

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE**

LUIZ PEDRO KLEIN

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA EM
VEÍCULO DE CARGA FRIGORÍFICA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

LUIZ PEDRO KLEIN

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA EM
VEÍCULO DE CARGA FRIGORÍFICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Rodrigues

Co-orientador: Josiane Maria Klein

CURITIBA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica
Especialização em Engenharia da Confiabilidade



TERMO DE APROVAÇÃO

**MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA EM VEÍCULO DE
CARGA FRIGORIFICA**

por

LUIZ PEDRO KLEIN

Esta monografia foi apresentada em 10 de novembro de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Marcelo Rodrigues, Dr. Eng.
Professor Orientador - UTFPR

Prof. Carlos Henrique Mariano Dr.
Membro Titular da Banca - UTFPR

Prof. Marcelo Rodrigues Dr.
Membro Titular da Banca - UTFPR

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

KLEIN, Luiz Pedro. **MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA EM VEÍCULO DE CARGA FRIGORÍFICA**. 2017. Número total de folhas. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Os equipamentos mecânicos na atualidade operam dentro de parâmetros, visando redução de custos e ganho com disponibilidade e confiabilidade. A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é um método que pode auxiliar as empresas a desenvolverem um plano de manutenção sistemático, alcançando sua meta em relação ao custo e benefício. A MCC estabelece uma metodologia estruturada para a apuração das ações de manutenção, reduzindo possíveis falhas funcionais nos equipamentos. Propõe-se no estudo de caso, uma metodologia de construção do plano, onde as etapas do modelo proposto, são: (i) separação dos sistemas e informações, (ii) identificação das funções e falhas funcionais do sistema, (iii) Análise Crítica dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA), (iv) seleção das atividades de manutenção e (v) plano de manutenção. Este trabalho expõe utilizando o MCC como a metodologia central para chegar na disponibilidade desejada, tendo em vista a redução de falhas em veículos de carga frigorífica, identificando os componentes críticos e discernindo o histórico de manutenção.

Palavras-chave: Disponibilidade 1. Manutenção Centrada em Confiabilidade 2. Falha 3. Custos 4.

ABSTRACT

KLEIN, Luiz Pedro. RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE APPLIED TO A FRIGORIFIED LOAD VEHICLE. 2017. Total number of sheets. Monograph (Specialization in Reliability Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

The mechanical equipment currently operates within parameters, aiming at reducing costs and gain with availability and reliability. Reliability Centered Maintenance (MCC) is a method that can help companies develop a systematic maintenance plan, achieving their goal in terms of cost and benefit. The MCC establishes a structured methodology for the determination of maintenance actions, reducing possible functional failures in the equipment. It is proposed in the case study, a methodology of construction of the plan, where the steps of the proposed model are: (i) separation of systems and information, (ii) identification of functions and functional failures of the system, (iii) Failure Modes and Effects (FMEA), (iv) selection of maintenance activities and (v) maintenance plan. This work exposes using the MCC as the central methodology to arrive at the desired availability, aiming at the reduction of failures in refrigerated vehicles, identifying the critical components and discerning the maintenance history.

Keywords: Availability 1. Reliability Centered Maintenance 2. Failure 3. Costs 4.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - As quatro gerações e a sínteses de suas respectivas contribuições evolutivas.	177
Figura 2.2 - Diagrama evolutivo das quatro gerações e suas principais técnicas e metodologias.	Erro! Indicador não definido.0
Figura 3.1 - Descrição das variáveis e respectivos modelos matemáticos.	22
Figura 3.2 - Diagrama evolutivo do método MCC.	24
Figura 3.3 - Diagrama de decisão referente a priorização e escolha das atividades de manutenção.	25
Figura 4.1 - Localização da Sede e da Área Operacional da Empresa “X”.	27
Figura 4.2 - Modelo de planejamento de Manutenção.	28
Figura 4.3 - Modelo de ficha de classificação de falhas.	30
Figura 4.4 - Fluxo de apuração e análise das falhas tipo B, C, D, E, e F.	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
FMEA	<i>Failure Mode Effects & Criticality Analysis</i>
FMEA	Análise Crítica dos Modos de Falha e Efeitos
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MPT	Manutenção Produtiva Total
RCM	<i>Realibility Centered Maintanance</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo Geral.....	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
1.3	JUSTIFICATIVA	12
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2	MANUTENÇÃO: CONCEITOS E FILOSOFIAS	15
2.1	ABORDAGEM CONCEITUAL DA MANUTENÇÃO, SUA EVOLUÇÃO HISTÓRICA, TIPOS E POLÍTICAS	15
2.1.1	A evolução histórica da manutenção.....	17
3	MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC): CONCEITOS E MÉTODOS.....	22
3.1	CONCEITOS DE CONFIABILIDADE E DE MCC	22
3.1.1	Histórico da MCC	23
3.1.2	Implantação da MCC.....	24
4	ESTUDO DE CASO	27
4.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	27
4.2	PLANO DE MANUTENÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS BASEADO NA METODOLOGIA MCC.....	27
4.2.1	Treinamentos (Fase 1)	29
4.2.2	Seccionamento do veículo (Fase 2)	30
4.2.3	Análise das Falhas (Etapa 3).....	30
4.2.4	Análise da condição, causas, efeitos e consequências das falhas (Etapa 4)	31
4.2.5	Classificação e quantificação das falhas (Etapa 5)	31
4.2.6	O Planejamento das Manutenções (Etapa 6)	32
4.2.7	Definição da Periodicidade (Etapa 7)	34
4.2.8	A análise e comparação das falhas (Etapa 8)	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Os custos com manutenção representam uma parte significativa dos custos totais de produção e operação. As expectativas de clientes relacionadas à qualidade, eficiência e desempenho de equipamentos, tem exigido uma estratégia de manutenção por parte dos gestores cada vez mais sistemática.

O cenário econômico comprova a necessidade de mudar o contexto da manutenção vista dentro das empresas, deixando de ser apenas uma despesa necessária, para ser uma ferramenta essencial para o sucesso. Este tema reflete a importância da manutenção na estrutura estratégica das empresas e recentemente está sendo abordado por vários pesquisadores, sendo que todos são unânimes quanto à importância que a função manutenção tem para alcançar um adequado posicionamento no conjunto de empresas concorrentes.

O impacto potencial da manutenção ao nível de operações e logística (flexibilidade, tempo de abastecimento, qualidade, etc.) é considerável e, além disso, as implicações financeiras da manutenção são apreciáveis. O reconhecimento da manutenção como um gerador potencial de ganhos é um desenvolvimento recente. Outro desenvolvimento recente é o estudo sobre as inter-relações com as outras funções operativas da organização, que agora é relevante e tem que ser otimizado (WAEYENBERGH et al., 2002 *apud* FUENTES, 2006 p. 2).

Tsang (2002) afirma que a evolução das técnicas e métodos de manutenção deve fazer frente à: Estratégias atuais de operação, expectativas de preservação ambientais e de segurança por parte da sociedade, mudanças tecnológicas crescentes e mudanças organizacionais.

Swanson (2001) indica que cada vez mais companhias, para alcançar o que se chama "*World-Class Performance*", estão se esforçando para melhorar a qualidade, produtividade e reduzir custos, e este direcionamento passa, de forma inevitável, por uma efetiva manutenção.

O aumento dos investimentos na manutenção cresce em todos os setores econômicos, e ao se observar o cenário atual, verifica-se o reconhecimento da importância para a produção, e é evidente que a melhoria deve ser contínua para o processo, principalmente ao se considerar que esse se trata um movimento lento e gradual de mudança por parte das empresas, referente as suas filosofias empresarias e a efetiva implantação de melhoria dos processos de manutenção (PINTO, 2001).

Para Dias (2006, p 58.), ao analisar o cenário no ano de 2006, as empresas estariam descobrindo a importância de um plano estruturado de manutenção dos equipamentos por meio da aplicação dos conceitos de confiabilidade, apesar de ainda existirem empresas experimentando soluções paliativas ou alocando equipes internas para efetuar estudos, em muitos casos auxiliadas por consultores com pouca experiência no âmbito da manutenção ou pouco conhecimento de gestão aplicada na manutenção.

Deve-se ainda ressaltar que as dificuldades embaladas pela crise da economia se tornam agentes estimuladores da busca do aperfeiçoamento e da eficácia, a fim de se conseguir a sustentabilidade empresarial através da racionalização e da inovação de seus recursos e em suas estratégias de manutenção.

Entre as várias metodologias, políticas e métodos que auxiliam na gestão de atividades e custos relacionados à manutenção dos sistemas estão: a Manutenção Produtiva Total, TPM (do inglês *Total Productive Maintenance*) e a metodologia da Manutenção Centrada em Confiabilidade, MCC ou RCM, (do inglês *Reliability Centered Maintenance*).

1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

As empresas buscam aumentar a sua eficácia operacional visando melhorar seus resultados e obter vantagem competitiva no mercado em que atuam, se diferenciando positivamente de seus concorrentes. A manutenção visando o aumento da disponibilidade das máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo tem se tornado importante estrategicamente para o alcance da melhoria da performance operacional. Sendo assim, o método de MCC se apresenta como um modelo eficaz no apoio estratégico aos objetivos empresariais, fortalecendo a atividade empresarial e seu ciclo econômico em longo prazo.

Desta forma, diante da síntese contextual apresentada, se faz o seguinte questionamento: **Qual a metodologia para desenvolvimento de um plano de manutenção baseado na MCC, para uma frota de veículos de carga frigorífica de uma empresa de transporte e logística?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma proposta de metodologia para construção de um modelo de plano de manutenção baseado no método MCC, para uma frota de veículos de carga frigorífica da filial de uma empresa de transporte e logística localizada no município de Domingos Martins/ES.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conceituar a manutenção, seus métodos, planejamento e ações com foco orientado para Manutenção Centrada em Confiabilidade;
- Propor uma separação em sistemas, subsistemas e itens do veículo;
- Verificar como definir as funções e falhas funcionais;
- Descrever formas de se identificar modos de falha;
- Apresentar os elementos para se analisar a criticidade de cada componente;
- Criar proposta de modelos de desenvolvimento de planos de manutenção a partir do método utilizado.

1.3 JUSTIFICATIVA

Observando os fatores da manutenção, pode se entender que a aplicação do método MCC possui elementos que a colocam como importante para se obter um maior sucesso operacional. Deshpande (2002) afirma que a metodologia MCC oferece uma estrutura capaz de reduzir as atividades de manutenção e os custos relacionados à elas ao mínimo possível, sem afetar o desempenho da planta, qualidade do produto, a segurança ou a integridade ambiental.

A disponibilidade do veículo é essencial nas diversas atividades que o tem como um dos principais elementos do sistema de produção e para a melhoria de seu desempenho em relação a sua disponibilidade, depende principalmente da manutenção adequada, garantindo ainda a segurança e preservação do meio

ambiente, sob um controle e monitoramento eficaz.

É certo que as organizações buscam melhorar sua eficiência visando obter melhores resultados operacionais e vantagem competitiva. Ao buscarem métodos de racionalização em seu sistema produtivo através do desenvolvimento e implantação de uma filosofia de manutenção eficaz, aumenta-se a chance de sucesso em se alcançar com maior eficácia seus objetivos estratégicos.

Com o presente estudo, permite-se identificar e analisar os efeitos positivos da aplicação do método de MCC, podendo assim contribuir para que outras organizações similares, estudantes, profissionais da área de manutenção e/ou de outras correlatas, possam ter acesso a mais uma fonte de conhecimento em prol do processo contínuo de aprendizado e desenvolvimento profissional e organizacional, contribuindo ainda para que possa vir a fomentar novas tecnologias e métodos de desenvolvimento de planos de manutenção baseados no método MCC e sua implementação, fortalecendo a importância da manutenção, de seus profissionais e ampliando os investimentos empresariais em busca da eficiência operacional, que obtenham melhores resultados em suas atividades econômicas, venham gerar maior fortalecimento na contribuição da criação de emprego e renda, participando com a melhoria socioeconômico da comunidade local e do país.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As etapas do modelo de metodologia proposto são:

- I. separação dos sistemas e informações,
- II. identificação das funções e falhas funcionais do sistema,
- III. análise crítica dos modos de falha e efeitos (FMEA),
- IV. seleção das atividades de manutenção,
- V. elaboração do plano de manutenção.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 são realizados os comentários iniciais, apresentação e justificativa do tema, exposição dos objetivos, métodos de pesquisa e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 é realizada a fundamentação teórica para desenvolvimento do trabalho, descrevendo a Manutenção dos veículos, apresentando seu contexto histórico e evolução dos seus métodos e técnicas, onde são conceituados os diferentes métodos de manutenção, em função das técnicas e políticas empregadas.

No capítulo 3 são revisados os conceitos e definições empregados na MCC, sua evolução temporal, descrição das ferramentas utilizadas e descrição do fluxo de aplicação.

No capítulo 4 é apresentada a proposta descritiva de construção de um plano baseado na metodologia de implantação da MCC, com uma breve descrição operacional das etapas.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e sugestões de melhorias para trabalhos futuros.

2 MANUTENÇÃO: CONCEITOS E FILOSOFIAS

Serão apresentados, neste capítulo, os principais conceitos e tipologias de manutenção, um resumo de sua evolução histórica, abordando-se as suas gerações, aspectos do planejamento e controle da manutenção e, por fim, a descrição de algumas políticas ou filosofias estratégicas de gestão da manutenção.

2.1 ABORDAGEM CONCEITUAL DA MANUTENÇÃO, SUA EVOLUÇÃO HISTÓRICA, TIPOS E POLÍTICAS

A manutenção se trata de uma atividade em que o seu objetivo é manter um sistema, que pode ser em forma de um equipamento, máquina, veículo, entre outros, em sua condição adequada de uso, podendo ser classificada ou tipificada em: manutenção corretiva planejada e não planejada; manutenção preditiva; manutenção detectiva; e, engenharia da manutenção (PINTO; XAVIER, 2001).

De acordo com Slack et al. (2002), a manutenção pode ser compreendida como sendo uma abordagem temática que traduz a preocupação das organizações em se tentar evitar as eventuais falhas de seus mecanismos e estruturas, representado um cuidado para com suas instalações.

Tavares (2005) por sua vez, argumenta que se trata de toda e qualquer ação necessária para que algum item da organização seja mantido conservado ou venha a ser restaurado, garantido sua permanência no estado em que é especificado para a utilização adequada.

De acordo com Mirshawka e Olmedo (1993), a manutenção deve ser vista como sendo um agrupamento de atividades e da aplicação de recursos aos sistemas ou equipamentos, que visem proporcionar a garantia de sua funcionalidade dentro dos padrões de disponibilidade, de qualidade, de prazos estimados, de custos previstos e da vida útil esperada.

Segundo Dhillon (2006 *apud* Baran, 2011, p. 18), o conceito de manutenção se resume como sendo “todas as ações necessárias para manter um ativo ou restaurá-lo, para uma condição satisfatória”, no entanto, para aplicação de tal definição é imprescindível que se definam as condições satisfatórias do referido ativo, informando qual é a sua função e desempenho aguardado.

A Associação Brasileira de Norma Técnica (1994, p. 6) define em sua Norma

Regulamentadora nº 5462 de 1994 (NBR 5462/94), que a manutenção se trata de uma:

Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

Podendo-se perceber que a definição dada pela norma abrange não somente as atividades de ordem técnica, mas, inclui também as de natureza administrativa, como a supervisão, cujo objetivo esteja voltado a se manter os estados adequados dos itens para a devida utilização de acordo com os padrões almejados.

Nesse sentido, Pinto e Xavier (2001) destacam, portanto, que a partir dos conceitos pode-se afirmar que o objetivo da manutenção é de se possibilitar a garantia da disponibilidade funcional dos equipamentos e instalações de uma organização, visando o atendimento ao processo produtivo ou de prestação de serviço, mantendo-se os níveis propostos e aceitáveis de confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e dentro de uma perspectiva de custos viáveis.

Percebe-se que a função manutenção na organização é revestida de um certo nível de complexidade que demanda por uma organização e definições claras, tanto conceitualmente como de processo operacionais propriamente dito. É nesse contexto que fundamenta a afirmação de Bolgenhagen et al. (2011), ao argumentar que o processo de gerenciamento dos equipamentos, pela grande quantidade e pela sua própria complexidade inata, se torna uma tarefa árdua e difícil, sendo importante a utilização de softwares em seu apoio, assim como contar com mão de obra tecnicamente qualificada.

E visando a maior eficácia do processo de manutenção, além do conhecimento sobre a sua essência, Secco (2013) propõe ser também importante ter o conhecimento dos conceitos básicos, sobre: defeito; falha/avaria; e, pane. De acordo com dispositivo da NBR 5462/1994, defeito é todo e qualquer desvio quem vem a ocorrer sobre as características de um item, em relação aos seus atributos originais, e que pode vir a prejudicar a capacidade funcional de um equipamento, diminuindo o seu desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA, 1994).

Referente a definição de falha, a mesma norma técnica refere-se como sendo a perda da capacidade de um item ou equipamento no desempenho de sua

função, considerando-a como um evento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA, 1994). E a pane, considera no texto da NBR 5462/1994 que trata-se como sendo um estado de incapacidade de desenvolvimento da função, por parte do item. Da forma que é atribuído a falha como sendo um evento, no caso da pane a norma define como sendo um estado do equipamento, que ocorre posterior a falha.

2.1.1 A evolução histórica da manutenção

A manutenção pode ser separada em três fases, ou, como denominaram Moubray (1997) e Siqueira (2009) *apud* Baran (2011), como três gerações com características próprias e diferenciadas, conforme representado na Figura 2.1, que correspondem cada uma a um nível tecnológico de produção que promoveu o surgimento de conceitos, filosofias e atividades voltadas a manutenção, de forma inovadora.

Figura 2.1 - As quatro gerações e a sínteses de suas respectivas contribuições evolutivas.



Fonte: Mortelari; Siqueira; Pizzati (2011) *apud* Pansardi (2012, p. 18).

Referente à primeira geração, teve seu início com o surgimento da máquina a vapor criada por James Watt, que viveu no período de 1736 a 1819, havendo,

portanto, o aparecimento da necessidade de se reparar essas máquinas que foram as precursoras das demais que viriam a ser desenvolvidas para utilização na atividade industrial (DHILLON, 2006; TAVARES, 1999 *apud* BARAN, 2011).

Essa geração se estendeu até a Segunda Grande Guerra Mundial, caracterizando-se como uma época em que havia elevada mecanização nas indústrias, representada por mecanismos de sistemas simples e de uma capacidade considerada superdimensionada, e tendo o aspecto de desempenho como algo não importante, permitindo-se que ocorressem momentos de inatividade do sistema. Portanto, a função manutenção compreendia-se em se realizar as correções necessárias após o acometimento das falhas ou defeito, e rotinas operacionais básicas, como a limpeza, controle e lubrificação dos equipamentos (MOUBRAY, 1997; SIQUEIRA, 2009 *apud* BARAN, 2011).

Quanto à segunda geração, inicia-se justamente após o encerramento da Segunda Grande Guerra Mundial, no fim dos anos 1950, que com uma alta demanda de produtos e com baixa especialização da mão de obra, acabou-se por criar uma intensificação da mecanização nos processos produtivos, havendo à época a disseminação do sistema contínuo de linha de produção, que se consistia de maior número de máquinas e ainda mais complexas, elevando os custos vinculados à manutenção (MOUBRAY, 1997; SIQUEIRA, 2009 *apud* BARAN, 2011).

Essa situação acabou por promover uma expectativa referente ao fator desempenho com relação ao maquinário, ressaltando a sua condição primária de se manter a garantia da confiabilidade e disponibilidade deles, a fim de se contemplar a demanda exigida da produção, além de, acessoriamente, permitir a redução dos custos operacionais oriundos das falhas e pane das máquinas da linha de produção (KARDEC; NASCIF, 2009 *apud* BARAN, 2011).

Para Raposo (2004) e Siqueira (2009) *apud* Baran (2011), é nessa geração que se evidencia a ideia de ser proativo, antecipando-se a ocorrência do evento falha e evitando o seu estado de pane, por meio da realização de revisões amplas em uma periodicidade pré-determinada, criando-se, portanto, o conceito do que seria a manutenção preventiva ou Manutenção Baseada no Tempo (TBM).

Outra importante contribuição surgida nessa geração foi ter se iniciado nela as pesquisas científicas, inovando na criação de técnicas de manutenção baseadas na disponibilidade e desempenho do item, denominada de Manutenção Baseada em Condições (CBM) ou manutenção preditiva (RAPOSO, 2004; SIQUEIRA, 2009 *apud*

BARAN, 2011).

No que se refere à terceira geração, essa teve seu início a partir da década de 1970, a partir do momento em que as técnicas de manutenção surgidas durante a primeira e segunda geração, demonstraram não atenderem mais as necessidades diante de novas e intensas exigências dos inovadores modelos de produção, principalmente com o aumento do nível de automação nos parques industriais (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997; SIQUEIRA, 2009 *apud* BARAN, 2011).

Um dos responsáveis por essa transformação foi a instituição do modelo japonês de produção enxuta, conhecido como “*just-in-time*”, cujo conceito basilar se fundamenta no pressuposto de se manter estoques próximo de zero, produzindo de acordo com a ordem em que os pedidos de venda e, conseqüentemente, de produção, iriam sendo emitidos e através dele ordenando o início, quantitativo e fim da produção, para que se atende-se o cliente dentro do quantitativo e qualidade solicitada e, principalmente, no prazo estipulado, o que gerou ainda mais gravidade sobre qualquer falha que viesse a ocorrer no processo de produção (KARDEC; NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997; SIQUEIRA, 2009 *apud* BARAN, 2011).

Em síntese, Moubray (1997 *apud* Baran, 2011), apresentam três principais fatores para que surgisse a terceira geração de técnicas de manutenção, que são: novas expectativas dos equipamentos; novas pesquisas na área de produção e manutenção; e, novas ferramentas e técnicas de manutenção. Segundo Kardec e Nascif (2009), Moubray (1997), Siqueira (2009) *apud* Baran (2011), foi nessa geração também que surgiram:

- Descoberta de novos modos de falhas e avanço no desenvolvimento e aplicação da manutenção preditiva;
- Utilização de sistemas informatizados para o planejamento e controle da manutenção;
- Nascimento e desenvolvimento do conceito de confiabilidade na Engenharia de Manutenção e maior ênfase dos projetos industriais na confiabilidade e manutenção.

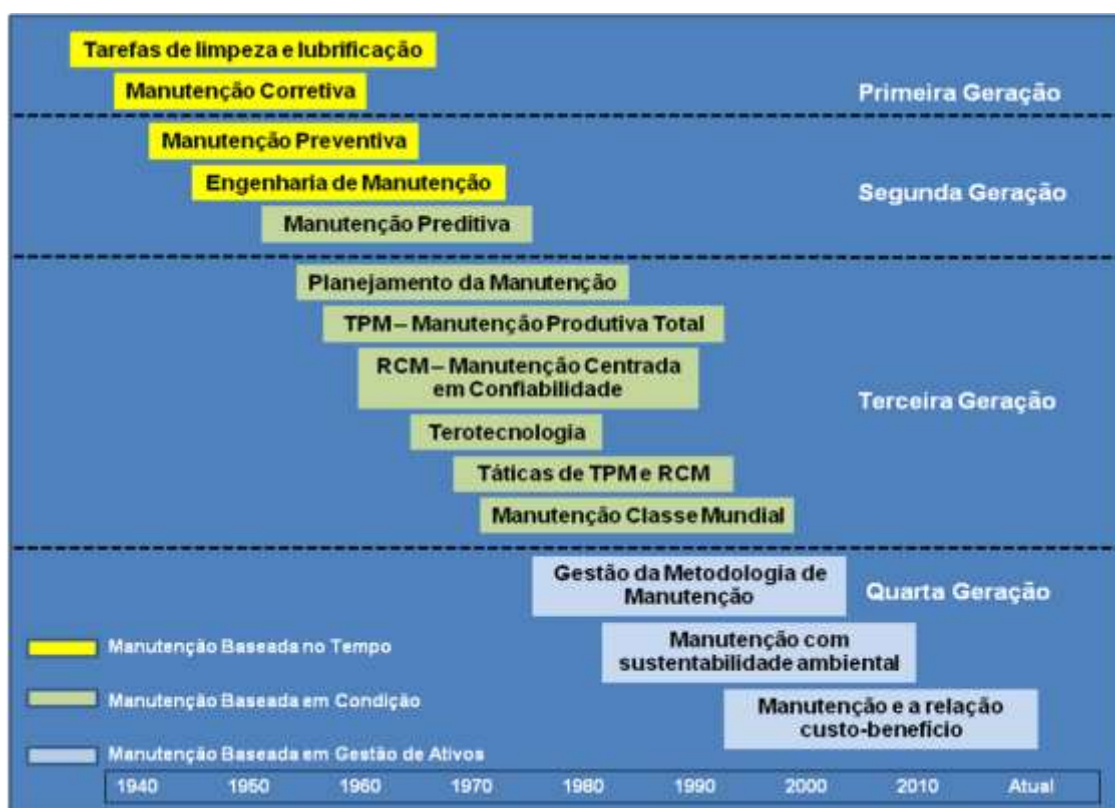
Um dos fatos que repercutiram refere-se a partir do momento que as empresas se estruturavam e alcançavam um maior nível de maturidade sobre os conceitos e aplicações das ações voltadas à manutenção, começaram a desenvolver e adotar ferramentas objetivando a gerencia e operacionalizar a função manutenção com maior eficácia, e dotando-se de maior organização o que permitiu que se alcançasse a criação de novas metodologias de manutenção, como:

“Reliability Centered Maintenance (RCM) na indústria aeronáutica americana, Total Productive Maintenance (TPM) no Japão, Terotecnologia na Inglaterra e combinação destas técnicas” (GUTIÉRREZ, 2005; KARDEC e NASCIF, 2009; MOUBRAY, 1997 *apud* BARAN, 2011, p. 21).

Na quarta geração, desenvolve-se sistemas de coleta com maior sofisticação, ocorrendo melhor gestão das metodologias de manutenção; relação custo benefício; e, mais preocupação ecológica. (MORTELARI; SIQUEIRA; PIZZATI, 2011).

É importante destacar que a evolução que culminou com as quatro gerações (Figura 2.2) não se deu de forma linear e simétrica, havendo em diversos momentos da cronologia uma convivência entre as principais técnicas e metodologias o que dependerá da própria maturidade da organização adepta a um ou outro modelo de acordo com o seu estágio evolutivo em particular.

Figura 2.2 - Diagrama evolutivo das gerações e suas principais técnicas e metodologias



Fonte: Adaptado pelo Autor (2017).

Assim como ocorreu durante a transição de uma geração à outra em que conceitos e metodologias coexistiram entre diferentes concepções, deve-se

considerar, mesmo na quarta geração, a possibilidade da inclusão de antigos conceitos em modernas soluções metodológicas de manutenção, integrando o que cada geração pode oferecer de melhor.

2.2 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Apresentou-se neste capítulo, os principais conceitos de manutenção e sua tipificação, além da abordagem histórica de sua evolução, descrevendo suas quatro gerações, tendo como ponto de partida o ano de 1940 com a primeira geração focada em atividades rotineiras como, por exemplo, lubrificação dos equipamentos e, na manutenção corretiva, culminando até contemporaneidade com o enfoque na manutenção baseada na gestão de ativos.

Se faz importante a compreensão conceitual, para que a partir desse ponto, se poder assimilar o propósito e objetivos da manutenção dentro do contexto organizacional, podendo-se explorar criticamente o tema através do embasamento obtido. Além disso, através da histografia é possível reconhecer os diferentes enfoques criados e desenvolvidos na linha do tempo, permitindo observar o que foi assimilado e o que foi modificado, ou seja, como se deu e em que resultou as modificações em um determinado período mesmo que sutilmente, para se adequar as filosofias de manutenção às filosofias gerenciais atuais, considerando que assim como o contexto social é dinâmico e mutativo, igualmente é o contexto organizacional demandando por novas concepções e aceções no âmbito gerencial e da manutenção.

No próximo capítulo após a apresentação dos conceitos e histórico da evolução da manutenção, será dada continuidade abordando-se especificamente o conceito da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), auxiliando na compreensão de uma das metodologias de gestão de manutenção mais aplicadas no seio das organizações, de forma exclusiva ou em conjunto com outros métodos existentes, auxiliando na formação da solução ao questionamento apresentado no presente estudo.

3 MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE (MCC)

Neste capítulo serão abordados os conceitos de confiabilidade e sua aplicação na MCC, visando uma melhor compreensão dessa metodologia de gestão da manutenção.

3.1 CONCEITOS DE CONFIABILIDADE E DE MCC

Segundo Lafraia (2001) e Fogliatto (2006), a confiabilidade se traduz no nível de probabilidade em que um determinado item possui em desempenhar adequadamente e satisfatoriamente, sua função determinada, por um período de tempo e condições ambientais previamente determinadas.

Complementa Fogliatto (2006) afirmando que pode-se através de modelos matemáticos (Figura 3.1), se definir probabilisticamente a confiabilidade de um determinado item, referente ao seu cumprimento com sucesso da função a que se propõe, assumindo valores que variam entre zero e um.

Figura 3.1 - Descrição das variáveis e respectivos modelos matemáticos.

Função	Descrição	Equação
Densidade de Probabilidade	Varição da probabilidade de falhas por unidade de tempo	$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$
Função Acumulada de falhas	Probabilidade de falha em um período de tempo Δt	$F(t_2) - F(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} f(t).dt$
Confiabilidade	Probabilidade de um item sobreviver em um intervalo de tempo	$R(t) = \int_t^{\infty} f(t).dt = 1 - \int_0^t f(t).dt = 1 - F(t)$
Função de risco	Taxa instantânea de falha	$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$
MTTF	Tempo médio até falha	$MTTF = \int_0^{\infty} R(t).dt$
MTBF	Tempo médio entre falhas	$MTBF = \int_0^{\infty} R(t).dt$

Fonte: Fogliatto (2001, p. 18-22).

No que se refere ao método de MCC, Moubray (2000 *apud* Souza e Lima, 2003), afirma que se trata de um processo utilizado para se estabelecer o que se deve realizar para que fique assegurado que qualquer ativo físico da organização, permaneça a executar o que os usuários desejam que seja feito, dentro do contexto

operacional vigente.

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), pode-se definir o MCC como sendo um programa que aglutina diversas técnicas de engenharia para que se garanta que os equipamentos mantenham-se funcionando dentro das suas especificações pré-determinadas. Segundo os mesmos autores, a MCC tem sido a forma mais eficaz de se lidar com os aspectos relacionados com a manutenção, creditando esse fato ao seu caráter racional e sistemático inato de ser.

Sob a ótica de Branco Filho (2000), a MCC não seriam programas, mas sim, procedimentos aplicados no escopo da engenharia da confiabilidade, objetivando a análise de eventuais falhas de equipamentos e seus desdobramentos, e as medidas que devem ser efetivadas para que a manutenção se adeque, visando a diminuição de tarefas de manutenção e a adequação dos planos de manutenção preventiva a qual a situação real exige.

No aspecto da eficácia do método da MCC, Fogliatto e Ribeiro (2009) argumentam que ela se fundamenta no extenso e intenso estudo das consequências das falhas, podendo dessa forma direcionar as tarefas de manutenção, o campo de análises no que se refere as questões associadas a segurança, meio-ambiente, a operacionalidade e aos custos, enfatizando as ações proativas e abrangendo ainda tarefas preditivas e preventivas, culminando com o combate as falhas ocultas, que colaboram para redução da confiabilidade dos itens.

3.1.1 Histórico da MCC

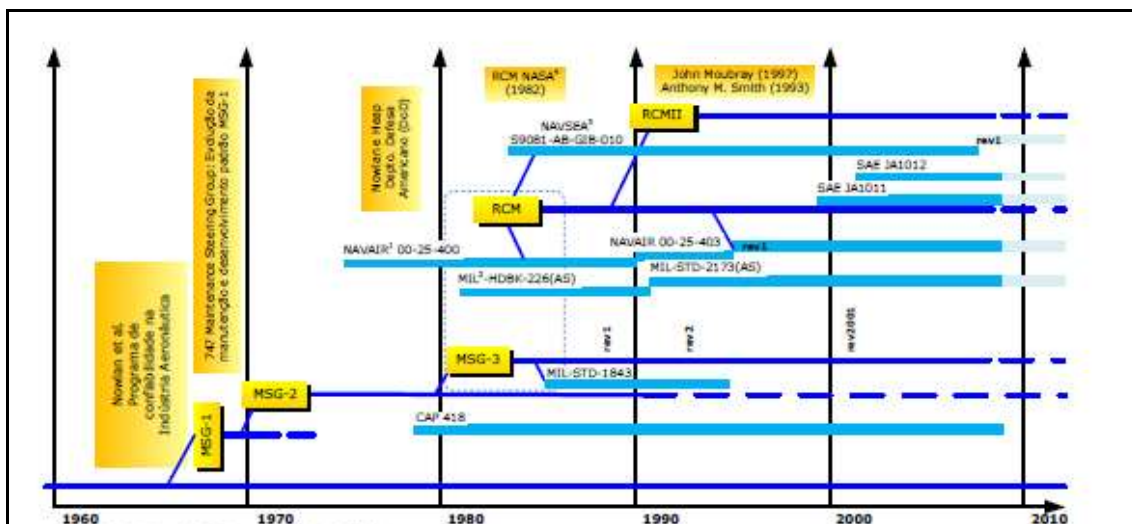
Segundo Siqueira (2009) a indústria aeronáutica, conhecida pela sua essência inovadora e de desenvolvimento de alta tecnologia, foi a que deu partida às pesquisas em torno da confiabilidade e dos efeitos das falhas em manutenção, objetivando acatar as altas exigências da FAA (*Federal Aviation Agency*), cuja preocupação era com o altíssimo índice de falhas que ocorriam em motores de diversas aeronaves daquela época.

No fim dos anos 1960, a *Air Transport Association of America* (ATA), formou a *Maintenance Steering Group* (MSG), uma força tarefa cuja objetivo era o de revisar

a aplicação das técnicas e métodos de manutenção das aeronaves até então existentes. Bem no início dos anos 1970, foram publicados os padrões denominados de MSG-1 e MSG-2, trazendo uma abordagem inovadora sobre a manutenção em aeronaves, pelo seu foco no impacto da ausência de confiabilidade na operação e segurança, sendo essa metodologia a partir de então, denominada como *Reliability-Centered Maintenance* (RCM ou MCC) (GARZA, 2002 *apud* SIQUEIRA, 2009).

Com as necessidades surgidas pela intensificação industrial a partir da década de 1980, outros setores passaram a aplicar a metodologia da MCC, principalmente nas atividades mineradoras e de manufatura. Na Figura 3.2 é possível ver a evolução dos padrões da MCC.

Figura 3.2: Diagrama evolutivo do método MCC.



Fonte: Peltokorpi (2009, p. 11) *apud* Baran (2011).

3.1.2 Implantação da MCC

De acordo com Souza e Lima (2003), para ser desenvolvida e implementada, deve-se efetuar e responder a sete questionamentos, que são:

- i. Quais as funções e padrões de desempenho esperados para os equipamentos?
- ii. De que modo os equipamentos podem falhar em cumprir suas funções?
- iii. O que causa cada falha funcional?

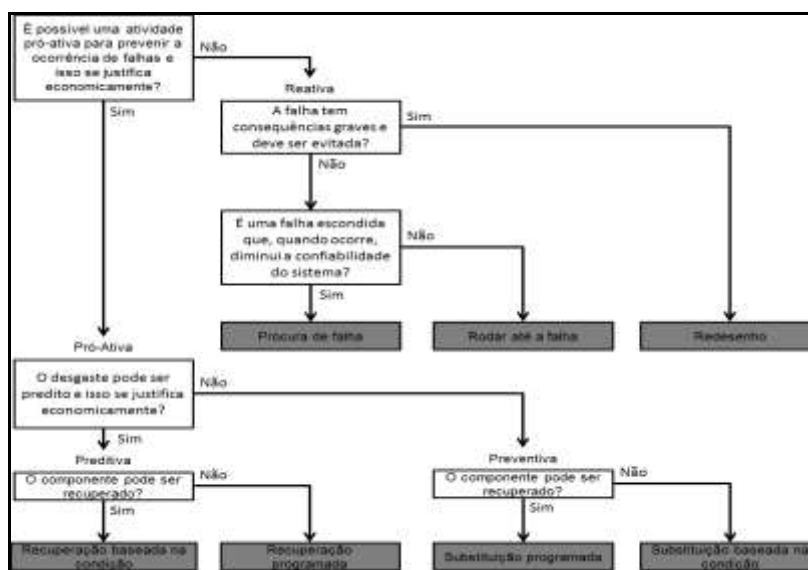
- iv. O que acontece quando cada falha ocorre?
- v. De que forma cada falha interessa?
- vi. O que pode ser feito para prevenir ou impedir cada falha?
- vii. O que deve ser feito quando não pode ser estabelecida uma atividade proativa pertinente?

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), deve-se considerar para a implantação da MCC, nove etapas que são:

[...] a escolha da equipe, a capacitação em MCC, o estabelecimento de critérios de confiabilidade, o estabelecimento da base de dados, a aplicação da FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), classificação dos componentes, seleção das atividades de Manutenções Preventivas, documentação destas atividades, estabelecimento de metas e indicadores, revisão dos programas de MCC (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009, p. 173).

No diagrama representado na Figura 3.3, possibilita a visualização e definição de qual atividade de manutenção é recomendada a cada item e seu respectivo agente causado de falha. Desta forma, pode-se afirmar que a MCC aplica um critério de priorização das atividades com denotação proativa, observando-se que o primeiro questionamento se refere quanto a possibilidade de se antecipar a alguma falha, quando não se é possível por algum motivo, a próxima ação é realizar uma avaliação da consequência da falha, caso não se considere como sendo grave, escolhe-se por uma atividade de perfil reativo.

Figura 3.3 - Diagrama de decisão referente a priorização e escolha das atividades de manutenção.



Fonte: Adaptado de Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 173).

Portanto, através da instituição do fluxo de priorização, é possível se observar uma das grandes vantagens do MCC que é aplicar técnicas de gestão que permitem a otimização dos recursos e manutenção da qualidade dos processos produtivos de uma organização. Essa é uma lógica que se enquadra dentro dos princípios de gestão dos ativos da empresa, considerando que a vida útil de máquinas e equipamentos serão prolongadas pelas ações de manutenção planejadas de acordo com cada sistema e sua utilização.

3.2 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram descritos os principais conceitos acerca de Confiabilidade e da MCC, e sua evolução histórica. Além disso, demonstrou-se a importância de se responder alguns questionamentos e de se desenvolver um diagrama que permita realizar a implantação da MCC eficazmente em uma organização.

Considerando que o método de MCC tem sido amplamente difundido na gestão de manutenção nas organizações, conhece-lo se faz necessário, somando-se a isso o fato do modelo de construção de um plano de manutenção apresentado neste estudo, tê-lo como método principal na abordagem. Desta forma, conhecer seus conceitos e características auxiliará na compreensão do plano, assim como conhecer a sua história subsidia o desenvolvimento de um olhar crítico entre o que se tinha como modelo e o que se possui atualmente como padrão.

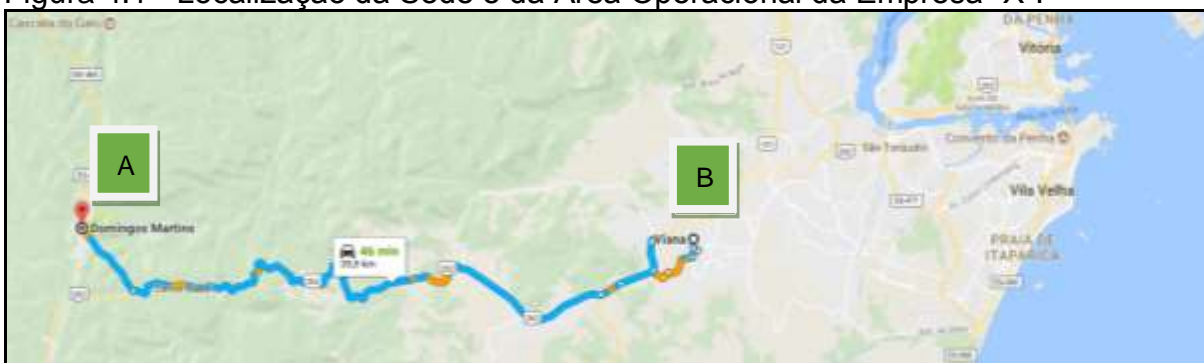
No próximo capítulo, uma vez conhecido o conceito e características da metodologia MCC, permite-se apresentar em um estudo de caso, um modelo de proposta de desenvolvimento de um plano de manutenção baseado na metodologia de MCC visando um melhor desempenho para a organização.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa utilizada no presente estudo de caso, não autorizou a divulgação do seu nome, sendo, portanto, denominada a partir deste momento como Empresa “X”. Tendo a sua fundação em data pretérita recente, iniciou suas atividades no ramo de transporte de carga frigorífica no ano de 2013, com a sua sede localizada no município de Domingos Martins – ES (Figura 4.1-A), mas, com a sua área operacional localizada na região metropolitana, exatamente no Município de Viana ES (Figura 4.1-B) estando distantes uma da outra em aproximadamente 36km.

Figura 4.1 - Localização da Sede e da Área Operacional da Empresa “X”.



Fonte: Google Maps (2017, s.p.).

Atualmente possui uma frota de quatorze caminhões exclusivos para carga frigorífica, e conta em seus quadros com trinta e dois funcionários, atendendo em média a vinte clientes diariamente, cobrindo todo o Estado do Espírito Santo. Diante de suas expectativas de crescimento e as constantes oscilações referente aos preços de insumos, principalmente referente ao combustível, investir em planejamento de manutenção da frota é um diferencial para se tornar competitiva no mercado em que atua e tem se especializado.

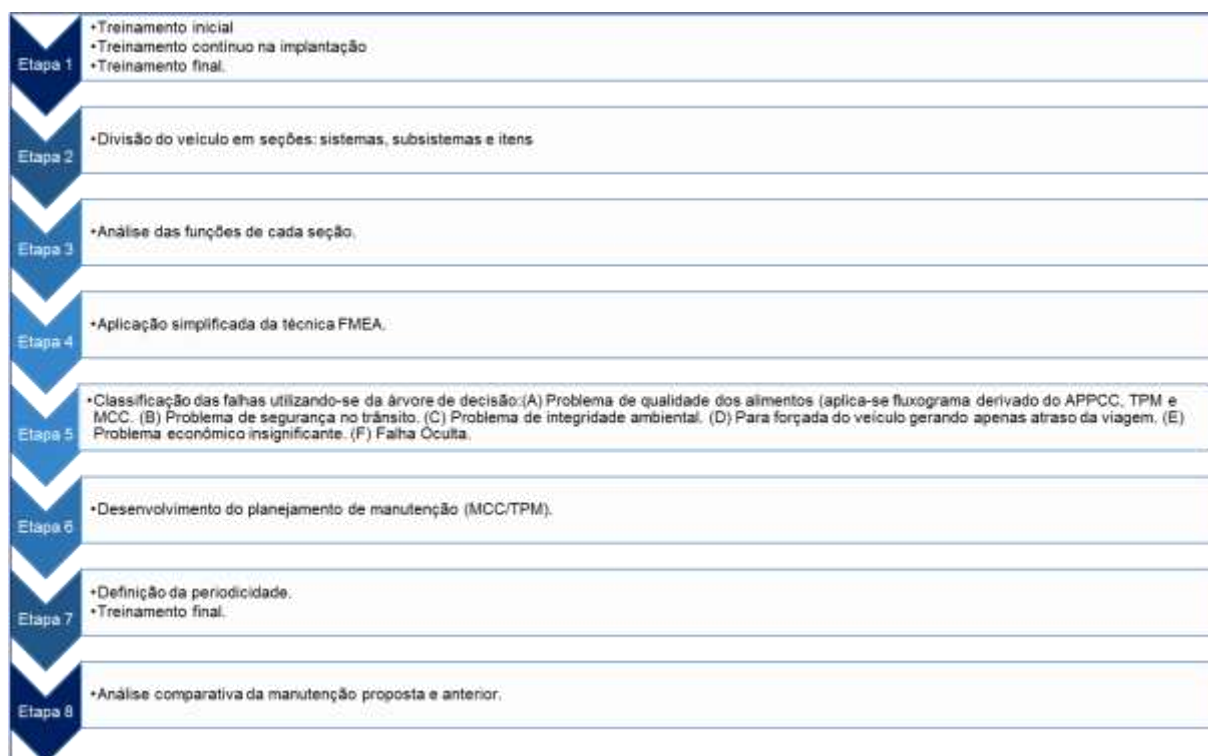
4.2 PROPOSTA DE MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE PLANO DE MANUTENÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS BASEADO NA METODOLOGIA MCC

Visando alcançar os objetivos traçados para a pesquisa, elaborou-se uma

proposta de metodologia para construção de plano de manutenção a ser aplicado na Empresa “X”, visando obter-se redução dos custos diretos e indiretos da frota, aumento da confiabilidade dos equipamentos e da segurança do veículo, da carga transportada e à terceiros, pretendendo-se desta forma, contribuir positivamente para o aumento da rentabilidade do negócio, com conseqüente aumento da lucratividade.

Na modelagem da proposta de método de desenvolvimento do plano, optou-se por também por incorporar conceitos de outras técnicas ao MCC, como: Manutenção Produtiva Total (MPT), Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), gerando assim um campo maior de abrangência e aplicabilidade e aumentando a garantia de segurança aos produtos transportados, em suma, na forma de alimentos congelados. Nele é proposto um fluxo composto por oito etapas, conforme poderá ser observado na Figura 4.2.

Figura 4.2 - Modelo de planejamento de Manutenção.



Fonte: Adaptado de Pelegrini (2013, p. 64).

Sendo assim, para melhor compreensão da metodologia para

desenvolvimento do plano, se realizará nos tópicos 4.2.1 a 4.2.8 o seu detalhamento.

4.2.1 Treinamentos (Fase 1)

A etapa de treinamentos subdivide-se em inicial e ao decurso da implantação do plano. Referente ao planejamento inicial refere-se à execução estratégica de comunicação, em que se busca orientar e conscientizar a todos os envolvidos, inclusive os clientes, da importância de se garantir a excelência da qualidade na manutenção dos veículos.

Neste momento aproveita-se para criar a equipe que será responsável por implantar o novo modelo de manutenção, sendo importante que a liderança de sua coordenação possa ser realizada por alguém experiente e profundo conhecedor das técnicas recentes e eficazes de manutenção.

O treinamento durante o decurso da implantação deve-se ocorrer de forma sistemática e contínua, sem interrupção, buscando desta maneira atualizar e reciclar o conhecimento e as práticas de todos os envolvidos no processo. Para que isso aconteça de forma eficaz, é importante que a empresa promova o ambiente adequado e disponibilize os recursos necessários para que haja de fato um melhor aproveitamento dos treinamentos e capacitações.

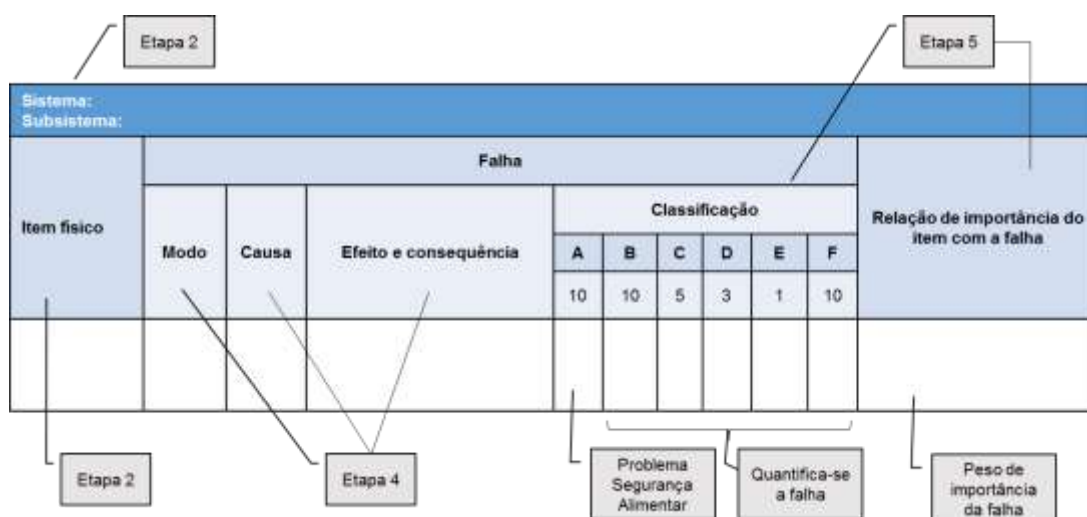
Referente ao conteúdo a ser ministrado nessa etapa, deve-se discorrer sobre: a) os princípios da qualidade; b) o conceito, técnicas e metodologias do sistema APPCC; c) transporte de carga perecível; e, d) os conceitos, técnicas e métodos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva (MCC, MTP e FMEA).

Quanto ao treinamento final, esse deverá ocorrer após a definição do planejamento de manutenção, visando-se obter a melhoria das competências profissionais dos envolvidos na manutenção, destacando-se os mecânicos, assim como a equipe de gestão e da produção, neste caso os motoristas.

4.2.2 Seccionamento do veículo (Fase 2)

A importância desta etapa dentro do planejamento da manutenção, encontra-se principalmente na possibilidade de se categorizar, qualificar e quantificar as falhas, obtendo com sua aplicação, uma radiografia dos sistemas que compõe o veículo e os impactos gerados pelas falhas, proporcionando a possibilidade de desenvolvimento de estratégias específicas para os sistemas exclusivamente, conforme pode ser observado no modelo apresentado na Figura 4.3.

Figura 4.3 - Modelo de ficha de classificação de falhas.



Fonte: Adaptado de Pelegrini (2013, p. 66).

Com a visibilidade dada pela organização obtida com a classificação e estratificação pontual das falhas, permite a execução de ações pautadas em análises com melhores níveis de certeza e, por conseguinte, de maior nível de eficácia.

4.2.3 Análise das Falhas (Etapa 3)

Esta é a fase em que se realizam as discussões sobre os sistemas categorizados e das suas possíveis falhas que poderão ocorrer, sendo que essa análise das funções e falhas funcionais se apresentam em dois momentos distintos, sendo que o primeiro refere-se a identificação e interfaces de entrada (*input*) e saída (*output*), referente as transformações que se manifestam no processamento nas

fases de alimentação (entrada) e resultado (saída) do sistema.

Neste contexto específico, pode-se considerar que a saída se trata de uma das principais origens para que se possa caracterizar a função do sistema, somando-se ainda o fato de que são associadas aos padrões de qualidade e desempenho concernentes a cada um.

Em um segundo momento, realiza-se a descrição pontual dos sistemas e de suas subdivisões, permitindo, portanto, que seja analisado quais serão os parâmetros aceitáveis para cada um referente ao desempenho, se não existe algum tipo de repetição de funções no sistema, quais são os dispositivos de proteção e os elementos que permitem realizar o devido controle.

Pode-se ainda executar a descrição dos sistemas incluindo um relato histórico de manutenções e falhas dos seus itens físicos, desenvolvendo na prática um banco e dados dessas informações que serão úteis durante o processo de manutenção. Portanto, uma vez decidido quais são as funções de todos os sistemas, determina-se quais são as falhas funcionais, possibilitando assim a sua prevenção.

4.2.4 Análise da condição, causas, efeitos e consequências das falhas (Etapa 4)

Uma vez as funções de cada sistema sendo de conhecimento e também suas possíveis falhas, permite-se a realização de sua análise da condição ou modo, da(s) causa(s) e efeito(s). Referente a condição ou modo, esse se apresenta descritivamente esclarecendo como o item poderá vir a falhar. Quanto a causa, descreve-se o que promove a falha do item analisado; e o efeito e consequências da(s) falha(s) relata qual é exatamente o efeito que a eventual falha do item poderá provocar em todo sistema ou em suas subdivisões, e da mesma forma, aponta-se qual a consequência da falha. Essa análise é facilitada pelo preenchimento dos campos da ficha apresentada no modelo da Figura 8.

4.2.5 Classificação e quantificação das falhas (Etapa 5)

Esta etapa consiste em realizar a devida identificação e quantificação das falhas, conforme a seguinte classificação:

- (A) – Problema na qualidade dos alimentos;
- (B) – Problema de segurança no trânsito;
- (C) – Problema de integridade ambiental;
- (D) – Parada forçada do veículo (ocasionando apenas atraso da viagem);
- (E) – Problema econômico insignificante;
- (F) – Falha oculta.

Sugere-se estabelecer como critério que as falhas classificadas como aquelas que apresentam níveis de ameaças e à segurança e integridade ao meio-ambiente, sejam priorizadas em relação às demais que promovem uma eventual parada da produção, e essas por sua vez, devem ser priorizadas diante de falhas que possuem o caráter de geração de problemas econômicos insignificantes.

4.2.6 O Planejamento das Manutenções (Etapa 6)

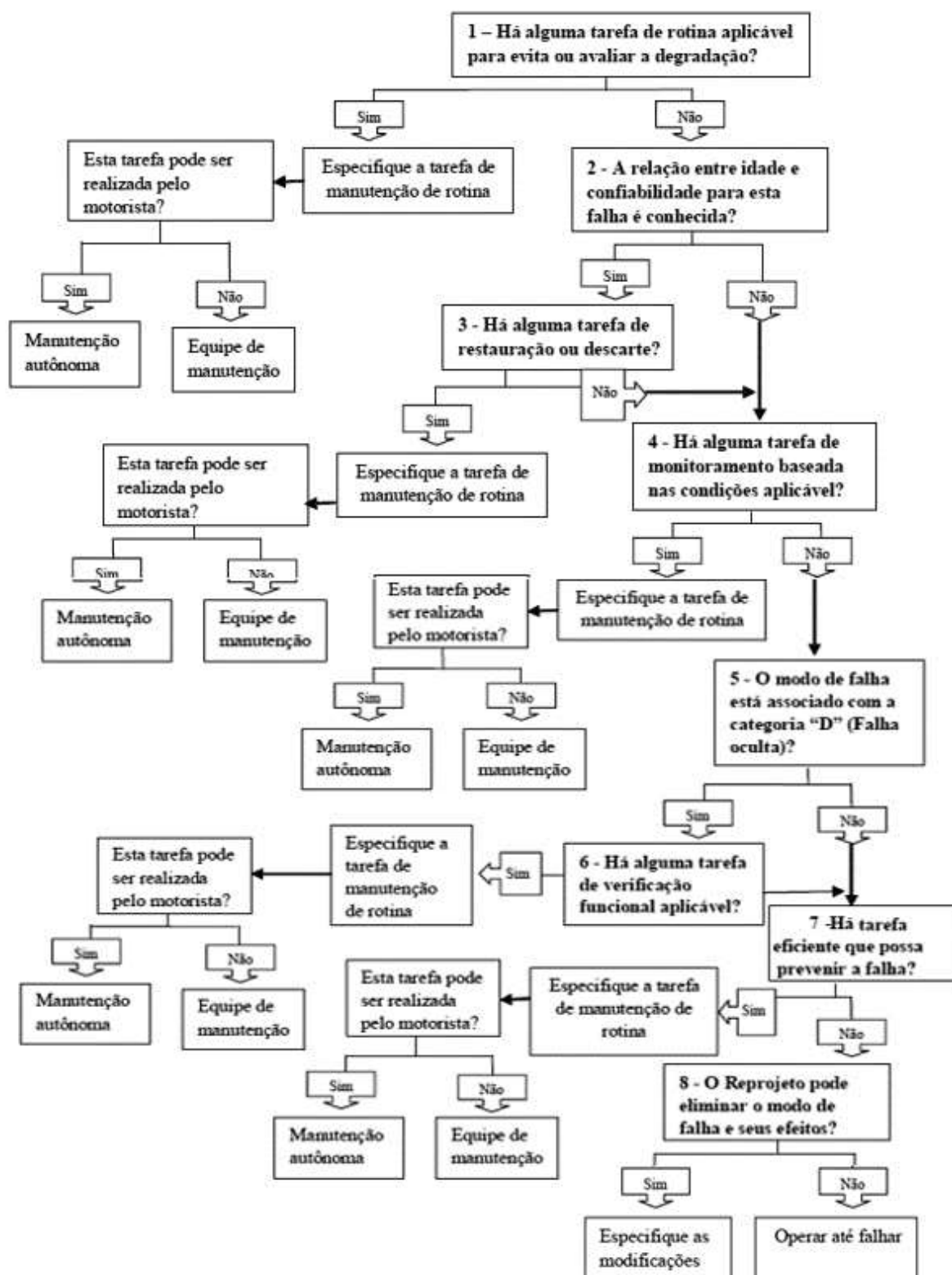
Na etapa de planejamento das manutenções, sugere-se a utilização de formulário em que se direciona para se realizar os levantamentos e análises específicos para as falhas tipificadas como sendo da classe “A” conforme modelo apresentado no Quadro 4.1. Já as falhas categorizadas como sendo do tipo “B”, “C”, “D”, “E” ou “F”, com valores relacionados ao grau de importância superior a 100, aplica-se o modelo de fluxograma proposto na Figura 4.4.

Quadro 4.1 - Ficha de *check-list* para análise de falhas tipo A.

Aplicação do APPCC		
Sistema:	Subsistema:	Item:
Questões <i>check-list</i>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação dos riscos (quais os possíveis riscos que esta falha poderá gerar?) 2. Medidas de prevenção (de que forma pode se prevenir da ocorrência da falha?) 3. Definição dos limites críticos (quais as margens limítrofes aceitáveis para que se evite que esta falha ocorra?) 4. Estipulação dos procedimentos de monitoramento (Quais os procedimentos de controle a fim de se verificar o item, evitando a ocorrência da falha?) 5. Implantação de ações corretivas (caso a falha ocorra, qual é o plano de ação a ser seguido?) 		

Fonte: Adaptado de Pelegrini (2013, p. 71).

Figura 4.4 - Fluxo de apuração e análise das falhas tipo B, C, D, E, e F.



Fonte: Pelegrini (2013, p. 72).

A Figura 4.4 de um certo modo representa graficamente o nível de complexidade do fluxo do processo e suas inter e intrarelacões, demandando a

realização de um planejamento detalhado que consiga desdobrar-se com a sua implantação, em resposta ao alcance dos objetivos traçados.

4.2.7 Definição da Periodicidade (Etapa 7)

A periodicidade pode ser estabelecida de várias formas distintas, sendo que as formas mais comuns e indicadas por Moubray (2000), são: a) Periodicidade de tarefas de restauração e descarte baseada no tempo; b) Periodicidade das tarefas de monitoramento baseada nas condições; c) Periodicidade das tarefas de verificação funcional; e, d) Periodicidade das tarefas baseadas na opinião de especialistas. A primeira leva em consideração a idade em que o item físico se encontra e que possa apresentar uma chance maior de ocorrência de falha.

Quanto ao segundo, possui como foco a detecção das falhas de maior potencial de ocorrência e que obrigatoriamente são inferiores ao intervalo P-F. De acordo com Moubray (2000), esta periodicidade deve-se compreender na metade do intervalo P-F, pois desta forma é possível se detectar a falha potencial antes mesmo que venha a se realizar a falha funcional, ofertando uma garantia de tempo mínimo para que haja uma ação corretiva.

Referente a periodicidade das tarefas de verificação funcional, essas são estabelecidas a partir da indisponibilidade e confiabilidade do item, onde de acordo com Moubray (2000), pode-se utilizar da seguinte equação:

$$PVF = I \times MTBF,$$

sendo que:

PVF = Periodicidade das tarefas de verificação funcional;

I = Indisponibilidade do dispositivo de proteção;

MTBF = Tempo médio entre falhas.

No caso da periodicidade das tarefas baseadas na opinião de especialistas, revela-se como sendo um recurso utilizado, principalmente, em fases preliminares de implementação da MCC, quando ainda não se possui as informações de origem

histórica para que se possa realizar um estudo estatístico da periodicidade, sendo, portanto, uma metodologia baseada em uma técnica empírica.

4.2.8 A análise e comparação das falhas (Etapa 8)

A execução desta etapa deve ser realizada em duas fases distintas, ou seja, em dois períodos, sendo um de longa duração logo após a conclusão do novo modelo de manutenção e um outro após um tempo de em média um ano para que se possa verificar as melhorias originadas ou dos possíveis problemas ocasionados.

Em um instante inicial, deve-se realizar um comparativo entre os planos de manutenção antigo e o novo, assim como das melhorias que deverão ser alcançadas. No segundo instante, observa-se quanto as melhorias bem como os obstáculos encontrados durante a aplicação do novo modelo de manutenção e é crucial que neste momento todos os envolvidos da empresa na ação devam ser ouvidos.

4.3 PROPOSTA DESCRITIVA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE *MASTER PLAN* DE MANUTENÇÃO

A presente proposta se fundamenta no campo descritivo, considerando os ensinamentos retirados da literatura acadêmica, embasando as sugestões de encaminhamento referente as ações a serem realizadas, visando nortear passo-a-passo a preparação do novo plano de manutenção da Empresa “X”, em substituição do existente.

4.3.1 Treinamentos

4.3.1.1 Treinamento Inicial

Visando a identificação das falhas e dos ajustes necessários no modelo de manutenção proposto à empresa, é prevista a realização de um treinamento inicial ou treinamento piloto, envolvendo: a) Direção da empresa; b) Responsável pela manutenção dos veículos; c) Profissionais técnicos da manutenção dos veículos; d)

Responsável pelo suprimento de peças e serviços terceirizados para manutenção dos veículos; e) Motoristas; f) Responsável pela coordenação da equipe de implantação do plano de manutenção de veículos baseado na MCC; e, g) Membros da equipe de implantação do plano de manutenção veículos baseado na MCC.

É previsto para a realização do treinamento o tempo de 4hs., divididos em dois dias com 2h. cada, a ser executado na sala de reuniões dotada de equipamentos multimídia como suporte. Os objetivos traçados para esse treinamento piloto, são: a) Realizar a divulgação do modelo de planejamento de manutenção centrada em confiabilidade, demonstrando a sua importância para a empresa e da participação de todos os envolvidos, promovendo os seus principais conceitos e atingindo a conscientização necessária para o comprometimento de todos; e, b) Demonstrar os benefícios para a empresa e também aos envolvidos no processo de manutenção, evidenciando como que um bom planejamento poderá assegurar a devida segurança para a carga e profissionais envolvidos na condução e manutenção do veículo, atingindo ainda a outros setores envolvidos com a possibilidade de melhorar os níveis de gestão.

Fundamentado em relatos de implantação de outras empresas, definiu-se as seguintes premissas para a realização do treinamento piloto:

- i. Não fazê-lo em horário normal de trabalho;
- ii. A convocação formal dos profissionais considerados como essenciais envolvidos diretamente na manutenção dos veículos;
- iii. O local de treinamento deverá ser adequado visando o conforto dos participantes e a infraestrutura, principalmente quanto à acomodação e tecnologia da informação, necessárias para se ministrar as aulas/palestras. Caso não tenha esse espaço internamente, deverá locar espaço externo prevendo esse custo no orçamento do projeto;
- iv. Realizar as reuniões em até no máximo duas horas por dia, evitando o cansaço dos participantes e a perda da assimilação das informações.
- v. Preparar material do conteúdo discutido e divulgado em arquivo eletrônico e impresso para acompanhamento e consulta dos participantes durante e após as reuniões.

Nesta etapa é importante, caso não tenha sido previamente instituída, escolher a equipe que irá se responsabilizar pela implementação do plano de manutenção proposto, sendo importante ter a sua frente na liderança, um profissional com notório conhecimento das técnicas e métodos modernos de manutenção, incluindo APPCC. Além disso, deve ser estabelecido quem será o patrocinador do plano, responsável por validar o conteúdo e diretrizes do plano e definir um cronograma de desenvolvimento e implementação, devendo ser divulgado internamente para que todos possam ter conhecimento do planejamento e ações.

4.3.1.2 Treinamento previsto durante a implantação do plano de manutenção

Durante a implantação estão previstos a realização semanal de treinamentos sistemáticos para os primeiros dois meses, reservando uma sexta-feira por semana o tempo de duas horas, a fim de reforçar junto aos motoristas e equipe de manutenção, as ações voltadas para o sucesso do plano e as correções necessárias a serem realizadas. As ações de conscientização devem ser constantes.

4.3.1.3 O treinamento final

Nessa fase de treinamento, está prevista na proposta delineada de planejamento de manutenção, que seja dividido em duas etapas sequenciais com um intervalo não superior a cinco dias, sendo a primeira uma reunião para apresentação a todos os envolvidos do projeto que fazem parte da empresa e também incluindo, clientes e fornecedores, do comparativo dos resultados entre o planejamento até então vigente para manutenção e do novo modelo proposto quando de sua implantação e execução.

Em seguida, realizar um treinamento junto a equipe de mecânicos, motoristas, administrativos, suprimentos e demais áreas partícipes do plano de manutenção, visando consolidação da qualificação dos profissionais para a execução das atividades do planejamento implementado. Deve-se ressaltar a importância da inclusão da programação sistemática de treinamento e capacitação dos profissionais no planejamento estratégico de Gestão de Pessoas, visando a continuidade e melhoria dos processos, não se encerrando de forma alguma com o

treinamento final da implementação do plano de manutenção.

4.3.2 A subdivisão do veículo em sistemas, subsistemas e itens

Nessa etapa deverá ser realizada internamente na equipe de implantação do plano de manutenção uma discussão baseada na técnica denominada de *Brainstorming* (tempestade de idéias), visando alcançar a classificação do veículo (caminhão com baú frigorífico), em sistemas, subsistemas e itens. No entanto, na proposta de modelo do plano de manutenção será incluída uma classificação, conforme descrita no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Proposta de classificação dos sistemas, subsistemas e itens do caminhão.

Continua

Sistemas	Subsistemas	Itens
Cavalo Mecânico	Diferencial	Planetária
		Rolamentos
		Arruela de encosto
	Transmissão	Caixa
		Engrenagens
		Eixo
		Sincronizado
	Direção	Ponteira de Direção
		Bomba de óleo
		Caixa de Direção
	Injeção	Bomba Injetora
		Bico Injetor
		Tanque de Combustível
		Mangueiras e Tubulações
	Filtros	Filtro de ar
		Filtro de Diesel
		Filtro Lubrificante
	Elétrico	Sensores
		Alternador
		Motor de Arranque
		Painel de Controle
		Bateria
		Fusíveis
	Arrefecimento	Chicote
		Radiador
		Bomba D'Água
		Válvula Termostática
		Tubulação e mangueiras
	Lubrificação	Reservatório de água
		Bomba de óleo
		Pescador
		Carter
Motor	Cabeçote	
	Bloco	
	Virabrequim	
	Coxim	
Freios	Tambor	
	Lonas de Freio	

Continua

Sistemas	Subsistemas	Itens
		Patim
		Molas
		Válvula Mestra
		Diafragma
		Reservatório de pressão
Carreta baú	Suspensão	Mola
		Pino de Balança
		Tirante
	Eixos	Cubo
		Eixo
		Rodas
	Freios	Tambor de Freio
		Lonas de Freio
		Patim
		Molas
Válvula Mestra		
Carreta baú	Freios	Diafragma
		Reservatório de ar
	Instalações Pneumáticas	Balão de ar
		Grampo
	Instalações e componentes elétricos	Fiação
		Faróis
		Lâmpadas
	Chassi	Chassi
	Caixa de carga do furgão frigorífico	Paredes do Baú
		Borrachas e vedações de isolamento
Túnel de Frio		
Equipamentos de refrigeração	Injeção	Bomba Injetora
		Bico Injetor
		Reservatório de Combustível
		Mangueiras e tubulações
		Bomba injetora auxiliar
	Compressor	Selo
		Flexíveis de sucção
		Correias
		Polias
	Filtros	Filtro de ar
		Filtro de Diesel
		Filtro Lubrificante
	Elétrico	Sensores
		Alternador
		Motor de partida
		Painel de Controle
		Bateria
		Fusíveis
	Arrefecimento	Radiador
		Bomba D'Água
		Válvula Termostática
		Mangueiras e tubulações
		Reservatório de água
	Lubrificação	Bomba de Óleo
		Pescador
		Carter
	Motor	Cabeçote
Bloco		

Conclusão

Sistemas	Subsistemas	Itens
		Virabrequim
		Coxim
		Pistão
		Anéis
		Plaquetas
		Camisa
	Carcaça	Carcaça
		Termômetro

Fonte: Adaptado de Pelegrini, 2013.

Essa proposta, no entanto, não exclui a possibilidade de considerarem os itens como peça ou o item como um conjunto de peças. A premissa para a separação em três sistemas foi de que os equipamentos podem ter diferentes períodos de utilização, demandando, portanto, uma diferenciação pontual no planejamento da manutenção.

4.3.3 A análise das funções das falhas funcionais de cada sistema

Após a devida divisão do veículo em sistema, subsistema e itens, conforme proposto no Quadro 2, ou do resultado de eventual reunião a ser realizada nesse sentido, sugere-se a realização de reuniões, no mínimo duas e no máximo quatro, com a duração aproximada de duas horas cada, para se discutir quanto as funções dos respectivos sistemas que forem definidos.

É importante participar dessas reuniões, não somente os membros da equipe de planejamento da manutenção, mas, também a relevante presença do Diretor presidente ou executivo da empresa, do responsável pela estocagem e dos sobressalentes de manutenção e de no mínimo um motorista. Desta forma, se buscará garantir melhor qualidade nas discussões que estabelecerão para a identificação e compreensão das possíveis formas de falhas em cada item e suas respectivas causas, assim como, do seu efeito sobre o sistema e de suas consequências, criando-se critérios qualitativos e quantitativos.

4.3.4 A análise do modo, causa e efeito das falhas

Nesta etapa deverá a empresa desenvolver através da coordenação da equipe de planejamento da manutenção, no mínimo três e no máximo em seis

encontros, as discussões objetivando definir para cada item, a descrição de como e do por que da ocorrência de cada ponto de falha. Como base, serão utilizados o que foi levantado nas etapas anteriores, demonstrando um fluxo seqüencial e uma interdependência entre elas.

Como roteiro visando com resultado a descrição das falhas a respeito de como e por que ocorrem, sugere-se os seguintes questionamentos:

- i. Como um item falha?
- ii. O que provoca essa falha?
- iii. Qual o efeito que essa falha pode gerar?

Desta forma será possível observar as causas e efeitos que impõe maior risco de dano ao sistema, devendo-se ter bastante atenção considerando a complexidade devido a multiplicidade das possíveis origens que podem ser de ordem natural, circulação de impurezas, má utilização, entre outros. Para a sua realização sugere-se utilizar o formulário de apoio conforme indicado no item 4.2.2 e demonstrado na Figura 8.

4.3.5 Etapa de Classificação e Quantificação das Falhas

Nessa etapa de Classificação e Quantificação das Falhas, deve-se realizar no mínimo duas reuniões com duração média de duas horas, devendo contar com a participação do Diretor executivo da empresa, do responsável pelo planejamento da manutenção, pelo estoque e sobressalentes de manutenção e do motorista. Nesta etapa é fundamental que as anteriores tenham sido compridas em toda a sua plenitude, devendo os resultados de cada uma, ser levado para a discussão programada.

Para a classificação, propõe-se fazê-la considerando a seguinte tipologia:

- i. Problema na qualidade dos alimentos;
- ii. Problema de segurança no trânsito;
- iii. Problema de integridade ambiental;
- iv. Parada forçada do veículo (ocasionando apenas atraso da viagem);

- v. Problema econômico insignificante;
- vi. Falha oculta.

Deve-se evidenciar, que com a classificação da falha é possível qual o tratamento ou solução será implementada, como e em que momento a intervenção ocorrerá, a fim de preveni-la. Assim como na etapa anterior, sugere-se utilizar a Ficha ilustrada na Figura 8, utilizando-se dos campos relacionados a classificação das falhas de A a F, e estabelecendo um valor ponderado para tipo.

4.3.6 O Planejamento das Manutenções

Nessa etapa ocorre de fato o replanejamento da manutenção, devendo-se para a sua concepção, disponibilizar-se no mínimo quatro dias para a realização das reuniões, com cada uma tendo uma duração aproximada de três horas em média.

Para essa etapa, assim como as anteriores, é imprescindível a participação do Diretor executivo da empresa, do responsável pelo planejamento da manutenção, pelo estoque e sobressalentes de manutenção e do motorista.

Sugere-se abordar, de início, as falhas classificadas do tipo “A”, considerando que essas são as que poderão comprometer a integridade dos alimentos transportados, podendo-se seguir o seguinte roteiro de perguntas, baseando-se no APPCC:

- i. Quais perigos podem ser gerados por essa falha?
- ii. Como prevenir a ocorrência dessa falha?
- iii. Quais são os limites de monitoramento aceitáveis para que essa falha não ocorra?
- iv. Quais são os procedimentos de monitoramento e verificação do item para que essa falha não ocorra?
- v. Caso aconteça essa falha, quais ações devem ser realizadas?

Qualitativamente, o objetivo de cada questão pode ser descrita da seguinte forma: a primeira, permitirá identificar se a falha elencada poderá receber alguma manutenção classificada como do tipo proativa, em síntese, se poderá aplicar alguma manutenção de ordem preventiva ou preditiva. Isso permitirá, por exemplo,

que se possa agregar a atividade do motorista alguma ação de manutenção autônoma, baseando-se na MTP. Propõe-se para esta tarefa, utilizar-se do fluxograma proposto no item 4.2.6, e ilustrado na Figura 9.

Com o segundo questionamento, será possível buscar uma profundidade na análise da confiabilidade e da vida útil do item. Na terceira, poderá ser identificada alguma tarefa para restaurar ou descartar o item sob análise, em função principalmente de sua periodicidade. Na quarta questão, será possível identificar se algum tipo de atividade da manutenção predetiva poderá ser aplicado no item analisado. No caso de ser possível, o questionário direcionará ao respondente que deverá especificar a tarefa. Em caso negativo, o diagrama direcionará o respondente para a quinta fase proposta no fluxograma da Figura 9.

Na quinta etapa, conforme proposto no fluxograma, procurará ainda a equipe identificar qual a categoria que a falha se encaixa: se oculta, será encaminhado para a fase 6, se não for, direcionará o próximo passo diretamente para a etapa 7 do fluxograma. Nessa etapa será feito o questionamento se haverá alguma tarefa possível de ser realizada visando a prevenção da falha de maneira eficiente. Caso a resposta seja positiva, deverá ser feita a indicação dessa tarefa, caso contrário, deverá prosseguir para a etapa 8 do fluxograma. Caso a resposta ao questionamento dessa etapa for negativa, deverá se optar por realização a operação até a manifestação da falha.

4.3.7A determinação da periodicidade

Visando determinar a periodicidade das intervenções de manutenção, propõe-se:

- i. Verificar a existente no antigo plano, confrontando com os manuais dos fabricantes e promovendo as adequações necessárias;
- ii. Analisar o histórico de falhas.

Para esta etapa é importante reservar no mínimo dois dias para as reuniões de discussão e definição da periodicidade, com cada uma demorando um tempo estimado de três horas, com a participação dos mesmos componentes das etapas anteriores.

4.3.8 Análise e comparação do planejamento de manutenção anterior com o proposto

Deve-se ao fim da construção do planejamento, onde se pressupõe todas as etapas foram cumpridas, comparar o plano antigo com o novo plano proposto, analisando os benefícios alcançados com as mudanças, observando, principalmente, aspectos que levem a melhoria das intervenções com sobressalto das que se tipificam como sendo predetivas e preventivas, aumentando o nível de proatividade e intervenção autônoma no processo de manutenção.

4.4 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado um modelo de proposta de desenvolvimento de plano de manutenção de frota de veículos baseado na metodologia MCC, onde foram apresentadas as suas diversas etapas que a compõe, necessárias para que ao final com a sua implantação, obtenha o máximo de eficácia operacional para a empresa em tela.

É importante que as organizações busquem um modelo e que a partir dele desenvolvam o seu *master plan*, respeitando-se, principalmente, o envolvimento de todos que direta ou indiretamente contribuam para a sua elaboração, implementação e controle.

No capítulo a seguir, são expostas as conclusões retiradas da revisão bibliográfica apresentada, assim como do estudo de caso, colaborando para que se faça um fechamento das ideias aqui expostas e na resposta ao problema de pesquisa delineado no presente estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto pelo presente estudo foi de propor uma metodologia para desenvolvimento do plano de manutenção baseado no método MCC, em uma frota de veículos de carga frigorífica da filial de uma empresa de transporte e logística localizada no município de Domingos Martins/ES.

Durante a sua execução, foi possível observar que o método MCC possui como princípio a antecipação das manutenções baseadas na estatística probabilística, permitindo maiores níveis de confiança no equipamento e em seus diversos sistemas e subsistemas, o que com a efetivação da criação do plano de manutenção, trará muitos benefícios à empresa.

Apesar de sua abrangência e visando maximizar os resultados referente ao planejamento e programação da manutenção dos veículos da empresa foco do estudo de caso, optou-se por realizar uma proposta de metodologia de criação do plano em um modelo híbrido, integrando ao MCC conceitos dos métodos MPT, FMEA e APPCC, principalmente devido a especificidade dos veículos que são para transporte de carga frigorificada, onde um defeito no sistema poderá gerar a perda da carga de característica perecível.

Essa integração com métodos de maior utilização, permitiu também uma facilidade para a construção do plano de manutenção e na abordagem a ser adotada para a futura implantação e integração dos envolvidos para com a nova metodologia a ser implementada. A definição de oito etapas, auxiliou na organização do planejamento o que impactará positivamente em seu monitoramento quando da sua execução, tendo ainda ao seu fim, a indicação da realização de uma análise crítica comparativa entre o modelo proposto e o planejamento já existente, possibilitando desta forma, medir os resultados obtido e a efetuação de correções, se necessário.

Além desses aspectos, o fato de organizar por etapas, permitiu que cada uma fosse detalhada com maior qualidade, podendo-se aferir que em sua primeira

etapa, a de treinamento, envolvem elementos subjetivos e de grande impacto sobre o plano, podendo leva-lo ao sucesso ou insucesso. Reflexo dessa importância se observa pelo próprio fato dessa fase ser dividirem em três fases cobrindo o início, meio e final do processo de conscientização e capacitação.

A complexidade da fase 1, de treinamento, se dá pelo fato de incidir sobre todos os envolvidos no processo, inclusive os clientes, devendo-se buscar desta forma, diversas maneiras de abordagem de acordo com o objetivo e perfil de cada público alvo, enfatizando-se firmemente nos conceitos, técnicas e métodos do modelo integrado de MCC.

Quanto a estratégia de seccionar o veículo em: sistema, subsistema e item, é visando proporcionar uma maior profundidade das ações, respeitando as especificidades de manutenção em que cada uma exige. Nesta fase ainda é possível visualizar o relacionamento entre as divisões, podendo-se inclusive mensurar a influência entre elas. Além disso, será possível desta forma, categorizar, qualificar e quantificar as falhas, utilizando-se de dados estatísticos probabilísticos que auxiliam positivamente no plano de manutenção e na permanência dos níveis de confiabilidade dos sistemas e suas subdivisões.

Com isso é viabilizado em próximas etapas, uma série de discussões sobre as possíveis falhas nesses sistemas, se observando principalmente aquelas que ocorrem na sequência de entrada ou saída do processo. É nessa etapa que é possível caracterizar a função do sistema, o que é altamente benéfico, e ainda associar a padrões de qualidade e desempenho, proporcionando as condições necessárias para se realizar a análise e controle dos sistemas.

Pode-se ainda identificar e quantificar as falhas, seguindo um critério de classificação, incluindo os específicos referentes a câmara frigorífica onde é transportada a carga. Nesta fase se estabelece como prioridade as falhas que possuem maior risco a integridade ao meio-ambiente e a segurança, sobre as demais que possam provocar uma parada eventual da produção. E nesse contexto estabelecido pode-se definir a periodicidade com que as tarefas serão executadas, culminando por fim, com a análise comparativa das falhas.

Obtém-se, portanto, com o modelo de planejamento de manutenção centrada na confiabilidade, uma série de benefícios, entre eles: aumento da vida útil dos veículos e equipamentos que o compõe; maior nível de precisão quanto as intervenções certas na hora certa, evitando-se paradas não programadas; maior conscientização dos envolvidos quanto ao papel e importância da participação no processo de utilização e manutenção dos veículos e equipamentos; redução dos custos operacionais; maior controle e confiabilidade dos veículos e equipamentos.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de um estudo de caso com pesquisa de campo em que se acompanhe o processo de desenvolvimento e implementação do plano e a sua execução durante um determinado período, verificando as principais dificuldades e soluções alcançadas, produzindo um banco de dados de lições aprendidas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **Norma Regulamentadora nº 5462 de 1994 (NBR 5462/1994)**. Rio de Janeiro, 1994.

BARAN, Leandro Roberto. **Manutenção Centrada em Confiabilidade aplicada na redução de falhas: um estudo de caso**. Monografia (Especialização em Gestão Industrial). Departamento de Produção e Manutenção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1450/3/PG_CEGIPM_VII_2011_12.pdf>. Acesso em: 14 Mai. 2017.

BOLGENHAGEN, A.; SILVA, A. C. T. da; NEVES, L. A. P.; DIAS, A. de P. Gestão da Manutenção de equipamentos em micro e pequenas empresas via web. **Revista Qualidade Emergente**. v.2, n.1, p. 30-45, 2011. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/qualidade/article/view/21843>>. Acesso em: 18 Abr. 2017.

BRANCO FILHO, G. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, ABRAMAN, 2000.

DIAS, Hélio Jr. **Manutenção Autônoma em Célula de Produção**. 2007. 77 f. Programa de Pós Graduação em Gerência de Manutenção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FOGLIATTO, F. **Notas de Aula da Disciplina de Manutenção e Confiabilidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/397_laminas_da_aula_1.pdf>. Acesso em: 28 Mai. 2017.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GOOGLE MAPS. **Distância entre Domingos Martins e Viana**. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/dir/Domingos+Martins,+ES,+29260-000/Viana,+ES/@-20.376929,-40.6828872,11z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0xb9b516e21b6539:0x6f177d0d615b9971!2m2!1d-40.6598105!2d-20.360797!1m5!1m1!1s0xb8385bf1c80e6d:0x6a9e0846d04b26c0!2m2!1d-40.4274631!2d-20.3646691!3e0>>. Acesso em: 01 Set. 2017.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2001.

MCDERMOTT, R. E.; MIKULAK, J.; BEAUREGARD, R. **The Basics of FMEA**. 2ª ed. New York: CRC Press, 2009.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **TPM à Moda Brasileira**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 2000.

PANSARDI, A. T. **Estudo de um Programa de MCC em Máquina de Refrigeração Chiller**. 2012. 65f. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade Aplicada a Manutenção). Departamento Acadêmico de Eletrotécnica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3577>>. Acesso em: 17 Out. 2017.

PELEGRINI, G. A. **Modelo de Planejamento de Manutenção para Caminhões de Cargas Frigorificadas**. 2013. 193f. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

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

SECCO, Tahiran Henrique. **Desenvolvimento de uma ferramenta de auxílio à gestão de manutenções preventivas da frota de uma agroindústria na região do Oeste do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1768/1/MD_COENP_2012_2_08.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2017.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação**. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA; S. S.; LIMA, C. R. C. Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica. In.: **Anais...** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, Minas Gerais, 21 a 24 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://aprepro.org.br/conbrepro/2016/down.php?id=2187&q=1>>. Acesso em: 12 Mai. 2017.

SWANSON L. An information-processing model of maintenance management. **International Journal of Production Economics** 83. 2003.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1 ed., Rio de Janeiro: NAT, 2005, 164 p.

TSANG, A. H. C. Strategic dimensions of maintenance management. **Journal of**

Quality in Maintenance Engineering, v. 8 n. 1, p.7-39, jan-abr 2002.

WAEYENBERGH G.; CIBOCOF. **A framework for industrial maintenance concept development.** Proefschrift voorgedragen tot het behalen van het doctoraat inde Toegepaste Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven, April 2005.