: (SIM) -Pneus: (NÃO) -Vazamentos: (NÃO) -Extintor e suporte: (SIM), dentro de: Perímetro Fospar, com data 2018-09-06 12:30:55.
 Localizado em: [RUA SEM DENOMINACAO, Paranaguá,Paraná,Brasil](#)
 Motorista: Daniel Pedro Bernardo
 -25.510252, -48.540193 [veja no google maps](#)

ORDEM DE SERVIÇOS – MEGA

Modelo de OS preenchida, contendo algumas informações.

Documento
39652 Procurar

Filial
0000004 - A-0002-02 FILIAL PARANA

Serviço SERVIÇO TROCAR CONDENSADOR DO AR CONDICIONADO

Seção ELETRICA

Observação
AR NAO ESTAVA FUNCIONANDO, FOI EFETUADA A TROCA DO CONDENSADOR
FEITA A CARGA DO AR CONDICIONADO

Fornecedor

Término Não executado Qtd. Serviços

Item	Serviço	Descrição
1	0503012	SERVICO TROCAR CONDENSADOR DO AR CONDICIONADO

Nas OS que seguem se deseja mostrar a dificuldade para se obter informações sobre os serviços executados, seja por falta de preenchimento, ou pela forma de busca, onde só era possível pelo número do documento e posterior “garimpagem” pelos campos da OS para se obter êxito na procura.

TELA GERAL

[Geral](#) | [Itens](#) | [Ocorrências](#) | [Observações](#)

OS

Número da OS* 29573 Doc Original 29573 Oficina* 01 ... OFICINA FOSPAR FABRICA - PARANAGUA

Local de Atendimento* Interno Tipo da OS 09 ... MANUTENÇÃO CORRETIVA EMERGENCIAL

Causa 01 ... DESGASTE NATURAL Prioridade 1 ... ALTA - EQUIPAMENTO

Abertura* 11/09/2017 11:00:00 Garantia Previsão de Saída 11/09/2017 18:13:48 Liberação 28/09/2017 15:00:00 Saída

[Equipamento](#) | Encerramento

Equipamento 216 ... PÁ CARREGADEIRA MODELO MICHIGAN 55C Hod/Hor 191,00

Saída do Tráfego* 11/09/2017 11:00:00 Solicitação 11/09/2017 11:00:00

Tipo de Manutenção* Corretiva Operador

TELA DO ITENS

Item do serviço de revisão do ar condicionado, porém sem informação alguma

[Geral](#) | [Itens](#) | [Ocorrências](#) | [Observações](#)

Serviço 0503008 ... SERVIÇO REVISÃO DE AR CONDICIONADO Planejamento

Seção 05 ... ELETRICA

Observação

Fornecedor

Término 28/09/2017 15:00:00 Não executado Qtd. Serviços 1,00

[Itens](#) | Materiais Solicitados

Item	Serviço	Descrição	Cod. da Seção	Pedido	Fornecedor	N
1	0116003	SERVIÇO TROCA REPAROS	01			
2	01160031	VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DOS COMANDOS HIDRAULICOS	01			
3	0503008	SERVIÇO REVISÃO DE AR CONDICIONADO	05			

RELATÓRIOS DE CUSTOS

São apresentados os 25 equipamentos considerados para o estudo.

Se gastou em média R\$5.352,32 por equipamento, perfazendo uma média de R\$446,03 mensais em manutenção.

EQUIPAMENTOS X GASTOS C/ AR CONDICIONADO	
019 - PA CARREGADEIRA CATERPILLAR 930	R\$ 2.700,00
030 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-70C	R\$ 2.700,00
043 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-110E	R\$ 2.700,00
066 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-70D	R\$ 2.700,00
073 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-90F	R\$ 4.297,44
106 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-70F	R\$ 1.700,00
110 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-90F	R\$ 2.799,28
111 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-90F	R\$ 750,00
136 - PA CARREGADEIRA CASE W-20E	R\$ 5.515,00
137 - PA CARREGADEIRA CASE W-20E	R\$ 5.515,00
138 - PA CARREGADEIRA CASE W-20E	R\$ 2.700,00
160 - PA CARREGADEIRA VOLVO L-70F	R\$ 1.668,13
212 - PA CARREGADEIRA L70F	R\$ 750,00
213 - PA CARREGADEIRA L90E	R\$ 1.297,44
214 - PA CARREGADEIRA L60F-2	R\$ 5.140,86
215 - PA CARREGADEIRA L60F-1	R\$ 4.297,44
224 - PA CARREGADEIRA JCB 422 ZX	R\$ 543,48
228 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
229 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
230 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
231 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
232 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
233 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,62
234 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
235 - PA CARREGADEIRA JCB 422ZX	R\$ 543,48
Almoxarifado	R\$ 81.686,01
Total Geral	R\$ 133.808,06

Gráfico que mostra gastos com principais conjuntos do ar condicionado



Na tabela é mostrado principais conjuntos em ordem decrescente de valores gastos assim como o percentual que o mesmo representou, no ano de 2017.

GASTOS C/ PEÇAS P/ AR CONDICIONADO		%
COMPRESSOR DE AR CONDICIONADO	R\$ 34.120,00	25,5
AR CONDICINADO DE 24V	R\$ 32.495,00	24,3
CONDENSADOR DE AR L70F L90F	R\$ 22.400,00	16,7
EVAPORADOR#	R\$ 15.377,56	11,5
FILTRO AR CONDICIONADO#	R\$ 15.247,22	11,4
GAS LIQUIDO PARA AR CONDIONADO	R\$ 8.500,00	6,4
CONTROLE DE ACIONAMENTO DO AR CONDICIONADO#	R\$ 2.794,61	2,1
TAMPA DO AR CONDIONADO#	R\$ 1.406,17	1,1
MANGUEIRA UNIVERSAL AR CONDICIONADO	R\$ 947,50	0,7
FILTRO SECADOR DO AR CONDICIONADO#	R\$ 520,00	0,4
Total Geral	R\$ 133.808,06	

PLANILHA DE INSPEÇÃO

É apresentado o documento de inspeção que foi realizado pela Engenharia para a detecção dos sistemas, subsistemas ou conjuntos que mais apresentaram falhas no mês de junho de 2017.

PLANO DE AÇÃO DE ATIVOS										
Nº FROTA:	P-080	UNIDADE:	PARANAGUA	MODELO DO EQUIPAMENTO:	CAT 938GII	DATA:	12/06/2017	ACOMPANHAMENTO		
Nº	OCORRÊNCIA	CAUSA DO OCORRÊNCIA	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEL	INÍCIO	PRAZO	STATUS			
1	TAMPA DO RADIADOR DANIFICADA			SUBSTITUIR A TAMPA DO RADIADOR			⊕			
2	RADIADOR OBTURADO			DESOBSTRUIR O RADIADOR			⊕			
3	SUORTE DO RADIADOR DE ARREFECIMENTO E AR CONDICIONADO COM PARAFUSO SOLTOS			FIXAR CORRETAMENTE O RADIADOR DE ARREFECIMENTO E A/C NO SUPORTE			⊕			
4	SUORTE DO RADIADOR DE ARREFECIMENTO PRESO COM FITA			FIXAR CORRETAMENTE O RADIADOR DE ARREFECIMENTO NO SUPORTE			⊕			
5	CONDENSADOR DE AR CONDICIONADO DANIFICADO			SUBSTITUIR O CONDENSADOR DANIFICADO			⊕			
6	FOLGA NO CARDAN NA SAÍDA DA TRANSMISSÃO E ACOPLAMENTO QUE PASSA PELO MANCAL (PARTE CENTRAL)			REPARAR A FOLGA NO CARDAN			⊕			
7	PNEU DIREITO ESQUERDO COM SINAL DE RACHADURA			AVALIAR A CONDIÇÃO DA RACHADURA NO PNEU			⊕			
8	RODA DIANTEIRA ESQUERDA E TRASEIRA ESQUERDA SEM TRAVAS			PROVIDENCIAR AS TRAVAS DAS RODAS DIANTEIRA E TRASEIRA ESQUERDA			⊕			
9	ESGUICHO DE ÁGUA COM PROBLEMA NA FIXAÇÃO			FIXAR O ESGUICHO DE ÁGUA			⊕			
10	FIÇÃO DO ALTERNADOR EXPOSTA			ARRANJAR A FIAÇÃO DO ALTERNADOR			⊕			
11	FIÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE EXPOSTA			ARRANJAR A FIAÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE			⊕			
12	RETROVISOR LADO ESQUERDO TRINCADO			SUBSTITUIR O RETROVISOR DO LADO ESQUERDO			⊕			
13	TAPETE RASGADO			SUBSTITUIR O TAPETE			⊕			
14	GRADE LATERAL COM DOBRADIÇA QUEBRADA			REPARAR A DOBRADIÇA DA GRADE LATERAL			⊕			
15	CILINDRO LADO ESQUERDO VAZANDO			SANAR VAZAMENTO DO CILINDRO DO LADO ESQUERDO			⊕			
LEGENDA DE STATUS (Copie e cole as imagens na coluna de status)										

Segue a tabela resumo dos resultados da inspeção realizada.

Sistema, conjunto ou componente	falhas
motor	14
direção	10
transmissão	9
ar condicionado	7
H	7
arrefecimento	6
freio	5
comando	3
pneus	3
concha	2
para barro	2
eletrica	1
hidraulica	1
lataria	1
para brisa	1
sirene	1
Total Geral	74

APÊNDICE B – ETAPA 0 - ADEQUAÇÃO DA MCC

|

Etapa 0 - Adequação da MCC						
Critérios	Quesitos a serem ponderados		Aderência (0 a 10)	Ideal	Justificativa (Aderência < Ideal)	Plano de Ação
Critério 1 (C1) Disponibilidade da Informação e/ou Recursos	Q1	Será adotado um procedimento de referência e/ou norma para implantação da MCC. A equipe de implantação conhece este procedimento/norma e todas as entradas/necessidades deste procedimento/norma estão disponíveis.	4	8	Falta de conhecimento da ferramenta e falta de aplicação.	Criar instrução de trabalho e treinar as equipes.
	Q2	Existe uma documentação consistente das ações de manutenção. Exemplos: Ordens de Serviço consistentes, MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), MTTR (Tempo Médio Para Reparo), histórico de falhas, etc...	6	8	Existe uma base, porém a qualidade dos dados pode ser melhorada.	Treinar os responsáveis pelo <i>input</i> dos dados.
	Q3	Os sistemas candidatos a implantação da MCC possui uma documentação técnica adequada. Exemplos: Projetos, manuais, relatórios de ensaio, etc...	6	8	Manuais do fabricante.	N.A.
	Q4	O planejamento estratégico da empresa está documentado de forma auditável. Este planejamento contempla a manutenção e particularmente a MCC como estratégia para gestão de ativos.	4	8	O MCC não está no planejamento estratégico da Empresa.	Preparar Projeto Piloto e apresentar para a Gerência.

Critérios	Quesitos a serem ponderados		Aderência (0 a 10)	Ideal	Justificativa (Aderência < Ideal)	Plano de Ação
Critério 2 (C2) Condição e Desempenho Atual da Manutenção	Q1	O percentual de Inspeções Preditivas ou Manutenção Baseada na Condição é significativo quando comparado à Manutenção Preventiva Sistemática (baseada no tempo) ou Corretiva. Portanto, a equipe de manutenção tem experiência em Técnicas Preditivas e Manutenção Baseada na Condição.	3	8	A equipe de manutenção tem pouca experiência com a Técnica.	Treinar a equipe.
	Q2	O desempenho atual da manutenção é satisfatório e homogêneo em todo o sistema fabril, contando com uma equipe adequadamente preparada e eficaz para o desempenho de sua função.	4	8	A equipe de manutenção tem pouca experiência com a Técnica.	Treinar a equipe.
	Q3	Para o sistema, no qual se pretende implantar a MCC, historicamente o número de operadores, no chão de fábrica, é pequeno quando comparado a sistemas similares em outras plantas ou empresas.	6	8	N.A.	N.A.
	Q4	Os custos diretos e indiretos devidos à manutenção são altos com o sistema atual de gestão da manutenção, quando comparados a outros sistemas similares em outras plantas ou empresas.	7	8	Os custos não são altos se comparados com plantas de mesmo porte.	Refazer as estratégias da manutenção.

Critérios	Quesitos a serem ponderados		Aderência (0 a 10)	Ideal	Justificativa (Aderência < Ideal)	Plano de Ação
<p align="center">Critério 3 (C3)</p> <p align="center">Sistema Computacional de Suporte</p>	Q1	Para auxiliar a implantação do programa de MCC, um sistema computacional de automação de escritório (processamento de texto e planilhas eletrônicas) estará disponível, ou então, a equipe de implantação contará com um software específico para concepção do programa de MCC.	6	8	A implantação do MCC não terá recursos específicos	N.A.
	Q2	A empresa dispõe de um sistema de gestão da informação integrado, que atende de forma satisfatória às necessidades do setor/equipe de manutenção. Este sistema estará disponível para a equipe de implantação e também para a gestão do programa de MCC após a sua implantação.	7	8	N.A.	N.A.
	Q3	A gestão da manutenção conta com um sistema computacional adequadamente dimensionado para o tamanho da empresa e do sistema que se quer implantar a MCC.	7	8	N.A.	N.A.
	Q4	O sistema computacional de gestão da manutenção é de uso amigável, toda a equipe possui treinamento adequado para utilizá-lo e sua utilização faz parte da rotina de trabalho da equipe de manutenção.	6	8	Falta conhecimento para alguns componentes da equipe.	Treinar as equipes.
	Q5	O sistema computacional de gestão da manutenção permite integração com softwares específicos de implantação e gestão da MCC. Caso contrário, conta com no mínimo as seguintes funcionalidades: inclusão de novas tarefas com períodos customizados; controle estatístico da manutenção; e agrupamento de tarefas de manutenção de forma otimizada.	5	8	Para o Projeto piloto não será feita alterações no Sistema.	N.A

Critérios	Quesitos a serem ponderados		Aderência (0 a 10)	Ideal	Justificativa (Aderência < Ideal)	Plano de Ação
Critério 4 (C4) Cultura da Manutenção e/ou Empresa	Q1	O setor e/ou equipe de manutenção atual registra suas ações de forma suficientemente detalhada para suportar uma análise estatística de tais ações.	5	8	Existe uma base, porém a qualidade dos dados pode ser melhorada.	Treinar os responsáveis pelo <i>input</i> dos dados.
	Q2	A manutenção tem função estratégica dentro da empresa e ocupa um lugar de destaque na estrutura organizacional, assumindo um papel importante na gestão dos ativos físicos da empresa.	6	8	A Manutenção está contemplada no planejamento estratégico da Empresa.	Preparar Projeto Piloto de MCC e apresentar para a Gerência, causará bom impacto.
	Q3	A equipe e/ou setor de manutenção, em suas diferentes categorias profissionais, são motivados, cooperativos e conscientes de seu papel estratégico dentro de empresa.	6	8	N.A.	N.A.
	Q4	Outras metodologias de gestão da manutenção foram previamente adotadas e/ou estudadas e, por algum critério de consenso da empresa, culminaram com a adoção da MCC. Portanto, é possível afirmar que a empresa e a equipe/setor de manutenção têm afinidade com métodos mais elaborados de gestão da manutenção.	7	8	A equipe de gestão é bastante experiente.	N.A.
	Q5	O atual programa de manutenção é continuamente atualizado e auditado por pessoal interno ou externo à empresa ou setor de manutenção.	7	8	Auditorias internas com baixas frequências	Estruturar calendário de auditorias aumentando a frequência.

Critérios	Quesitos a serem ponderados		Aderência (0 a 10)	Ideal	Justificativa (Aderência < Ideal)	Plano de Ação
Critério 5 (C5) Gerenciamento Estratégico da Manutenção	Q1	Existe um orçamento para viabilizar a implantação da MCC e que supra as seguintes necessidades: treinamento de pessoal dentro da filosofia da MCC; disponibilidade de recursos humanos; implantação de ações preditivas; e, implementação de sistemas computacionais de suporte a MCC, caso necessário.	2	8	Para o Projeto piloto não será feita alterações no orçamento.	N.A.
	Q2	As decisões referentes às estratégias de gestão da manutenção estão em conformidade e tem suporte por outros setores da empresa, o que caracteriza o bom relacionamento institucional.	6	8	Ainda falta apoio de algumas gerências para desenvolver as estratégias propostas.	Realizar um plano de divulgação das ações de sucesso da Manutenção.
	Q3	Os níveis gerenciais veem a manutenção como investimento e não como um custo. Portanto, é possível afirmar que a MCC foi adotada como uma das estratégias para uma gestão mais eficaz dos ativos físicos.	4	8	Ainda falta apoio de algumas gerências para desenvolver as estratégias propostas.	Realizar um plano de divulgação das ações de sucesso da Manutenção.
	Q4	A MCC é visualizada como parte de um processo geral/global de gerenciamento da manutenção, com métodos e técnicas, podendo coexistir outras metodologias de gestão da manutenção em paralelo ou integradas à MCC.	4	8	N.A.	Divulgar o plano Piloto para outras gerencias.
	Q5	Grande parte da manutenção é terceirizada, entretanto, seus controles, registros e demais itens de gestão estão a cargo da empresa ou seu representante. Portanto, neste caso, não há problemas com a Gestão do Conhecimento inerente à manutenção.	6	8	A equipe de manutenção é própria.	N.A.

APÊNDICE C – ETAPA 1 - PREPARAÇÃO

Etapa 1 - Preparação

Responsável pela Análise: Luciano Saldanha	Equipe: Equipe da Manutenção	Data: 25/05/2018
Auditado por:		Página / De: 1/2

1. Equipe de Implantação
- Equipe do Departamento de Manutenção
2. Patrocinador Interno
- Manuel Neto – Gerente de Manutenção
3. Facilitador
- William Leal – Coordenador de Manutenção
4. Método e Estratégia de Implementação

Método:

<input type="checkbox"/>	Método da Força Tarefa Treinada
<input type="checkbox"/>	Método Seletivo de Instalações Críticas
<input type="checkbox"/>	Método Abrangente de Instalações Simultânea
<input checked="" type="checkbox"/>	Método do Projeto Piloto

Estratégia de Implementação:

<input checked="" type="checkbox"/>	Validação da Manutenção Existente
<input type="checkbox"/>	Exclusão de Modos de Falha Não Críticos
<input type="checkbox"/>	Análise Expedita por Analogia
<input type="checkbox"/>	Análise Expedita por Categoria
<input type="checkbox"/>	Base Zero

5. Sistemas Candidatos

O projeto piloto deverá ser iniciado no sistema de refrigeração, com o subsistema de ar condicionado. Este sistema é de grande importância para o principal cliente interno do Departamento de manutenção – o Departamento de Operação. Sendo o subsistema de ar condicionado um item de obrigatório para determinadas frentes de trabalho, a indisponibilidade deste item impossibilita o equipamento a operar. A ocorrência de várias falhas ocorridas durante 2017 habilita esse subsistema a ser tratado com cuidados especiais. A alta frequência das falhas também gerou, conseqüentemente, gastos com manutenção não planejada, bem acima dos estimados no orçamento.
6. Treinamento

Haverá necessidade de treinamento para a utilização do sistema Mega módulo Frota para os colaboradores que não fazem o acesso habitualmente.

Também ocorrerá treinamento para nivelamento referente aos conceitos de RCM para toda equipe.

Serão realizadas instruções de trabalho para a inspeção e manutenção dos ativos.

7. Calendário de Reuniões
Os encontros ocorrerão quinzenalmente e terão 120 minutos de duração na sala nº 01.
8. Cronograma de Implantação
A implantação das atividades levantadas deverá ocorrer tão logo seja concluída essa fase.
9. Previsão Orçamentária
Inicialmente avaliado para a fase de implantação haverá necessidade da compra de um detector de vazamentos, pois já é sabido que não possuímos este instrumento na Empresa. O custo estimado é de R\$ 500,00 cada. Portanto deveremos investir R\$ 1.500,00, atendendo a três Unidades.
10. Observações
Demais custos não previstos deverão ser solicitados diretamente para o Gerente da manutenção.

APÊNDICE D- ETAPA 2 - SELEÇÃO DO SISTEMA

Etapa 2 - Seleção do Sistema e Coleta de Informações

Responsável pela Análise: Luciano Saldanha	Equipe: Equipe da Manutenção	Data: 25/05/2018
Auditado por:		Página / De: 1/1

1) Seleção do Sistema

1.1) Método utilizado para Seleção do Sistema

Para seleção do sistema foi realizada pesquisas, coletas e análise de dados:

- a) histórico de falhas do sistema de refrigeração apontadas em OS, (ordem de serviço) no *software* integrado de gestão Mega – módulo Frota no período de 2017;
- b) alertas de itens críticos (check list) executado pelo Operador via *software* de telemetria *Conect*;
- c) custos com compras de conjuntos e peças para manutenção em ar condicionado.

1.2) Critérios utilizados para Seleção do Sistema

Sistemas e/ou subsistemas com maiores impactos operacionais (informados pelo setor de Produção), custos de manutenção elevados e de maiores índices de ocorrência.

Houve também solicitação do Coordenador de Manutenção que havia verificado grande número reclamações por parte da Operação relacionadas ao subsistema de ar condicionado nos equipamentos. E dependendo do tipo de falha apresentada deixava a máquina indisponível para a realização de sua tarefa. Porém não havia relatos em ordens de serviço, e isso dificultava a busca dessas falhas no software de manutenção, mas com verificações no *software* de telemetria, relatório de inspeção e relatórios de custos, foi possível validar a seleção.

1.3) Resultados obtidos para a Seleção do Sistema

Embora não seja o sistema considerado mais crítico, optou-se por aplicar o projeto piloto no subsistema de ar condicionado.

Ar condicionado apresentou no ano de 2017 aproximadamente 1000 horas de indisponibilidade de equipamento e gerou custos na ordem de 134 mil reais entre reparos e substituições de componentes e conjuntos.

2) Coleta de Informações

2.1) Documentação do Sistema

A coleta de dados é o procedimento técnico, ou seja, a maneira pela qual se obtém os dados necessários para a elaboração da pesquisa. Os dados necessários para o estudo em questão serão obtidos através de:

- Históricos de ordens de serviço, onde serão coletados dados referentes ao número de intervenção, quantidade de horas de indisponibilidade dos equipamentos em função do subsistema de ar condicionado;
- Relatórios de custos, onde será possível obter dados do volume de peças aplicadas e gastos com serviços de manutenção em 2017;
- *Software* de telemetria, onde é executado o *checklist* pelos operadores dos equipamentos a cada troca de turno, registrando o bom ou mau estado dos principais sistemas e subsistemas da máquina;
- *Software* de gestão de manutenção;
- *Relatório de Inspeção*

Este item é apresentado no apêndice A.

2.2) Especificação do Contexto Operacional

Este item é apresentado no Capítulo 2 -equipamentos móveis e ambientes de operação.

2.3) Definição das Fronteiras do Sistema

Sistema	REFRIGERAÇÃO			Id_Sistema	RF01
Id_Subistema	Subsistema	Id_Função	Função	Id_Conjunto	Conjunto
AC01	AR CONDICIONADO	FC01	Manter o habitáculo com temperatura selecionada entre 18º C e 22 ºC, durante o tempo que o Operador desejar.	CP01	COMPRESSOR
		FC02	Estabelecer a renovação de ar do habitáculo.	CP02	CONDENSADOR
		FC03	Atenuar o nível de ruído dentro do habitáculo em relação ao equipamento e ao meio externo, mantendo a 80 dB.	CP03	FILTRO SECADOR
		FC04	Manter a umidade relativa do ar dentro do habitáculo entre 40 e 65%.	CP04	ELETROVENTILADOR
				CP05	EVAPORADOR
				CP06	VÁLVULA DE EXPANSÃO
				CP07	TUBOS E MANGUEIRAS
				CP08	CHICOTES ELÉTRICOS
				CP09	PAINEL DE CONTROLES

**APÊNDICE E- ETAPA 3 - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA, SEUS EFEITOS E
SUA CRITICIDADE (FMECA)**

|

Etapa 3 - Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade (FMECA)														
Responsável pela Análise: Luciano Saldanha				Equipe: Equipe da Manutenção				Data: 01/06/2018						
								Página / De: 01/07						
Sistema: Refrigeração								Id_Sistema: RF01						
Subsistema Analisado: Ar Condicionado O condicionamento do ar é o processo que regula, artificialmente, a temperatura, um fluxo de ar e a sua umidade relativa. O subsistema de ar condicionado deve manter o habitáculo (cabine do operador) em condição apropriada para o Operador desempenhar seu trabalho, mesmo que as condições do lado externo do equipamento sejam desfavoráveis.								Id_Subsistema: AC01						
Id_Função	Função	Id_Falha_Funcional	Falha Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	Efeito			Severidade (S)	Causas do Modo de Falha	Ocorrência (O)	Controles Atuais	Detecção (D)	NPR (S.O.D)
						Local	Sistema	Planta						
FC01	Manter o habitáculo com temperatura selecionada entre 18° C e 22 °C, durante o tempo que o Operador desejar.	FF01	Ar condicionado não liga.	MF01	Botão de controle comando travado.	Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	6	- Manuseio inadequado; - Painel de comando com algum componente queimado; - Conectores oxidados; - Problema mecânico.	5	- Manual de operação; - check-list operacional	5	150

FC01	Manter o habitáculo com temperatura selecionada entre 18º C e 22 ºC, durante o tempo que o Operador desejar.	FF01	Ar condicionado não liga.	MF02	Falha elétrica.	Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	7	<ul style="list-style-type: none"> - Ligação elétrica malfeita; - Curto no chicote elétrico. - Fio rompido; - Baixa resistência da bobina de acionamento do compressor. . 	4	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção visual; - Verificar diagrama elétrico. 	6	168
				MF03	Compressor não aciona.	Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	8	<ul style="list-style-type: none"> - Peças internas quebradas ou soltas; - Correia rompida; - Polias frouxas ou desalinhadas; - Filtro secador obstruído; - Válvula de expansão com defeito; - Placa da embreagem travada; - Falta de fluido refrigerante em outros componentes, como mangueiras, condensador, ...; - Falta lubrificação interna; - Comutador do comando da 	4	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção visual; - Revisão de 500h. 	8	256

									caixa de ar não está acionando o compressor.				
			MF04	Sensores queimados	Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	6	- Chicote elétrico danificado; - Curto-circuito; - Superaquecimento; - Fusível queimado.	3	- Inspeção visual; - Verificar diagrama elétrico.	8	144
			MF05	Energia elétrica ausente.	Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	7	- Chicote elétrico danificado; - Curto-circuito; - Fusíveis queimados; - Bateria descarregada; - Alternador queimado.	3	- Inspeção visual.	7	147
			MF06	Painel de comando operador danificado.	- Display apagado; - Aparelho não liga	Equipamento indisponível	Operação parada	7	- Chicote elétrico danificado; - Ligações curto-circuitadas; - Fusível queimado;	4	- Manual de operação; - <i>checklist</i> operacional	7	196
		FF02	MF07	Vazamento de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante.	Aparelho não atende as especificações.	Equipamento indisponível	Operação parada	5	- Conexões frouxas; - Vedações dando passagem; - Mangueiras ou tubos furados; - Condensador furado.	3	- Inspeção visual.	8	120
		Não mantém a temperatura desejada, (entre 18° C e 22 °C)	MF08	Não há refrigeração de ar no habitáculo.	Não há refrigeração na cabine.	Opera com restrições	Opera com restrições	4	-Termostato curto-circuitado; - Compressor com defeito;	3	- Inspeção visual;	8	96

										<ul style="list-style-type: none"> - Filtro secador obstruído; - Excesso ou falta de fluido refrigerante; - Válvula expansão travada ou aberta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar diagrama elétrico. 		
			MF09	Evaporador com defeito	Ar funciona continuamente	Opera com restrições	Opera com restrições	5	2	<ul style="list-style-type: none"> - Serpentina obstruída ou furada; - Congelamento na serpentina; - Vedações ineficientes; - Fixações da estrutura ineficientes; - Tubulações furadas; - Sensor de temperatura desarmado; - Válvula de expansão obstruída; - Falta lubrificação interna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar diagrama elétrico; - Inspeções visuais; - Revisão 250h. 	7	70
			MF10	Pane elétrica nos componentes da caixa de ar.	Perda de rendimento do equipamento	Opera com restrições	Opera com restrições	5	4	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor de temperatura de arrefecimento queimado; - Atuadores não acionam; - Chicote elétrico do termostato rompido; 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar diagrama elétrico; - Inspeções visuais. 	8	160

									<ul style="list-style-type: none"> - Painel de controle desconectado; - Eletroventilador travado ou bloqueado por corpo estranho; - Fusíveis de proteção abertos; - Comutador do comando da caixa de ar não está acionando o compressor. 					
		FF03	Não desliga automaticamente.	MF11	Condensador com deficiência na rejeição do calor.	Perda de rendimento do equipamento	Opera com restrições	Opera com restrições	6	<ul style="list-style-type: none"> - Aletas da serpentina amassadas, - Mangueira, colmeia ou serpentina obstruída ou furada; - Excesso de fluido refrigerante; - Filtro secador obstruído; - Válvula de expansão travada; - Ventilador sist. arrefecimento não aciona; - Termostato desarmado; - Falta lubrificação interna. 	6	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar diagrama elétrico; - Inspeções visuais; - Revisão de 500h. 	7	252

				MF12	Termostato não aciona.	Fluxo contínuo de ar na cabine.	Perda de rendimento do equipamento	Poderá diminuir a produção da operação	4	<ul style="list-style-type: none"> - Chicote elétrico danificado; - Ligação em curto-circuito; - Superaquecimento; - Fusível queimado; - Sensor térmico com contatos colados. 	3	- Verificar diagrama elétrico.	8	96
				MF13	Pressostato sem indicação	Fluxo contínuo de ar na cabine.	Perda de rendimento do equipamento	Poderá diminuir a produção da operação	4	<ul style="list-style-type: none"> - Chicote elétrico danificado; - Ligação em curto-circuito; - Módulo não aciona o eletroventilador. 	3	- Verificar diagrama elétrico.	8	96
				MF14	Painel do operador danificado	Temperatura não poderá ser alterada	Perda de rendimento do equipamento	Poderá diminuir a produção da operação	4	<ul style="list-style-type: none"> - Chicote elétrico danificado; - Curto-circuito; - Superaquecimento; - Fusível queimado 	4	- Verificar diagrama elétrico.	8	128
		FF04	Ar condicionado parou de funcionar	MF15	Compressor (ligado) com excesso de ruído	Oscilação de temperatura na cabine	Perda de rendimento do equipamento	Operação com restrição	4	<ul style="list-style-type: none"> - Mangueiras ou tubos em atrito com a carroceria; - Suporte quebrado ou parafusos com torque fora da especificação; - Correia frouxa; - Componentes internos danificados; 	4	Inspeções visuais;	8	128

									- Falta de lubrificação.					
				MF16	Ventilador de arrefecimento (ventoinha) não funciona	Não há condicionamento de ar na cabine.	Equipamento indisponível	Operação parada	6	- Motor queimado; - Chicote elétrico danificado; - Rolamento travado; - Conjunto desbalanceado; - Pás quebradas.	2	Inspeções visuais. - Verificar diagrama elétrico	6	72
				MF17	Acoplamento da embreagem do compressor não atraca	Não há refrigeração de ar na cabine	Equipamento indisponível	Operação parada	6	- Rolamento travado; - Embreagem magnética travada; - Correia frouxa; - Bobina superaquecida; - Baixo nível de Líquido refrigerante.	3	Inspeções visuais. - Revisão de 250h	7	168
				MF18	Pressostato ou termostato desarmado	Não há condicionamento de ar na cabine	Equipamento indisponível	Operação parada	6	- Sensor do termostato danificado; - Aumento ou diminuição da pressão no sistema, - Temperatura e/ou pressão fora dos limites de segurança; - Filtro anti-pólen entupido; - Obstrução parcial da tubulação do compressor.	4	Inspeções visuais; - Revisão de 2000h	8	192

**APÊNDICE F – ETAPA 4 - SELEÇÃO DAS FUNÇÕES SIGNIFICANTES E
CLASSIFICAÇÃO DE SEUS MODOS FALHA**

Etapa 4 - Seleção das Funções Significantes e Classificação de seus Modos de Falha							
Responsável pela Análise: Luciano Saldanha			Equipe: Equipe da Manutenção			Data: 22/06/2018	
Auditado por:					Página / De: 1/2		
Sistema: Refrigeração					Id_Sistema: RF01		
Subsistema Analisado: Ar Condicionado					Id_Subsistema: AC01		
Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha é Evidente?	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente?	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha tem consequências Econômicas e/ou Operacionais?	Categoria ESA – Evidente Segurança Ambiente EEO – Evidente Econômico Operacional OSA – Oculto Segurança Ambiente OEO – Oculto Econômico Operacional
FC01	FF01	MF01	Botão de controle comando travado.	S	N	S	EEO
FC01	FF01	MF02	Falha elétrica.	N	S	N	OSA
FC01	FF01	MF03	Compressor não aciona.	N	N	S	OEO
FC01	FF01	MF04	Sensores queimados	N	N	S	OEO
FC01	FF01	MF05	Energia elétrica ausente.	N	N	S	OEO
FC01	FF01	MF06	Painel de comando do operador danificado	S	N	S	EEO
FC01	FF01	MF07	Vazamento de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante.	N	N	S	OEO
FC01	FF02	MF08	Não há refrigeração de ar na cabine.	S	N	S	EEO

Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Modo de Falha	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha é Evidente?	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha afeta a Segurança e/ou o Meio Ambiente?	A Falha Funcional ou o Efeito do Modo de Falha tem consequências Econômicas e/ou Operacionais?	Categoria ESA – Evidente Segurança Ambiente EEO – Evidente Econômico Operacional OSA – Oculto Segurança Ambiente OEO – Oculto Econômico Operacional
FC01	FF02	MF09	Evaporador com defeito	N	N	S	OEO
FC01	FF02	MF10	Pane elétrica nos componentes da caixa de ar.	N	N	S	OEO
FC01	FF02	MF11	Condensador com deficiência na rejeição do calor.	N	N	S	OEO
FC01	FF03	MF12	Termostato não aciona.	N	N	S	OEO
FC01	FF03	MF13	Pressostato sem indicação	N	N	S	OEO
FC01	FF03	MF14	Painel do operador danificado	S	N	S	EEO
FC01	FF03	MF15	Compressor (ligado) com excesso de ruído	N	N	S	OEO
FC01	FF04	MF16	Ventilador de arrefecimento (ventoinha) não funciona	S	N	S	EEO
FC01	FF04	MF17	Acoplamento da embreagem do compressor não atraca	N	N	S	OEO
FC01	FF04	MF18	Pressostato ou termostato desarmado	N	N	S	OEO

**APÊNDICE G – ETAPA 5 SELEÇÃO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO
APLICÁVEL E EFETIVAS -**

Etapa 5 - Seleção das Tarefas de Manutenção Aplicáveis e Efetivas													
Responsável pela Análise: Luciano Saldanha				Equipe: Equipe da Manutenção						Data: 15/06/2018			
Auditado por: N.A.										Página / De: 1/3			
Sistema: Refrigeração										Id_Sistema: RF01			
Subsistema Analisado: Ar Condicionado										Id_Subsistema: AC01			
Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Consequência ESA – Evidente Segurança Ambiente EEO – Evidente Econômico Operacional OSA – Oculto Segurança Ambiente OEO – Oculto Econômico Operacional	Tarefas Possíveis							Tarefa Proposta	Id da Tarefa	
				Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva	Substituição Preventiva	Inspeção Funcional	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto			Reparo Funcional
FCO 1	FFO 1	MFO 1	EEO								X	1) Substituir componente quando apresentar falha. Obs.: * Se trocar evaporador, adicionar 75ml de óleo novo à peça nova, Se trocar condensador, adicionar 30ml de óleo novo à peça nova, Se trocar Filtro Secador, adicionar 50ml de óleo novo à peça nova. Se trocar Mangueiras ou tubos, adicione 15ml de óleo novo.	TF01
FCO 1	FFO 1	MFO 2	OSA					X				1) Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas; 2) Medir resistência da bobina de acionamento do compressor.	TF02
FCO 1	FFO 1	MFO 3	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar rolamentos e alinhamento das polias; 3) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante no sistema.	TF03
FCO 1	FFO 1	MFO 4	OEO								X	1) Substituir componente quando apresentar falha.	TF04

Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Consequência ESA – Evidente Segurança Ambiente EEO – Evidente Econômico Operacional OSA – Oculto Segurança Ambiente OEO – Oculto Econômico Operacional	Tarefas Possíveis								Tarefa Proposta	Id_Tarefa
				Serviço Operacional	Inspeção Preditiva	Restauração Preventiva	Substituição Preventiva	Inspeção Funcional	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto	Reparo Funcional		
FCO1	FFO1	MF05	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há rompimento ou mau contato na fiação e conexões.	TF05
FCO1	FFO1	MF06	EEO								X	1) Substituir componente quando apresentar falha; *	TF06
FCO1	FFO1	MF07	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema;	TF07
FCO1	FFO2	MF08	EEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema;	TF08
FCO1	FFO2	MF09	OEO					X			X	1) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema; 2) Fazer limpeza no evaporador; 3) Substituir fluido refrigerante.	TF09
FCO1	FFO2	MF10	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar painel quanto a conexão de seus componentes; 3) Inspecionar eletroventilador quanto a obstrução	TF10
FCO1	FFO2	MF11	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema; 3) Substituir fluido refrigerante.	TF11

Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Consequência ESA – Evidente Segurança Ambiente EEO – Evidente Econômico Operacional OSA – Oculto Segurança Ambiente OEO – Oculto Econômico Operacional	Tarefas Possíveis							Tarefa Proposta	Id_Tarefa	
				Serviço Operacional	Insp eção Predi tiva	Rest aura ção Prev entiv a	Substituição Preventiva	Inspeção Funcional	Manutenção Combinada	Mudança de Projeto			Reparo Funcional
FC01	FF03	MF12	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas.	TF12
FC01	FF03	MF13	OEO					X			X	1) Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas.	TF13
FC01	FF03	MF14	EEO								X	1) Substituir componente quando apresentar falha; *	TF14
FC01	FF03	MF15	OEO					X			X	1) Inspecionar se há mangueiras ou tubos em atrito com outros componentes ou carroceria; 2) Substituir componente quando apresentar falha; *	TF15
FC01	FF04	MF16	EEO								X	1) Substituir componente quando apresentar falha; *	TF16
FC01	FF04	MF17	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas; 3) Medir resistência da bobina de acionamento do compressor.	TF17
FC01	FF04	MF18	OEO					X			X	1) Substituir componente quando apresentar falha; * 2) Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante no sistema.	TF18

**APÊNDICE H – ETAPA 6- DEFINIÇÃO DOS INTERVALOS INICIAIS E
AGRUPAMENTO DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO**

Etapa 6 - Definição dos Intervalos Iniciais e Agrupamento das Tarefas de Manutenção

Responsável pela Análise: Luciano Saldanha				Equipe: Equipe da Manutenção		Data: 22/06/2018	
Auditado por:				Página / De: 1/3			
Sistema: Refrigeração				Id_Sistema: RF01			
Subsistema Analisado: Ar Condicionado				Id_Subsistema: AC01			
Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Id_Tarefa	Descrição da Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento da Tarefa	Equipe Responsável
FC01	FF01	MF01	TF01	1.Substituir componente quando apresentar falha. Obs.: * Se trocar evaporador, adicionar 75ml de óleo novo à peça nova, Se trocar condensador, adicionar 30ml de óleo novo à peça nova, Se trocar Filtro Secador, adicionar 50ml de óleo novo à peça nova. Se trocar Mangueiras ou tubos, adicione 15ml de óleo novo.	N.A.	N.A.	MANUTENÇÃO
FC01	FF01	MF02	TF02	1.Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas, 2. medir resistência da bobina de acionamento do compressor.	500h	Item 1: incluir Revisão de 500h.	MANUTENÇÃO

Id_Função	Id_Falha_Função	Id_Modo de Falha	Id_Tarefa	Descrição da Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento da Tarefa	Equipe Responsável
FC01	FF01	MF03	TF03	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar rolamentos e alinhamento das polias, 3.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema	500h 1000h	Item 2: incluir Revisão de 500h; Item 3: incluir na Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF01	MF04	TF04	1.Substituir componente quando apresentar falha.	N.A.	N.A.	MANUTENÇÃO
FC01	FF01	MF05	TF05	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2. Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas;	500h	Item 2: incluir Revisão de 500h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF01	MF06	TF06	1.Substituir componente quando apresentar falha; *	N.A.	N.A.	MANUTENÇÃO
FC01	FF01	MF07	TF07	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema;	1000h	Item 2: incluir Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF02	MF08	TF08	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema.	1000h	Item 2: incluir Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF02	MF09	TF09	1.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema; 2.Fazer limpeza no evaporador; 3.Substituir fluido refrigerante.	1000h	Item 1: incluir Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF02	MF10	TF10	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar painel quanto a conexão de seus componentes; 3.Inspecionar eletroventilador quanto a obstrução	1000h	Item 2 e 3: incluir Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO

Id_Função	Id_Falha_Funcional	Id_Modo de Falha	Id_Tarefa	Descrição da Tarefa Proposta	Intervalo Inicial	Agrupamento da Tarefa	Equipe Responsável
FC01	FF02	MF11	TF11	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante e/ou óleo lubrificante pelas conexões, mangueiras e demais componentes do sistema; 3.Substituir fluido refrigerante.	1000h	Item 2: incluir Revisão de 1000h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF03	MF12	TF12	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas.	500h	Item 2: incluir Revisão de 500h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF03	MF13	TF13	1.Inspecionar se há rompimento ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas.	500h	Item 1: incluir Revisão de 500h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF03	MF14	TF14	1.Substituir componente quando apresentar falha; *	N.A.	N.A.	MANUTENÇÃO
FC01	FF03	MF15	TF15	1.Inspecionar se há mangueiras ou tubos em atrito com outros componentes ou carroceria; 2.Substituir componente quando apresentar falha; *	250h	Item 1: incluir Revisão de 250h.	MANUTENÇÃO
FC01	FF04	MF16	TF16	1.Substituir componente quando apresentar falha; *	N.A.	N.A.	MANUTENÇÃO
FC01	FF04	MF17	TF17	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2. Inspecionar se há rompimentos ou mau contato nas fiações e conexões mal encaixadas; 3.Medir resistência da bobina de acionamento do compressor (usar multímetro).	500h 1000h	Item 2: incluir Revisão de 500h; Item 3: incluir Revisão de 1000h.	MANUETENÇÃO
FC01	FF04	MF18	TF18	1.Substituir componente quando apresentar falha; * 2.Inspecionar se há vazamentos de fluido refrigerante (usar detector de vazamentos) e/ou óleo lubrificante no sistema.	1000h	Item 2: incluir Revisão de 1000h.	MANUETNÇÃO

APÊNDICE I – ETAPA 7 - PLANO DE MANUTENÇÃO ANTES DO MCC

Serviço	Tipo
003	PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - VOLVO L110E
DIÁRIA	
102013	VERIFICAR NÍVEL DO FLUIDO DO RADIADOR
103033	DRENAR O SEPARADOR DE ÁGUA NO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL
116013	VERIFIQUE O NÍVEL DE ÓLEO HIDRÁULICO COMPLETANDO SE NECESSÁRIO
301011	LUBRIFICAR AS DOBRADIÇAS DA PORTA DA CABINE
701020	VERIFIQUE VAZAMENTOS DIVERSOS
701022	LUBRIFIQUE AS SEDES DOS ROLAMENTOS DOS CILINDROS DE DIREÇÃO
701023	LUBRIFIQUE OS DOIS LADOS DO EIXO TRASEIRO
701024	LUBRIFIQUE O MANCAL SUPERIOR DA JUNTA DO CHASSI
701025	LUBRIFIQUE O QUADRO DE ELEVAÇÃO
701027	VERIFIQUE O NÍVEL DO ÓLEO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO COMPLETANDO SE NECESSÁRIO
701028	LUBRIFIQUE OS EIXOS DOS CARDANS E ROLAMENTO DE APOIO
801002	REALIZAR LAVAGEM A FRIO
1010001	LUBRIFIQUE OS PINOS E BUCHAS
1010002	LUBRIFIQUE AS CRUZETAS
1010003	LUBRIFIQUE OS ROLAMENTOS
1010004	REALIZAR A PULVERIZAÇÃO NO EQUIPAMENTO
1010005	CALIBRAGEM DE PNEUS
250 HORAS	
101007	TROQUE O FILTRO DO ÓLEO LUBRIFICANTE DO MOTOR
101030	VERIFIQUE OS FILTROS DO AR CONDICIONADO E SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
101049	SERVICO TROCAR FILTRO RACOR
101050	TROQUE O ÓLEO LUBRIFICANTE DO MOTOR
101083	TROQUE O FILTRO DE COMBUSTÍVEL
101092	VERIFIQUE OS FILTROS DE AR DO MOTOR E SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
101104	LIMPEZA DO PRÉ-FILTRO EM BANHO DE ÓLEO
102005	VERIFIQUE A CORREIA DO MOTOR, SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
102016	SERVICO LAVAR RADIADOR
102040	VERIFICAR E OU LIMPAR O RADIADOR DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO
110091	VERIFICAR A UNIDADE DE EVAPORADOR , LIMPAR QUANDO NECESSARIO
201003	SERVICO DE CALIBRAGEM DE PNEUS
801007	COLETAR AMOSTRAS DE ÓLEO DOS COMPARTIMENTOS PARA ANÁLISE
701026	VERIFICAR O NÍVEL DO ÓLEO LUBRIFICANTE DOS EIXOS
500 HORAS	
101087	VERIFIQUE A TENSÃO DA CORREIA DO AR CONDICIONADO, SUBSTITUINDO SE NECESSÁRIO
101089	VERIFICAR A FOLGA DO ROTOR DO TURBO ALIMENTADOR
101095	VERIFICAR O ESTADO E TENSÃO DA CORREIA POLI V
503020	VERIFICAR E OU LIMPAR CONDENSADOR DO AR CONDICIONADO
701019	VERIFICAR OS NÍVEIS DE ÓLEOS NOS COMPARTIMENTOS
1000 HORAS	
101023	SUBSTITUIR O FILTRO AR DA CABINE
101093	SUBSTITUIR O ELEMENTO INTERNO E EXTERNO DO FILTRO DE AR SECO
105034	SUBSTITUIR ÓLEO DA TRANSMISSÃO E LIMPEZA DA TELA
105036	TROQUE O FILTRO DE RESPIRO DA TRANSMISSÃO
110084	VERIFIQUE O SISTEMA DE FREIO
116018	DRENAR E LIMPAR A CONDENSACAO DO SISTEMA HIDRAULICO
2000 HORAS	
101072	VERIFICAR REGULAGEM NAS VALVULAS DO MOTOR
101101	AJUSTAR O GIRO DO MOTOR RALENTI E GOVERNADA
103032	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL
107006	SUBSTITUIR ÓLEO DO EIXO DIANTEIRO
107007	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO EIXO DIANTEIRO
108014	SUBSTITUIR ÓLEO DO EIXO TRASEIRO
108015	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO EIXO TRASEIRO
116002	TROQUE O ÓLEO DO SISTEMA HIDRÁULICO
116014	TROQUE O FILTRO DE RESPIRO DO SISTEMA HIDRÁULICO
116017	TROQUE O FILTRO DO SISTEMA HIDRÁULICO
118052	SUBSTITUIR OS FILTROS DO PURIFICADOR DE AR
701079	TROQUE O FILTRO DE ÓLEO DE RETORNO DO SISTEMA HIDRÁULICO
4000 HORAS	
110093	EFETUAR PRÉ-CARGA DE ROLAMENTOS NOS EIXOS DIANTEIROS E TRASEIROS
6000 HORAS	
102034	TROQUE O LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO
Cód. Usuário: 231	
WFCCFS01MEGAS\28\FORMATOS\TEMP\FROTA\Temp_FWCTPM1RD05MEGAFROTA_luciano.silvalj3_Listagem_PlanosManutencao.rpt	

APÊNDICE J – ETAPA 7 - PLANO DE MANUTENÇÃO POSTERIOR AO MCC

Serviço	Tipo
003	PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - VOLVO L110E
DIÁRIA	
102013	VERIFICAR NÍVEL DO FLUIDO DO RADIADOR
103033	DRENAR O SEPARADOR DE ÁGUA NO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL
116013	VERIFIQUE O NÍVEL DE ÓLEO HIDRÁULICO COMPLETANDO SE NECESSÁRIO
301011	LUBRIFICAR AS DOBRADIÇAS DA PORTA DA CABINE
701020	VERIFIQUE VAZAMENTOS DIVERSOS
701022	LUBRIFIQUE AS SEDES DOS ROLAMENTOS DOS CILINDROS DE DIREÇÃO
701023	LUBRIFIQUE OS DOIS LADOS DO EIXO TRASEIRO
701024	LUBRIFIQUE O MANCAL SUPERIOR DA JUNTA DO CHASSI
701025	LUBRIFIQUE O QUADRO DE ELEVAÇÃO
701027	VERIFIQUE O NÍVEL DO ÓLEO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO COMPLETANDO SE NECESSÁRIO
701028	LUBRIFIQUE OS EIXOS DOS CARDANS E ROLAMENTO DE APOIO
801002	REALIZAR LAVAGEM A FRIO
1010001	LUBRIFIQUE OS PINOS E BUCHAS
1010002	LUBRIFIQUE AS CRUZETAS
1010003	LUBRIFIQUE OS ROLAMENTOS
1010004	REALIZAR A PULVERIZAÇÃO NO EQUIPAMENTO
1010005	CALIBRAGEM DE PNEUS
250 HORAS	
101007	TROQUE O FILTRO DO ÓLEO LUBRIFICANTE DO MOTOR
101030	VERIFIQUE OS FILTROS DO AR CONDICIONADO E SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
101049	SERVICO TROCAR FILTRO RACOR
101050	TROQUE O ÓLEO LUBRIFICANTE DO MOTOR
101083	TROQUE O FILTRO DE COMBUSTÍVEL
101092	VERIFIQUE OS FILTROS DE AR DO MOTOR E SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
101104	LIMPEZA DO PRÉ-FILTRO EM BANHO DE ÓLEO
102005	VERIFIQUE A CORREIA DO MOTOR, SUBSTITUA SE NECESSÁRIO
102016	SERVICO LAVAR RADIADOR
102040	VERIFICAR E OU LIMPAR O RADIADOR DO SISTEMA DE ARREFECIMENTO
110091	VERIFICAR A UNIDADE DE EVAPORADOR , LIMPAR QUANDO NECESSARIO
201003	SERVICO DE CALIBRAGEM DE PNEUS
601007	COLETAR AMOSTRAS DE ÓLEO DOS COMPARTIMENTOS PARA ANÁLISE
701026	VERIFICAR O NÍVEL DO ÓLEO LUBRIFICANTE DOS EIXOS
501001	INSPECIONAR SE HÁ MANGUEIRAS OU TUBOS EM ATRITO COM OUTROS COMPONENTES OU CARROCERIA
500 HORAS	
101087	VERIFIQUE A TENSÃO DA CORREIA DO AR CONDICIONADO, SUBSTITUINDO SE NECESSÁRIO
101089	VERIFICAR A FOLGA DO ROTOR DO TURBO ALIMENTADOR
101095	VERIFICAR O ESTADO E TENSÃO DA CORREIA POLI V
503020	VERIFICAR E OU LIMPAR CONDENSADOR DO AR CONDICIONADO
701019	VERIFICAR OS NÍVEIS DE ÓLEOS NOS COMPARTIMENTOS
501002	INSPECIONAR SE HÁ ROMPIMENTOS OU MAU CONTATO NAS FIAÇÕES E CONEXÕES MAL ENCAIXADAS
501003	INSPECIONAR ROLAMENTOS E ALINHAMENTO DAS POLIAS
1000 HORAS	
101023	SUBSTITUIR O FILTRO AR DA CABINE
101093	SUBSTITUIR O ELEMENTO INTERNO E EXTERNO DO FILTRO DE AR SECO
105034	SUBSTITUIR ÓLEO DA TRANSMISSÃO E LIMPEZA DA TELA
105036	TROQUE O FILTRO DE RESPIRO DA TRANSMISSÃO
110064	VERIFIQUE O SISTEMA DE FREIO
116018	DRENAR E LIMPAR A CONDENSACAO DO SISTEMA HIDRAULICO
501004	INSPECIONAR SE HÁ VAZAMENTOS DE FLUIDO REFRIGERANTE E/OU ÓLEO LUBRIFICANTE NO SISTEMA
501005	INSPECIONAR SE HÁ VAZAMENTOS DE FLUIDO REFRIGERANTE (USAR DETECTOR DE VAZAMENTOS) E/OU ÓLEO LUBRIFICANTE PELAS CONEXÕES, MANGUEIRAS E DEMAIS COMPONENTES DO SISTEMA
501006	INSPECIONAR PAINEL QUANTO A CONEXÃO DE SEUS COMPONENTES
501007	INSPECIONAR ELETROVENTILADOR QUANTO A OBSTRUÇÃO
501008	MEDIR RESISTÊNCIA DA BOBINA DE ACIONAMENTO DO COMPRESSOR (USAR MULTÍMETRO)
2000 HORAS	
101072	VERIFICAR REGULAGEM NAS VALVULAS DO MOTOR
101101	AJUSTAR O GIRO DO MOTOR RALENTI E GOVERNADA
103032	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO SISTEMA DE COMBUSTÍVEL
107006	SUBSTITUIR ÓLEO DO EIXO DIANTEIRO
107007	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO EIXO DIANTEIRO
108014	SUBSTITUIR ÓLEO DO EIXO TRASEIRO
108015	TROQUE O FILTRO DO RESPIRO DO EIXO TRASEIRO
116002	TROQUE O ÓLEO DO SISTEMA HIDRÁULICO
116014	TROQUE O FILTRO DE RESPIRO DO SISTEMA HIDRÁULICO
116017	TROQUE O FILTRO DO SISTEMA HIDRÁULICO
118052	SUBSTITUIR OS FILTROS DO PURIFICADOR DE AR
701079	TROQUE O FILTRO DE ÓLEO DE RETORNO DO SISTEMA HIDRÁULICO
4000 HORAS	
110093	EFETUAR PRÉ-CARGA DE ROLAMENTOS NOS EIXOS DIANTEIROS E TRASEIROS
6000 HORAS	
102034	TROQUE O LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO