

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Graciela Aparecida Pelegrini

**MODELO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO**  
**PARA CAMINHÕES DE CARGAS FRIGORIFICADAS**

Porto Alegre

2013

Graciela Aparecida Pelegrini

**Modelo de Planejamento de Manutenção para Caminhões de Cargas Frigorificadas**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: Prof. Flávio Sanson Fogliatto, *Ph.D.*

Porto Alegre

2013

Graciela Aparecida Pelegrini

**Modelo de Planejamento de Manutenção para Caminhões de Cargas Frigorificadas**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Flávio Sanson Fogliatto, *Ph.D.***

Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Professor Claudio Alcides Jacoski, Dr. (Unochapecó)

Professor Gilberto Tavares, Dr. (UFRGS)

Professor Michel José Anzanello, *Ph.D.* (UFRGS)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar forças para sempre buscar mais.

Agradeço muito ao meu orientador, Prof. Flavio Fogliatto, que me guiou magnificamente nesta etapa e teve muita paciência para comigo.

Agradeço aos meus pais, Lourdes e Orivaldo, minha irmã Cheila, e minha afilhadinha, Juju que até tentou ajudar a “Dri” a fazer as atividades.

Agradeço ao Jorge Hoff, que me aturou e me deu forças em tantos momentos de stress e sobrecarga.

Agradeço a Marli Baú que esteve em todos os momentos ao meu lado, na alegria e na tristeza.

Agradeço a equipe da empresa de transportes frigorificados que abriu as portas para eu realizar este trabalho, em especial, ao diretor da empresa e ao responsável pela manutenção dos veículos.

Agradeço aos meus professores do doutorado que foram fontes de inspiração para meu trabalho.

À Unochapecó, pela oportunidade de poder realizar este doutorado via UFRGS.

À FUMDES, pelo apoio financeiro nesta etapa.

Aos meus colegas de doutorado que apesar de pouco nos encontrarmos certamente dividi anos maravilhosos da minha vida.

Aos meus colegas do IFSC, Joni, Ilca, Elisardo e outros que torceram muito por este momento.

Agradeço muito a quem não acreditou que eu seria capaz, pois esses me deram forças para eu nunca desistir.

Enfim, a todos que contribuíram de uma maneira ou outra o meu **MUITO OBRIGADA!**

Dedicatória

Dedico esta tese aos meus pais.

## RESUMO

Atualmente a comercialização de produtos refrigerados, principalmente no Brasil, se dá graças ao transporte rodoviário frigorificado. Uma falha nesses veículos pode ser crucial para a perda de toneladas de alimentos. Entretanto, como este é o elo da cadeia de frios com menor índice de contaminação, muito pouco se fala sobre ele. Porém, trata-se de um item complexo, pois além de atingir o produto final, com alto valor agregado no processamento, o próximo elo é o cliente, que, muitas vezes, sem saber, pode acabar consumindo um produto degradado, em função de um transporte inadequado. Este trabalho foi elaborado visando contribuir com o setor de transporte de produtos perecíveis, melhorando a qualidade da manutenção dos veículos transportadores. Para garantir essa contribuição, este trabalho propôs desenvolver um modelo de gestão de manutenção para conjunto caminhão trator, carreta baú frigorificado e equipamento de refrigeração, baseado em técnicas atuais de manutenção, conciliadas à prática de manutenção existente em empresas de transportes e em normativas para transporte de produtos alimentícios frigorificados, aplicável a empresas transportadoras de cargas frigorificadas do Brasil e do mundo, sujeito a ajustes. Para isso foram realizadas pesquisas bibliográficas acerca das técnicas de manutenção MTP – Manutenção Produtiva Total, MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade e FMEA – Análise de Modo e Efeito de Falha, bem como normas nacionais e internacionais referentes à segurança alimentar e princípios do APPCC – Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. Após a revisão bibliográfica, extraíram-se as características de interesse de cada método e exigências das normas conciliadas à prática das empresas e desenvolveu-se um modelo de planejamento de manutenção. Posteriormente, o modelo foi aplicado em uma empresa frotista da região Oeste de Santa Catarina. A avaliação do método se deu por meio do comparativo entre o número de intervenções do planejamento antigo de manutenção da empresa e o planejamento proposto após a aplicação do modelo. Acredita-se que o modelo proposto é um modelo ideal para a empresa sob estudo, pois coletou estratégias para cumprir normativas de segurança alimentar e está ao alcance das empresas de transportes frigorificados. Por fim, como sugestão de trabalhos futuros do ponto de vista teórico, acredita-se que o trabalho possa servir de revisão bibliográfica acerca do assunto. Cabe ainda uma análise, a longo prazo, para avaliar a viabilidade econômica do modelo e realizar um comparativo de falhas. Do ponto de vista prático, acredita-se que o modelo de planejamento de manutenção possa ser informatizado e tornar-se uma exigência das normativas de transporte de alimentos.

**Palavras-chave:** Manutenção, Transporte Frigorificado, APPCC.

## **ABSTRACT**

Currently, the trade of refrigerated products mainly in Brazil, happens due to the refrigerated road transport. A flaw in these vehicles can be critical to the loss of tons of food. However, as this is the link of the cold chain with the lowest contamination, very little is said about it. It is a complex point because besides, reaching the end product with high added to the value processing, the next link is the customer, who may often unknowingly end up consuming an indelible product due to an inadequate transportation. This study aimed at contributing to the transportation sector of perishable products, improving the quality of maintenance of transport vehicles. To ensure this contribution, this paper proposed to develop a model of maintenance management to the set tractor truck, cart bag and refrigerated cooling equipment, based on current maintenance techniques, reconciled to the practice of maintenance existent transportation companies and norms of transport in accordance of refrigerated food products, applicable to any enterprise refrigerated cargo carrier in Brazil and the world. Review of the current literature was carried out on maintenance techniques such as TPM, FMEA and MCC, as well as national and international norms related to food safety and HACCP principles. The qualities of each method and requirements of the standards norms were linked to industry practice and a model of maintenance planning. Was developed then, the model was applied in a transportation company in the west of Santa Catarina. The analytical method was through the comparison between the number of the old planning enterprise interventions and the planning proposed. The results that the proposed model is a complete model, since the strategies collected meet food safety norms and is feasible or refrigerated transport companies. Finally, as a suggestion for future research the in a theoretical perspective the present study can serve as a literature review on the subject. From a practical perspective the maintenance planning proposed can be computerized and become a referred norm for food transportation

**Key words:** Maintenance, refrigerated transport, HACCP.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de árvore decisória .....	35
Figura 2 – Fluxograma de etapas de implementação da MCC.....	54
Figura 3 – Gráfico de área da FMEA.....	62
Figura 4 – Modelo de manutenção .....	64
Figura 5 – Planilha de interpretação e classificação das falhas.....	66
Figura 6 – Caminhão para transporte frigorificado .....	67
Figura 7 – Diagrama auxiliar da etapa 5 .....	69
Figura 8 – Elaboração e planejamento de manutenção.....	72
Figura 9 – Locais de atuação da empresa.....	76
Figura 10 – Diagrama de classificação de falhas.....	87
Figura 11 – Diagrama de decisão para elaboração do planejamento de manutenção.....	95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das carrocerias separadas por tipo .....	19
Tabela 2 – Comparação das metodologias de MCC.....	53
Tabela 3 – Escala para a avaliação da severidade do efeito.....	59
Tabela 4 – Escala para avaliação da probabilidade de ocorrência.....	60
Tabela 5 – Escala para avaliação da probabilidade de detecção do modo de falha.....	60

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aplicação do APPCC – Elaboração planejamento de manutenção.....	71
Quadro 2 – Subdivisão do caminhão em sistemas, subsistemas e itens .....	80
Quadro 3 – Apresentação da etapa 4 para o sistema do equipamento de refrigeração subsistema de injeção.....	83
Quadro 4 – Interpretação e classificação das falhas do subsistema de injeção do equipamento de refrigeração .....	89
Quadro 5 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba injetora (subsistema de injeção).....	97
Quadro 6 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bico injetor (subsistema de injeção).....	98
Quadro 7 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Reservatório de combustível (subsistema de injeção) .....	99
Quadro 8 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Mangueiras e tubulações (subsistema de injeção).	100
Quadro 9 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba injetora auxiliar (subsistema de injeção) ..	101
Quadro 10 – Planilha de planejamento da manutenção do equipamento de refrigeração .....	105
Quadro 11 – Planilha de planejamento da manutenção da carreta baú.....	107
Quadro 12 – Planejamento de manutenção do equipamento de refrigeração antes da implantação do modelo .....	112
Quadro 13 – Planejamento de manutenção da carreta antes da implantação do modelo.....	113
Quadro 14 – Planilha de planejamento da manutenção do equipamento de refrigeração .....	113
Quadro 15 – Planilha de planejamento da manutenção da carreta baú.....	116

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABTF	Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestre
APPCC	Sistema De Análise De Perigos E Pontos Críticos De Controle
ARESP	Associação da Restauração e Similares de Portugal
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CFC	Clorofluocarbono
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
EGP	Eficiência Global de Produção
FMEA	Análise de modo e efeito de falha
H <sub>2</sub> S	Sulfeto de Hidrogênio
MAPA	Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MARA	Ministério da Agricultura e Reforma Agrária
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MTP	Manutenção Produtiva Total
MTTF	Tempo médio entre falhas
NASA	Administração Espacial e de Aeronáutica Americana
O <sub>2</sub>	Oxigênio
PC	Pontos Críticos
PCC	Pontos Críticos de Controle
P-F	Tempo entre Falhas
PIB	Produto Interno Bruto
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
RIISPOA	Regulamento da Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal
SEPES	Serviço de Inspeção de Pescados e Derivados
SIPA	Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 MÉTODOS DE PESQUISA.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
1.5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS FRIGORIFICADAS.....	19
2.2 CENÁRIO ATUAL DA MANUTENÇÃO.....	20
2.3 NORMAS ALIMENTARES.....	21
2.4 LEGISLAÇÃO SOBRE O TRANSPORTE DE ALIMENTO.....	25
2.4.1 Requisitos.....	25
2.4.2 Utilização e manutenção.....	26
2.4.3 Controle dos Veículos de Transporte.....	27
2.4.4 Higiene dos Equipamentos e Superfícies de Transporte.....	27
2.4.5 Transporte de Alimentos.....	28
2.4.6 Transporte de Alimentos Perecíveis.....	28
2.4.7 Controle da Temperatura.....	29
2.4.8 Legislação para o Transporte no Brasil.....	30
2.5 SISTEMA DE ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC).....	33
2.6 MANUTENÇÃO.....	42
2.6.1 Tipos de manutenção.....	43
2.6.2 Metodologias para gestão de manutenção.....	44
2.6.3 Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA).....	58
<b>3 APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DE MANUTENÇÃO PARA CAMINHÕES DE CARGAS FRIGORIFICADAS.....</b>	<b>63</b>
3.1 ETAPA 1 – TREINAMENTOS.....	65
3.1.1 Treinamento inicial.....	65
3.1.2 Treinamento ao longo da implantação.....	65

3.1.3 Treinamento final .....	66
3.2 ETAPA 2 – SUBDIVISÃO DO CAMINHÃO EM SISTEMAS, SUBSISTEMAS E ITENS .....	66
3.3 ETAPA 3 – ANÁLISE DAS FUNÇÕES E FALHAS FUNCIONAIS DE CADA SISTEMA.....	67
3.4 ETAPA 4 – ANÁLISE DO MODO, CAUSA E EFEITOS DAS FALHAS .....	68
3.5 ETAPA 5 – CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS .....	68
3.6 ETAPA 6 - PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES .....	71
3.7 ETAPA 7 – DETERMINAÇÃO DA PERIODICIDADE.....	73
3.8 ETAPA 8 - ANÁLISE E COMPARAÇÃO .....	75
<b>4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO NA EMPRESA.....</b>	<b>76</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	76
4.2 ETAPA 1 – TREINAMENTOS .....	77
4.2.1 Treinamento inicial.....	77
4.2.2 Treinamento ao longo da implantação.....	78
4.2.3 Treinamento final .....	79
4.3 ETAPA 2 – SUBDIVISÃO DO CAMINHÃO EM SISTEMAS, SUBSISTEMAS E ITENS.....	79
4.4 ETAPA 3 – ANÁLISE DAS FUNÇÕES E DAS FALHAS FUNCIONAIS DE CADA SISTEMA.....	82
4.5 ETAPA 4 – ANÁLISE DO MODO, CAUSA E EFEITO DAS FALHAS .....	82
4.6 ETAPA 5 – CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS .....	86
4.7 ETAPA 6 – PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES.....	92
4.8 ETAPA 7 – DETERMINAÇÃO DA PERIODICIDADE.....	104
4.9 ETAPA 8 – ANÁLISE E COMPARAÇÃO DO PLANEJAMENTO ANTIGO DE MANUTENÇÃO COM O PLANEJAMENTO PROPOSTO .....	108
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>129</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte de cargas no Brasil é predominantemente rodoviário e movimenta cerca de 60,48% da matriz de transportes de cargas nacionais, garantindo cerca de 7,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ANTT, 2008). A distribuição espacial da frota no território brasileiro é de 48% de veículos localizados na região Sudeste, 29% na região Sul, 11% na região Nordeste, 8% na região Centro-Oeste e 4% na região Norte.

Dentre os diferentes tipos de cargas transportadas, destaca-se o transporte de cargas refrigeradas que, apesar de ser um mercado promissor, está em fraca expansão, pois possui um alto custo, desde a construção das câmaras refrigeradas até a sua manutenção. Sabe-se que um caminhão para transporte de carga seca não custa mais que 60% do preço de um refrigerado. Devido à climatização, os custos, tanto na armazenagem quanto na distribuição, são cerca de 30% maiores se comparados a uma operação envolvendo produtos secos (BORRÉ; AGITO, 2005). Berger (1975) já afirmava que o produto afeta o custo de transporte, sendo assim, o custo do transporte de cargas refrigeradas tem um valor alto por requerer equipamentos específicos.

Segundo Araujo e Martins (2002), os embarcadores (donos da carga) terceirizam aproximadamente 100% da frota, ou seja, empresas como as de alimentos refrigerados, entre outras, não possuem frota própria para fazer o transporte de seus produtos. Conforme a Agência Nacional de Transportes Terrestre (ANTT, 2008), há aproximadamente 1 milhão e meio de equipamentos rodoviários para o transporte de cargas em operação no Brasil. Desses, apenas cerca de 24 mil são veículos com câmaras ou baús refrigerados, ou seja, apenas 1,6% dos veículos no Brasil tem resfriamento (ABTF, 2009). Afirma-se ainda que, desses, cerca de 10% concentram-se na região Oeste de Santa Catarina, a qual tem seu potencial econômico focado na agroindústria. A região sul do Brasil é o principal ponto de origem de cargas refrigeradas brasileiras, oriundas da produção agrícola. A partir daí, as cargas seguem rumo a centros de distribuição no mercado interno e externo.

Os desafios logísticos da cadeia de frios exigem exaustivos projetos e adaptações tecnológicas para minimizar o tempo em trânsito, controlar temperaturas, promover movimentações inteligentes e, com a ajuda de softwares, combinar e agendar entregas com prazos definidos, garantindo, assim, a validade do produto (BORRÉ; AGITO, 2005).

O Brasil, em sua consolidação como grande exportador de carne, apresenta elevado potencial de aumento no transporte de cargas refrigeradas para os portos. Entretanto,

transportar e armazenar perecíveis requer cuidados, principalmente no caso do transporte a longas distâncias. Para isso, utilizam-se baús frigorificados isotérmicos, equipados com sistema de refrigeração, alimentados por eletricidade ou diesel, podendo manter temperaturas constantes até 30°C negativos. O objetivo da refrigeração dos baús é manter os produtos abaixo de uma temperatura máxima admissível, de forma a não permitir a deterioração e manter, assim, a qualidade ds mesmos.

A temperatura interna do baú varia de acordo com o tipo de produto transportado. Caso haja elevação da temperatura, esta faz com que o tempo total de conservação inicialmente previsto diminua. A temperatura de conservação deve, portanto, ser mantida durante todo o transporte e no caso de produtos congelados, o congelamento/descongelamento não controlado traduz-se em uma diminuição da sua qualidade.

A cadeia de frios compreende um processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, com o controle da baixa temperatura. Uma falha nessa cadeia pode comprometer a qualidade dos produtos, pois as velocidades das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas são relacionadas diretamente com a temperatura. Portanto, manter a temperatura adequada é essencial para a qualidade do produto (IIR, 2004).

O sistema de refrigeração de câmaras frigorificadas é dimensionado para manter a baixa temperatura dos produtos transportados (MERCANTILAL, 1989). Para isso, alguns embarcadores de produtos refrigerados fazem exigências técnicas em relação aos caminhões, como, por exemplo, idade mínima da frota e qualidade com o meio ambiente. Entretanto, essas informações nem sempre são confirmadas pelas empresas transportadoras.

A NBR 14701 – ABNT – “Transporte de Produtos Alimentícios Refrigerados - Procedimentos e Critérios de Temperatura” (ABNT, 2001) estabelece os procedimentos e critérios de temperatura para o transporte de produtos alimentícios refrigerados (resfriados ou congelados), do início até a estocagem, carga, deslocamentos e descarga, visando garantir a integridade e preservar sua qualidade inicial até a recepção do destinatário. Esses procedimentos são aplicados ao produto com temperatura especificada, exigindo o conhecimento do embarcador/expedidor e seguida rigorosamente pelo transportador, para que o transporte ocorra até o destino final em condições estáveis.

Entre os desafios logísticos, os equipamentos para esse tipo de transporte devem contar com elevado grau de confiabilidade. Ou seja, não bastam projetos logísticos adequados se os caminhões utilizados nesses transportes não cumprirem as funções exigidas de

transportar e manter a temperatura interna dos baús favoráveis para o resfriamento dos produtos transportados.

Na literatura, muito pouco se apresenta sobre a manutenção de caminhões e, tratando-se de caminhões para o transporte de cargas frigorificadas, o número de trabalhos é ainda menor. Não foi possível identificar um estudo que indique qual é o nível de manutenção aplicado nesses caminhões. A manutenção é definida pela NBR-5462 (ABNT, 1994) como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo aquelas de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (DRUMOND, 2004).

## **1.1 TEMA E JUSTIFICATIVA**

A região Oeste de Santa Catarina tem sua economia voltada à agroindústria. Em seu entorno existem diversas empresas que dão suporte à área, principalmente, na indústria alimentícia e, conseqüentemente, empresas de transportes que estão entre as maiores do Brasil.

Atualmente, a comercialização de produtos refrigerados, principalmente no Brasil, se dá graças ao transporte rodoviário refrigerado, sendo que uma falha nesses veículos pode ser crucial para a perda de toneladas desses alimentos. Entretanto, como esse é o elo da cadeia de frios com menor índices de contaminação, muito pouco se fala sobre ele. Porém se trata de um item complexo, pois além de atingir o produto final, com alto valor agregado no processamento, o próximo elo é o cliente, que muitas vezes sem saber pode acabar consumindo um produto degradado, em função de um transporte inadequado.

Baseado no problema apresentado, vislumbra-se um modelo customizado de manutenção aplicável a qualquer empresa transportadora de carga refrigerada do Brasil e do mundo.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Desenvolver um modelo de gestão de manutenção para conjunto caminhão trator, carreta baú refrigerado e equipamento de refrigeração, baseado em técnicas atuais de manutenção, conciliadas à prática de manutenção existente em empresas de transportes e em

normativas para transporte de produtos alimentícios refrigerados, aplicável a qualquer empresa transportadora de carga refrigerada do Brasil e do mundo.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral desta tese, foi necessário o desenvolvimento de algumas etapas, tais como:

- mapear o cenário atual das empresas transportadoras de cargas refrigeradas da região Oeste de Santa Catarina, quanto às técnicas de manutenção adotadas por elas;
- revisar as principais técnicas modernas de manutenção encontradas na literatura, Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), Manutenção Produtiva Total (MTP), Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA);
- revisar normas para transporte de produtos refrigerados, nacionais e alguns internacionais, além da metodologia Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC);
- conciliar a metodologia de manutenção proposta com metodologias que garantam a qualidade do produto transportado para desenvolver o modelo de gestão de manutenção;
- aplicar e avaliar o modelo proposto.

### 1.3 MÉTODOS DE PESQUISA

A metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos neste trabalho foi inicialmente uma revisão bibliográfica, considerando o estado da arte e estado da prática sobre os temas investigados. A primeira contempla os itens de Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) ou *Hazard Analysis and Critical Control Point System* (APPCC), Manutenção Produtiva Total (MTP) ou *Total Productive Maintenance* (MTP), Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) ou *Reliability Centered Maintenance* (RCM) e Análise Modos e Efeitos de Falhas – *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), por meio de pesquisas em artigos e periódicos científicos. Já o estado da prática contempla informações coletadas, por meio de entrevistas, com profissionais da área de transporte de cargas refrigeradas, como caminhoneiros e mecânicos, além de análises em revistas não científicas, recortes de jornais, manuais técnicos e legislações sobre o assunto.

Com base nos conhecimentos adquiridos através da revisão bibliográfica do estado da arte e estado da prática, elaborou-se um modelo de manutenção capaz de conciliar a prática de manutenção existente em empresas de transportes e normativas para transporte de produtos alimentícios frigorificados.

A validação do modelo proposto foi realizada em uma empresa de transporte frigorificado de Chapecó, Oeste de Santa Catarina.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esta tese encontra-se dividida em cinco capítulos, com os conteúdos descritos na sequência.

No Capítulo 1 são apresentados os comentários iniciais, tema, justificativa, objetivos, métodos, estrutura e limitações do trabalho.

No Capítulo 2, desenvolve-se a fundamentação teórica contemplando o estado da arte e estado da prática sobre os temas abordados no trabalho.

O Capítulo 3 apresenta o modelo proposto e seus passos operacionais.

No Capítulo 4, realiza-se a validação do modelo, aplicando-o em uma empresa;

No Capítulo 5, relatam-se as conclusões do trabalho.

#### **1.5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

As limitações deste estudo ocorreram basicamente por 3 fatores: (i) o reduzido número de publicações referente ao transporte de cargas frigorificadas; (ii) análise quantitativa dos benefícios do modelo proposto, bem como de custos da manutenção serão inviabilizados por ocorrer a longo prazo, o que impossibilitaria o cumprimento do prazo de conclusão deste estudo; e (iii) a validação do modelo ter ocorrido em uma única empresa em função do tempo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura será apresentada considerando o estado da prática e o estado da arte sobre os temas abordados na tese. A revisão sobre o estado da prática contempla informações coletadas por meio de entrevistas com profissionais da área, como caminhoneiros e mecânicos, além de revistas não científicas, recortes de jornais, manuais técnicos e legislações, entre outros. Já o estado da arte contempla os itens APPCC, MTP, MCC e FMEA, desenvolvido por meio de pesquisas em artigos e periódicos científicos.

### 2.1 TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS FRIGORIFICADAS

Atualmente o Transporte Rodoviário de Cargas (TRC) é responsável por mais de 60% do transporte de cargas nacionais (CNT, 2008), o que mostra uma dependência econômica nessa modalidade de transporte. De acordo com a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), existem aproximadamente 315 mil caminhões tratores, desses, cerca de 200 mil pertencem a empresas de transportes (ANTT, 2011).

Quanto à distribuição das carrocerias separadas por tipo, verifica-se que as do tipo baú frigorificado ocupam um percentual de aproximadamente 4,4%, para as empresas transportadoras de cargas, conforme dados apresentados na Tabela 1. Mesmo com um baixo percentual, esse tipo de carroceria é o quarto tipo mais comum, ficando atrás, apenas, das carrocerias de carga seca, tanque e granel sólido.

**Tabela 1 – Distribuição das carrocerias separadas por tipo**

<b>Tipo</b>	<b>ETC</b>	<b>%</b>	
Carga seca	169.330	46,4	%
Tanque	40.417	11,1	%
Granel sólido	30.601	8,4	%
Baú frigorífico	15.860	4,4	%
Porta contêiner	10.847	3,0	%
Baú simples	10.466	2,9	%
Sider	8.249	2,3	%
Silo	3.684	1,0	%
Cegonha	2.959	0,8	%
Outros	72.461	19,9	%
<b>Total</b>	<b>364.874</b>	<b>100%</b>	

Empresas transportadoras de cargas

**Fonte:** Adaptado da ANTT (2009).

As baixas temperaturas são utilizadas para retardar as reações químicas e enzimáticas nos alimentos, diminuindo ou paralisando a atividade microbológica. São 3 as temperaturas mais usadas: armazenamento comum (abaixo de 15°C), refrigeração (-5 a 13°C) e congelamento (abaixo de -18°C) (GUIMARÃES JUNIOR, 2003).

## 2.2 CENÁRIO ATUAL DA MANUTENÇÃO

A descrição do cenário atual da manutenção dos caminhões de cargas frigorificadas ocorreu por meio do levantamento do estado da prática, por intermédio de entrevistas, leitura de manuais, leituras de revistas não científicas e acompanhamento *in loco*.

Em uma entrevista com o Presidente da Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos (ABTF) foi relatado que há casos em que o transportador, por julgar que não está sendo bem remunerado, procura economizar até no diesel do equipamento de refrigeração, fazendo com que a temperatura da carga se eleve, promovendo a proliferação dos microrganismos e a perda dos produtos. Pode-se afirmar que esta é uma prática bastante, mas que tem sido combatida pelos sistemas de gerenciamento de riscos de muitos embarcadores, preocupados com o controle da temperatura durante todo o trajeto (ABTF, 2009b).

Se o controle de temperatura, muitas vezes, é negligenciado em função da economia no valor do diesel, é pertinente questionar sobre a situação da manutenção desses caminhões, qual o controle feito por transportadores para evitar falhas nos veículos, bem como nos aparelhos de refrigeração. Para tanto, foram realizadas entrevistas. A partir das entrevistas com frotistas, verificou-se que não há um planejamento adequado das manutenções e os planos de manutenção existentes são baseados apenas nas indicações dos fabricantes. Não há estudos de causas de falhas, de vida útil dos componentes, ou de análise de históricos de falhas, tampouco as mesmas seguem rigorosamente o cronograma de seus planos.

As manutenções autônomas são outro item em condições precárias, pois não há treinamento adequado para a sua realização, ou treinamento adequado para os profissionais de manutenção. A maioria desses tem apenas experiência prática, não possuindo curso específico de manutenção ou cursos de reciclagem.

Observou-se também que não há um roteiro exato quando ocorre uma corretiva dentro ou fora do Brasil: liga-se para a matriz e o responsável pela manutenção “decide para onde mandar o caminhão”.

Constatou-se, por fim, que algumas empresas estão buscando mudanças, porém falta um estudo que demonstre o incentivo financeiro advindo de um bom planejamento da

manutenção, planejamento este que busque maior vida útil dos equipamentos, maior qualidade e garantia de entregas, o que gera, conseqüentemente, um marketing positivo para a empresa e um maior número de clientes. Outro ponto que deve ser salientado é que deve haver, por parte dos transportadores, um maior comprometimento com a qualidade da carga a ser transportada, evitando paradas inesperadas, o que pode facilitar a proliferação de microrganismos nocivos à saúde.

## 2.3 NORMAS ALIMENTARES

O *Codex Alimentarius* consiste em uma coleção de normas alimentares internacionais aprovadas que tem por objetivo proteger a saúde dos consumidores assegurando o direito de que todos os alimentos que consomem sejam inócuos e aptos para o consumo (CAC/RCP, 2003). O *Codex* visa identificar os princípios essenciais da higiene dos alimentos aplicáveis ao longo de toda a cadeia, desde a produção até o consumidor final, a fim de assegurar que os alimentos são seguros e aptos para o consumo humano.

O *Codex Alimentarius* define alguns termos que serão usados posteriormente nesta tese:

- **Aptidão Alimentar** – Garantia de que o alimento é próprio para o consumo humano de acordo com o uso a que destina.
- **Contaminação** – A introdução ou presença de um contaminante nos alimentos ou no meio alimentar envolvente.
- **Contaminante** – Qualquer agente biológico ou químico, matéria estranha ou outras substâncias não adicionadas intencionalmente aos alimentos e que possam comprometer a segurança ou aptidão dos alimentos.
- **Desinfecção** – A redução do número de microrganismos presentes no meio ambiente, por meios físicos e/ou agentes químicos, a um nível que não comprometa a segurança ou aptidão do alimento.
- **Higiene dos Alimentos** – Todas as condições e medidas necessárias para garantir a segurança e a aptidão dos alimentos em todas as fases da cadeia alimentar.
- **Instalação** – Qualquer edifício ou zona em que se manipulam alimentos e suas redondezas sob o controlo da mesma direcção.
- **Limpeza** – A remoção de solo, resíduos de alimentos, sujidade, gordura, ou outras matérias objectionáveis.

- **Manipulador de Alimentos** – Toda a pessoa que manipula diretamente alimentos, embalados ou não embalados, equipamentos ou utensílios utilizados para os alimentos, superfícies que entrem em contacto com os alimentos e, por conseguinte, espera-se que cumpra com os requisitos de higiene alimentar.
- **Perigo** – Um agente biológico, químico ou físico presente no alimento ou situação por ele causada que tenha um efeito adverso na saúde.
- **Produção Primária** – Todas as fases da cadeia alimentar. Por exemplo, colheita, ordenha, abate ou pesca.
- **Segurança Alimentar** – Garantia de que o alimento não causará danos para o consumidor quando preparado e/ou consumido de acordo com o uso a que se destina.
- **Sistema de APPCC** – Um sistema que permite identificar, avaliar e controlar os perigos significativos para a segurança dos alimentos.

Pode-se definir ainda:

- **Refrigeração** – A refrigeração é um processo de conservação de alimentos largamente utilizado, em que as temperaturas devem, regra geral, oscilar entre 1°C e 4°C. A eficácia da refrigeração deve-se, basicamente, à redução da atividade dos microrganismos presentes no alimento, que conduz ao retardamento da degradação dos seus componentes e consequente aumento do seu tempo de vida.

O tempo de vida útil/prazo de validade depende não só da natureza do próprio alimento, mas também da contaminação inicial que esses apresentam. Quanto menor a contaminação inicial no alimento, maior será o seu tempo de vida útil/prazo de validade em idênticas condições de conservação.

- **Congelação/Ultracongelção** – A congelação e ultracongelção são processos de conservação de alimentos em que a água presente nesses transforma-se em gelo, deixando de estar disponível para o desenvolvimento dos microrganismos. A temperatura ideal de conservação de alimentos congelados/ultracongelados é de -18°C, visto que nessa temperatura, ou a temperaturas inferiores, o desenvolvimento das bactérias não ocorre. É importante referir que, depois da refrigeração, a congelação/ultracongelção é dos processos que menos provoca alterações nas características intrínsecas dos alimentos.

A contaminação é definida como a presença de qualquer substância ou agente em quantidade que torna o produto inaceitável ou potencialmente perigoso ao consumidor. Os

contaminantes incluem resíduos químicos alimentares, matérias estranhas, parasitas e microrganismos (DA SILVA, 1999).

Dentre os fatores que podem afetar a atividade microbiana, encontra-se a temperatura de estocagem, umidade e oxigênio que interferem na multiplicação de microrganismos na carne. Cada microrganismo tem sua temperatura ótima de crescimento, a máxima e a mínima, sendo que a maioria cresce bem entre 15°C e 40°C. O congelamento mata ou causa injúria à maioria das bactérias na carne. Há decréscimo da contagem bacteriana com o congelamento. A temperatura menor que 5°C restringe o crescimento da maioria das bactérias espóliativas e todas as patogênicas. Portanto, essa é a temperatura crítica de refrigeração.

A umidade relativa está intimamente relacionada à temperatura de refrigeração. A umidade deve ser baixa na temperatura de refrigeração para evitar o efeito “suar” que facilita espoliação da carne. As bactérias requerem umidade relativa elevada para multiplicação, acima de 90%, as leveduras 87-92% e os fungos 84% ou menos.

Quanto à necessidade de Oxigênio (O<sub>2</sub>) para multiplicação, os microrganismos podem ser aeróbios, anaeróbios e facultativos. Os fungos e leveduras de carnes são aeróbios. Na superfície da carne predominam as bactérias aeróbias e facultativas. No interior das carnes, as bactérias são facultativas e anaeróbias. O uso de embalagem com filmes de alta barreira e atmosfera modificada reduzem ou previnem, integralmente, o desenvolvimento de bactérias aeróbias.

- **Deterioração** – Da Silva (1999) define deterioração como sendo o ponto em que o alimento torna-se impróprio ao consumo humano. A deterioração não significa decomposição ou putrefação, necessariamente, e pode ser causada, também, por fatores outros que não microbianos, tais como: invasão de insetos, reações enzimáticas e oxidativas intrínsecas.

As alterações podem ser químicas e físicas. Nas alterações químicas, Da Silva (1999) afirma que as enzimas hidrolíticas endógenas e microbianas são responsáveis pela degradação das proteínas, lipídeos, carboidratos e outras moléculas complexas da carne. As primeiras degradações são realizadas pelas enzimas endógenas, seguidas pelas dos microrganismos.

- **Proteases** – Os produtos finais da ação microbiana sobre a carne dependem da disponibilidade de oxigênio. Quando esse está presente, as proteínas são degradadas em peptídeos simples e aminoácidos. Em anaerobiose, as proteínas são degradadas em compostos sulfurados que possuem forte odor desagradável, quase sempre, incluindo a amônia.

- **Lipases** – As lipases hidrolizam os triglicerídeos e fosfolípidos em glicerol, ácidos graxos e bases nitrogenadas (para os fosfolípidos). A lipólise extensiva pode acelerar a oxidação lipídica.
- **Enzimas de carboidratos** – Quase não existem na carne e atuam sobre os carboidratos intencionalmente adicionados durante o processo. Em produtos de salchicha fermentados há formação de ácidos orgânicos (primariamente, ácido láctico).

Quanto às alterações físicas produzidas por microrganismos, observam-se variações na cor, odor, sabor e outras propriedades de processo. O aparecimento de pigmentos oxidados na carne é resultado, na maioria das vezes, da ação de algumas bactérias que transformam a mioglobina e oximioglobina em metmioglobina e outras formas, resultando em cores cinzas, marrons ou verdes.

O aumento da maciez e aparecimento de odor, característico na carne, pode ser resultado da ação de enzimas microbianas em adição a enzimas endógenas presentes nos tecidos.

- **Deterioração aeróbia** – A deterioração da carne por bactérias e leveduras aeróbias, geralmente, resulta na formação de limo, odores, sabores indesejáveis e alteração na coloração. O tipo do microrganismo, temperatura e são os fatores que afetam essas características.

A deterioração da carne por fungos resulta em superfícies pegajosas. A deterioração aeróbia está limitada, essencialmente, à superfície e as áreas afetadas podem ser removidas pela toailete da carne. Entretanto, o crescimento extensivo pode levar à contaminações profundas, particularmente dos ossos e tecidos conjuntivos.

- **Deterioração anaeróbia** – A deterioração anaeróbia ocorre no interior da carne, em produtos embalados a vácuo ou em “containers” fechados onde o O<sub>2</sub> é ausente ou está limitado. Esse tipo de deterioração é causada por bactérias anaeróbias e ou aeróbias facultativas. Como resultado, há formação e acumulação de ácidos orgânicos por ação das enzimas bacterianas. O osso é uma porta de entrada muito importante para este tipo de contaminação. Cortes de carnes empacotados à vácuo desenvolvem, algumas vezes, essa deterioração onde as bactérias produtoras de Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S) estão, geralmente, envolvidas.

## 2.4 LEGISLAÇÃO SOBRE O TRANSPORTE DE ALIMENTO

A seção 8 do *Codex Alimentarius* refere-se ao item transporte e relata que quando necessário deverão ser adotadas medidas para:

- Proteger os alimentos de potenciais fontes de contaminação;
- Proteger os alimentos de danos que os possam tornar inaptos para consumo;
- Proporcionar um ambiente que permita controlar eficazmente o crescimento de microorganismos patogênicos ou de deterioração e a produção de toxinas nos alimentos.

Essa seção se justifica, haja vista que os alimentos podem ser contaminados ou não chegar ao seu local de destino em condições próprias para consumo, a menos que se adotem medidas eficazes de controle durante o transporte, mesmo quando tenham sido tomadas medidas adequadas de controle da higiene em etapas anteriores da cadeia alimentar.

Os alimentos deverão estar devidamente protegidos durante o transporte. O tipo de meios ou de recipientes necessários dependerá da classe de alimentos e das condições em que deverá ser transportado.

### 2.4.1 Requisitos

Onde necessário, os meios de transporte e os recipientes para produtos a granel deverão estar projetados e construídos de maneira que:

- Não contaminem os alimentos ou a embalagem;
- Se possam limpar eficazmente e, onde necessário, desinfetados;
- Permitam uma efetiva separação entre os diversos tipos de alimentos e dos alimentos e produtos não alimentares, onde necessário, durante o transporte;
- Proporcionem uma proteção eficaz contra a contaminação, incluindo pó e fumos;
- Possam manter com eficácia a temperatura, o grau de umidade, a atmosfera e outras condições necessárias para proteger os alimentos do crescimento de microorganismos nocivos ou indesejáveis e contra a deterioração que os possam tornar inaptos para o consumo;
- Permitam controlar a temperatura, umidade e demais parâmetros.

### 2.4.2 Utilização e manutenção

Os meios de transporte e os recipientes para alimentos deverão ser mantidos em um estado apropriado de limpeza, reparação e funcionamento. Quando se utiliza o mesmo meio de transporte para diferentes tipos de alimentos ou para produtos não alimentares, esse deverá ser limpo a fundo, e, onde necessário, desinfetado entre as diversas cargas.

Quando apropriado, sobretudo no transporte a granel, os meios de transporte e os recipientes serão destinados, marcados e utilizados exclusivamente para os alimentos.

De acordo com o Código de Boas Práticas para o Transporte de Alimentos da Associação da Restauração e Similares de Portugal (ARESP, 2006), o transporte terrestre, mesmo que em veículo isotérmico ou frigorificado aconselha-se apenas o transporte terrestre para curtos espaços de tempo e distância.

O local dos veículos de transporte destinado a receber os alimentos deve estar em bom estado de higiene e de conservação e livre de dispositivos e acessórios não relacionados com esses produtos.

Além disso, deve satisfazer as seguintes condições:

- As paredes interiores, incluindo o pavimento e o teto, devem ser revestidas com materiais resistentes à corrosão, impermeáveis, imputrescíveis, fáceis de limpar e desinfetar, e que não emitam, nem absorvam, cheiros.
- As paredes interiores devem ser lisas e de cor clara.
- Sempre que necessário, os pavimentos devem possuir sistema de escoamento de água.
- Todos os materiais suscetíveis de entrar em contato com os alimentos transportados devem ser de material que não os contamine ou transmita substâncias tóxicas, cheiros, cor ou sabor.
- O conjunto dos dispositivos respeitantes ao fecho, à ventilação e ao arejamento dos veículos, desde que sejam necessários, deve permitir o transporte dos alimentos ao abrigo de todas as contaminações.
- Devem ser colocados, em local visível, termômetros que permitam medir as temperaturas às quais estão submetidos os alimentos, durante o transporte.
- Devem ser previstos estrados facilmente laváveis, que permitam uma adequada circulação de ar, assegurando as condições hígio-sanitárias dos alimentos transportados.

- Sempre que necessário, devem ser previstos, designadamente para o transporte de carcaças animais e outras peças de carne, dispositivos de suspensão (barras, ganchos e outros) e suportes de carga, que sejam fáceis de lavar e desinfetar.
- As paredes exteriores das caixas isotérmicas devem ser pintadas de cor clara e as inscrições, que porventura nelas se imprimam, devem ser de cores claras com tamanho reduzido.

### **2.4.3 Controle dos Veículos de Transporte**

Os veículos de transporte de alimentos, mais concretamente os seus baús frigoríficos e isotérmicos, devem preencher os seguintes requisitos:

1. Assegurar condições de temperatura e umidade adequadas aos alimentos transportados;
2. Devem dispor de alarme ou lâmpada indicadora colocada no exterior, para alertar sempre que a porta não fique completamente fechada, e devem permitir a sua abertura pela parte interior;
3. Devem ser providas de termômetros que permitem efetuar o registro das temperaturas do transporte dos alimentos.

Ao seleccionar-se um fornecedor, deve dar-se preferência aos que possuam “*datta logger*”, ou seja, equipamentos de registro contínuo das temperaturas do transporte.

O controle dos equipamentos de transporte é de elevada importância, uma vez que, o seu correto funcionamento evita a deterioração dos alimentos transportados. Esse controle realizar-se-á em estações de ensaio designadas ou aceita pela entidade competente do país de matrícula ou registro do equipamento e deve ser efetuado:

- a) Antes do equipamento entrar em serviço;
- b) Periodicamente, pelo menos de 6 em 6 anos;
- c) Todas as vezes que for requerido pela referida autoridade.

### **2.4.4 Higiene dos Equipamentos e Superfícies de Transporte**

Os contentores e as câmaras frigoríficas em que circulam os alimentos devem ser mantidas limpas e em condições que garantam a segurança dos mesmos. De acordo com um Plano de Higiene, devem:

- a) Permitir uma limpeza e desinfecção adequadas;

- b) Prevenir a acumulação de sujeira, o contato com materiais tóxicos, a queda de partículas nos alimentos e a formação de condensação e de bolores indesejáveis nas superfícies;
- c) Possibilitar boas práticas de higiene durante todas as operações de transporte.

Os equipamentos e superfícies de transporte devem preencher os seguintes requisitos de higiene:

1. As superfícies que estão em contato direto com os alimentos devem ser limpas com a frequência necessária, mantendo um rigoroso estado de higiene;
2. Os produtos de limpeza devem ser devidamente removidos, por isso o enxaguamento, com água potável, deverá ser eficaz;
3. O transportador deve definir, por meio de um Plano de Higienização:
  - a) Procedimentos de limpeza e desinfecção que devem estar facilmente acessíveis ao pessoal;
  - b) Equipamento e agentes de limpeza e desinfecção utilizados;
  - c) Concentrações de agentes de limpeza e desinfetantes na preparação das soluções utilizadas para esse fim;
  - d) Frequência de limpeza e desinfecção.

#### **2.4.5 Transporte de Alimentos**

Quando se efetua o transporte de alimentos, de diferentes categorias, deve-se atender às suas características e especificidades e não se deve possibilitar o contato entre esses, visto que tal ocorrência pode propiciar a contaminação cruzada e o risco de ocorrência de doenças de origem alimentar.

No que diz respeito à entrega/recepção dos alimentos, deve-se ter especial atenção à ordem com que essa operação é efetuada. Em primeiro lugar, deverão ser entregues os alimentos refrigerados perecíveis e frescos, seguir-se-ão os congelados e por fim os alimentos secos.

#### **2.4.6 Transporte de Alimentos Perecíveis**

A principal característica dos alimentos perecíveis é o fato de se deteriorarem facilmente. Pertencem a esse grupo, por exemplo, as carnes frescas, o pescado fresco e os produtos hortícolas. Nesse grupo estão muitos dos alimentos de maior consumo, utilizados

diariamente na alimentação da generalidade dos consumidores. Tais alimentos não prescindem de serem conservados a baixas temperaturas. A facilidade com que se deterioram deve-se, em grande parte, ao seu alto teor de água e à inexistência de quaisquer outros fatores intrínsecos a esses alimentos que sejam inibidores do crescimento microbiano.

Os alimentos perecíveis devem ser apresentados, para transporte, frescos, refrigerados, congelados ou ultracongelados e nas condições de temperatura máximas fixadas (Regulamento (CE) nº 853/2004 de 29 de Abril, no seu anexo III e NP 1524, de 25 de Março de 1987). Essas condições devem ser mantidas durante todo o tempo de transporte e, para isso, os veículos de transporte e contentores a utilizar, devem ser frigorificados ou refrigerados, conforme os casos. O arrefecimento dos contentores, ou dos veículos destinados ao transporte de alimentos perecíveis, deve ser efetuado antes do carregamento, pois a temperatura exterior pode ser a causa de variações de temperaturas prejudiciais à boa conservação dos mesmos.

Pelas mesmas razões, devem ser tomadas precauções para que as operações de carga e descarga dos veículos de transporte sejam realizadas com o máximo de rapidez e sem variação de temperatura que possa ser prejudicial à conservação da qualidade dos alimentos. Assim, devem ter-se cuidados especiais para evitar a contaminação dos alimentos e garantir a temperatura ideal de conservação. Para tal, os contentores ou as caixas devem ser isotérmicos e encontrarem-se limpos. O tempo entre a descarga e o acondicionamento, deverá ser o mais reduzido possível.

Os veículos utilizados no transporte de alimentos perecíveis não devem ser utilizados para outros fins, podendo, no entanto, ser transportados, simultaneamente, diversos alimentos perecíveis, desde que as temperaturas de transporte de cada um sejam compatíveis entre si e que nenhum desses alimentos possa ser a causa de modificação ou de alteração dos outros, em particular por odores, poeiras, conspurcações, fragmentos orgânicos ou minerais. No caso em que os referidos efeitos possam ocorrer, os alimentos devem ser isolados.

#### **2.4.7 Controle da Temperatura**

Para além dos termômetros que os próprios veículos devem conter, o controle da temperatura deve ser feito por meio de termômetros próprios para alimentos, devendo estes ser periodicamente verificados/calibrados, através de equipamentos próprios ou de empresas especializadas. Quando usados, não devem propiciar risco de contaminação, pelo que as suas hastes devem ser lavadas, e desinfetadas, antes e depois de cada uso. O controle da

temperatura aplica-se apenas a alimentos que exijam condições de conservação sob temperatura controlada (ultracongelados, congelados, refrigerados e alimentos quentes).

#### **2.4.8 Legislação para o Transporte no Brasil**

No Brasil, o transporte de alimentos industrializados está regulamentado pelas seguintes legislações federais:

- **Portaria SVS/MS nº326, de 30 de Julho de 1997 – Condições Higiênicas – Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.**

O item 8.8 da referida Portaria regula o armazenamento e transporte de matérias-primas e produtos acabados:

8.8 – Armazenamento e transporte de matérias-primas e produtos acabados:

8.8.1 – As matérias-primas e produtos acabados devem ser armazenados e transportados segundo as boas práticas respectivas, de forma a impedir a contaminação/ou a proliferação de microorganismos e proteger contra a alteração ou danos ao recipiente ou embalagem. Durante o armazenamento deve ser exercida uma inspeção periódica dos produtos acabados, a fim de que somente sejam expedidos alimentos aptos para o consumo humano e sejam cumpridas as especificações de rótulo quanto às condições e transporte, quando existam.

8.2.2. – Os veículos de transportes pertencentes ao estabelecimento produtor de alimento ou ao contratado devem atender às boas práticas de transporte de alimentos autorizados pelo órgão competente. Os veículos de transporte devem realizar as operações de carga e descarga fora dos locais de fabricação dos alimentos, devendo ser evitada a contaminação dos mesmos e do ar por gases de combustão. Os veículos destinados ao transporte de alimentos refrigerados ou congelados devem possuir instrumentos de controle que permitam verificar a umidade, caso seja necessário e a manutenção da temperatura adequada. (BRASIL, 1997 p.11).

- **Resolução - RDC Anvisa nº275, de 21 de outubro de 2002 – Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.**

No anexo II, o item 4.5 regula a produção e transporte do alimento:

4.5 Transporte do Produto Final:

4.5.1 Produto transportado na temperatura especificada no rótulo.

4.5.2 Veículo limpo, com cobertura para proteção de carga. Ausência de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença, como fezes, ninhos e outros.

4.5.3 O transporte deve manter a integridade do produto.

4.5.4 O veículo não deve transportar outras cargas que comprometam a segurança do produto.

4.5.5 Presença de equipamento para controle de temperatura quando se transporta alimentos que necessitam de condições especiais de conservação. (BRASIL, 2002 p.18).

Podem-se listar ainda outras legislações que regulamentam o transporte refrigerado, no caso de carne de Aves:

- **Ministério da Agricultura Portaria nº 210 de novembro de 1998 – Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves.**

Essa portaria, em seu item 8 regula sobre os veículos de transporte de carga, baseado no Artigo 904 – RIISPOA.

- 8.1. O transporte deve ser compatível com a natureza dos produtos, de modo a preservar sempre suas condições tecnológicas e conseqüente manutenção da qualidade, sem promiscuidade e/ou outras condições que os comprometam;
- 8.2. Os veículos empregados no transporte de carcaças e miúdos deverão possuir carrocerias construídas de material adequado, com isolamento apropriado e revestimento interno de material não oxidável, impermeável e de fácil higienização, e dotadas de unidade de refrigeração;
- 8.3. Tolera-se a utilização de veículo dotado de carroceria isotérmica, somente para o transporte de curta distância e duração, que não permita a elevação da temperatura nos produtos em mais de 2°C (dois graus centígrados);
- 8.4. As portas obedecerão aos mesmos detalhes de revestimento e se fecharão hermeticamente;
- 8.5. Quando o piso for protegido por estrado, estes deverão ser desmontáveis, a fim de permitir sua perfeita higienização. (BRASIL, 1998 p.18).

No caso específico do transporte de carne Suína; aplica-se a seguinte portaria:

- **Ministério da Agricultura, do abastecimento e da Reforma Agrária, portaria nº 711, de 1º de novembro de 1995 - Padronização dos Métodos de Elaboração de Produtos de Origem Animal no tocante às Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos.**

Destaca-se o Artigo 3, item 7.15.1 - Transporte frigorífico;

- 7.15 - Embarque, desembarque e transporte;
- 7.15.1 - Transporte frigorífico;
- 7.15.1.1 - Congelados:
  - a) O embarque de congelados somente poderá ser realizado quando a temperatura interna das carnes atingir no mínimo -18° C (dezoito graus centígrados abaixo de zero), verificando-se igualmente as condições de embalagem por ocasião da retirada das câmaras de estocagem. A medição da temperatura deverá ser procedida no interior das câmaras de estocagem, de forma a impedir o transporte de carnes que não satisfaçam à exigência mínima em relação à temperatura;
  - b) O embarque se dará em locais próprios, de acordo com o previsto na alínea "d" do item 2.1, Capítulo IV das presentes normas;
  - c) Os veículos frigoríficos devem estar devidamente higienizados e com a temperatura interna das câmaras a 0° C (zero grau centígrado), cumprindo a Inspeção Federal constatada antes do embarque e as condições de atendimento destes requisitos higiênicos;
  - d) Imediatamente após o término do carregamento, se procederá a colocação do lacre oficial nas portas das câmaras frigoríficas dos veículos transportadores e, ao mesmo tempo, se tomarão as devidas providências para que sejam ligadas as suas unidades de frio;
  - e) Quando ocorrerem desembarques, deverão ser rigorosamente observadas as condições higiênicas do transporte das carnes e suas embalagens, bem como caberá

ao funcionário da Inspeção Federal o rompimento do lacre oficial e a competente conferência do certificado sanitário que acompanha os produtos.

Igualmente deverá ser medida a temperatura interna das carnes congeladas que para igualar com a temperatura externa, deverá estar no mínimo a  $-8^{\circ}\text{C}$  (oito graus centígrados abaixo de zero);

f) Tanto os embarques como os desembarques devem ser operações realizadas com todo o cuidado higiênico e a maior rapidez possível, evitando-se exposição prolongada dos congelados as temperaturas impróprias;

g) Produtos congelados não comestíveis e destinados a fins opoterápicos deverão ser transportados em separado, não se permitindo sua mistura com congelados comestíveis. Deverão ser acompanhados do competente certificado sanitário para produtos não comestíveis.

7.15.1.2 - Resfriados (carnes, miúdos e produtos frescais):

a) O embarque de carcaças e/ou cortes resfriados, somente poderá ser realizado quando a temperatura na intimidade das massas musculares estiver entre  $1^{\circ}\text{C}$  e  $-1^{\circ}\text{C}$  (um grau centígrado e um grau centígrado abaixo de zero). A medição da temperatura deverá ser realizada no interior das câmaras de triagem, de forma a impedir o transporte de carnes que não satisfaçam a exigência em relação à temperatura;

b) o embarque se dará em locais próprios, de acordo com o previsto na alínea "d" do item 2.1, do Capítulo IV das presentes normas;

c) quanto às condições internas e temperatura das câmaras dos veículos transportadores, deverá ser obedecido o exposto no item 7.15.1.1, alínea "c" deste Capítulo VI;

d) proíbe-se estivar carcaças resfriadas, devendo, antes, durante e após o transporte, permanecerem dependuradas;

e) para o transporte de miúdos resfriados será permitido o uso de bandejas de aço inoxidável, ou outro material aprovado pelo DIPOA (Divisão da Inspeção de Produtos de Origem Animal). Para colocação dessas bandejas, é necessária, no interior das câmaras frigoríficas dos veículos transportadores, a existência de estaleiros metálicos fixos ou móveis, sem pintura e resistentes à corrosão.

Será proibida a simples colocação destas bandejas diretamente sobre o piso;

f) os frescais somente poderão ser transportados quando devidamente rotulados e embalados, permitindo-se que o empilhamento das caixas sirva como continentes;

g) quanto aos desembarques, deverá ser observado no que couber, ao estabelecido no item 7.15.1.1, alínea "e", com exceção da temperatura interna das carnes resfriadas, a qual deverá estar entre  $1^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}$  (um grau centígrado e cinco graus centígrados).

7.15.2 - Transporte de banha, salgados, curados e defumados:

a) estes produtos poderão ser transportados em veículos comuns e em temperatura ambiente, desde que se trate de cargas exclusivas de comestíveis, devidamente protegidas por lonas próprias;

b) os veículos deverão estar higienizados de maneira adequada, a fim de que se possa proceder aos embarques. (BRASIL, 1995 p.66).

- **Regulamento da Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA)**

Art. 904 - O transporte de produtos de origem animal deve ser feito em vagões, carros ou outros veículos apropriados, construídos expressamente para esse fim e dotados de instalações frigoríficas.

§ 1º - As empresas de transportes ficam obrigadas a dar preferência aos embarques de animais e produtos de origem animal destinados à alimentação humana.

§ 2º - Tratando-se de leite e carne para consumo em natureza, e quando os volumes desses produtos comportarem, as empresas ferroviárias devem organizar trens especiais, com horário preferencial sobre qualquer comboio, de maneira que entre a

conclusão dos trabalhos de preparo da carne ou do beneficiamento do leite e a entrega na localidade de consumo, não se verifiquem intervalos superiores aos permitidos neste Regulamento ou em atos complementares que venham a ser baixados.

§ 3º - As empresas de transporte tomarão as necessárias providências para que, logo após o desembarque dos produtos a que se refere o parágrafo anterior, sejam os veículos convenientemente higienizados, antes de receberem carga de retorno.

§4º - Nenhuma empresa de transporte pode receber vasilhame para acondicionamento de leite se não estiver convenientemente higienizado.

§5º - Nenhuma empresa de transporte pode permitir o embarque de animais vivos destinados ao abate, em número superior à capacidade normal do veículo. (BRASIL, 1952 p.148).

## **2.5 SISTEMA DE ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)**

O Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) ou *Hazard Analysis and Critical Control Point System* (APPCC) é um programa de gestão de qualidade, baseada em conceitos preventivos de controle, desde o processo de fabricação até a estocagem e distribuição. Pode ser visto como uma evolução do controle de qualidade: se antes era feita a inspeção em insumos, processo e produto acabado (o que poderia levar a um retrabalho), com o APPCC faz-se uma prevenção antes de iniciar a produção, buscando encontrar os pontos críticos do processo com vistas à eliminá-los.

Esse programa tem por objetivo conferir um caráter preventivo às operações do processo de industrialização, orientar para uma atenção seletiva nos pontos críticos de controle, sistematizar e documentar os pontos críticos, garantir a produção de alimentos seguros e proporcionar um incremento na produtividade e competitividade da empresa (BRASIL, 2008). Esses objetivos visam assegurar que os produtos industrializados sejam elaborados sem riscos à saúde pública, apresentando padrões uniformes de qualidade e atendendo às legislações nacionais e internacionais, nos aspectos sanitários de qualidade e de integridade econômica. Define-se, assim, o APPCC como um programa que visa à eliminação dos pontos críticos, através de uma avaliação em todo o processo, buscando a eliminação de falhas.

A história do APPCC teve origem na indústria química da Grã Bretanha, entre 1950 e 1960. Nos anos 1960, a Administração Espacial e de Aeronáutica Americana (NASA), com o envio do homem à lua, passou a preocupar-se com a saúde dos astronautas, associando a isso as fontes alimentares. Elegeu, então, a empresa Pillsbury para desenvolver um sistema de controle de processamento de alimentos. Após estudos, a empresa concluiu que o único meio de assegurar qualidade seria garantindo o controle preventivo em todas as etapas de

preparação do alimento, incluindo matéria-prima, ambiente, processo, pessoas, estocagem, distribuição e consumo.

Em 1971, o APPCC foi apresentado, pela primeira vez, durante a Conferência Nacional sobre Proteção de Alimentos nos Estados Unidos, e logo expandiu-se também para a indústria de medicamentos. Em 1973, publicou-se um documento detalhado sobre o APPCC e em 1985 as agências de controle e fiscalização de alimentos, em parceria com a Academia Nacional de Ciência dos Estados Unidos, sugeriu um treinamento para o uso do APPCC, tanto para profissionais da indústria de alimentos, quanto para órgãos governamentais em todos os Estados Unidos.

No Brasil, o Ministério da Agricultura e o Serviço de Inspeção de Pescados e Derivados estabeleceram normas para a implantação do APPCC nas indústrias de pescado em 1990. Em 1993, o Ministério da Saúde, através da portaria nº 1428, estabeleceu a obrigatoriedade da implantação do sistema nas indústrias de alimentos em geral. Em 1998, o Ministério da Agricultura e Abastecimento instituiu, por meio da Portaria nº 46 de 10 de Fevereiro do mesmo ano, o APPCC. Esse sistema surgiu por intermédio do governo brasileiro juntamente com a iniciativa privada, visando atender às exigências sanitárias e aos requisitos de qualidade ditados pelo mercado interno e externo. Com a instituição do sistema APPCC, os demais sistemas de gerenciamento de qualidade passaram a ser utilizados como meio auxiliar.

O APPCC está fundamentado em sete passos operacionais básicos:

### **1. Identificação e avaliação dos perigos – medidas preventivas**

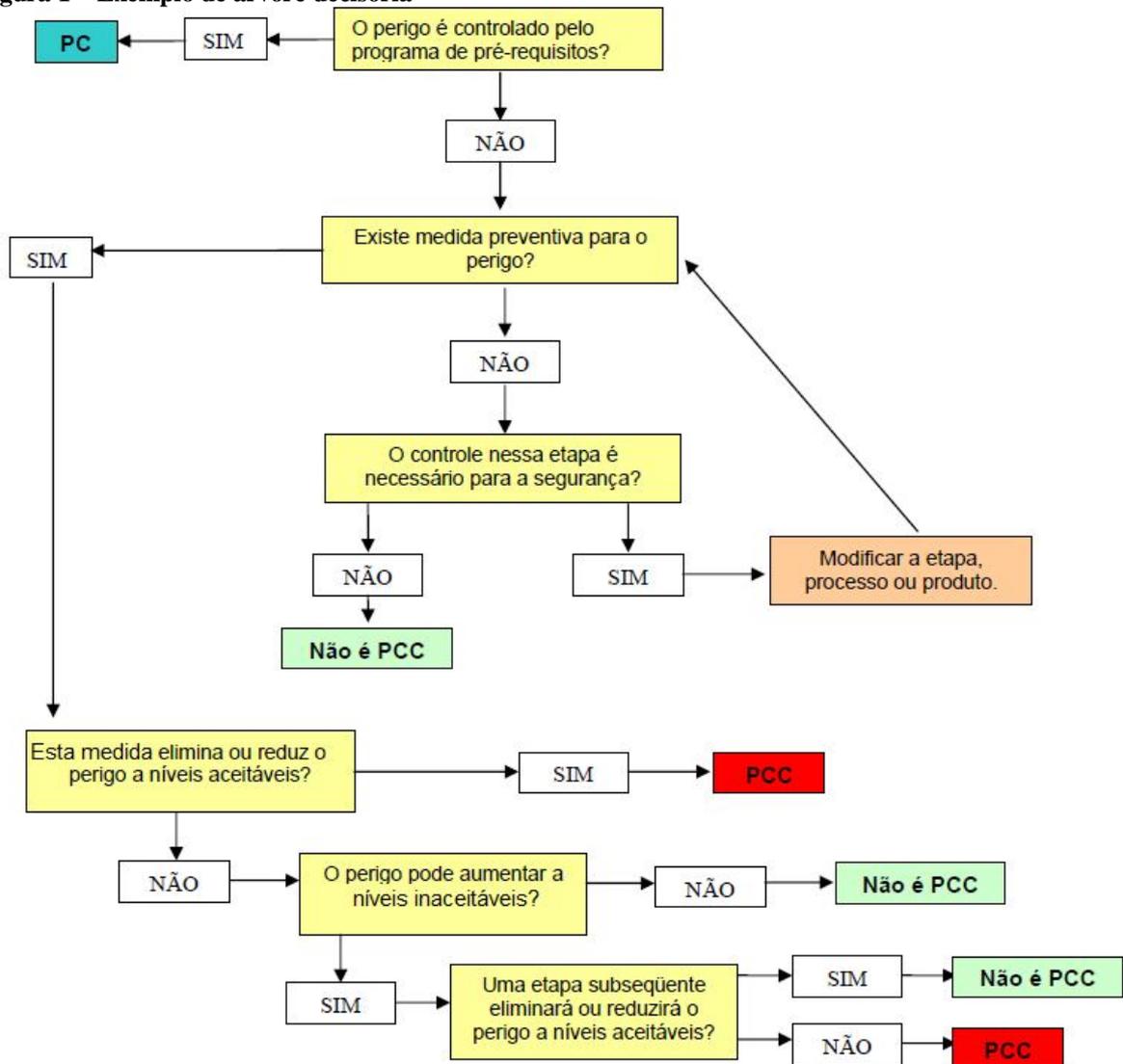
O objetivo é coletar e avaliar informações referentes à qualidade do produto e perigos que causam danos à saúde ou integridade do consumidor. Para tanto, podem ser usados dados epidemiológicos, consultas bibliográficas e informações técnicas relacionadas à produção, processamento, estocagem e distribuição do produto.

A probabilidade de ocorrência do risco e sua severidade podem ser classificadas em (i) alta, quando as contaminações conduzem a quadros clínicos graves; (ii) média, no caso de contaminações causadas por microrganismos de patogenicidade moderada; (iii) baixa, no caso de contaminação causada por microrganismos de disseminação restrita e patogenicidade moderada. Deve-se analisar qual a melhor medida preventiva para cada tipo de perigo. Quando não for possível sua eliminação ou redução, devem-se realizar alterações no fluxograma produtivo.

## 2. Identificação dos pontos críticos de controle (PCC)

Os pontos críticos são aqueles que realmente oferecem riscos à segurança. Tais pontos devem ser restritos ao menor número possível, podendo receber algum tipo de medida de controle preventivo. A árvore decisória na Figura 1 pode auxiliar na identificação dos pontos críticos.

Figura 1 – Exemplo de árvore decisória



Fonte: Lopes (2007, p. 9).

Devem ser adotadas medidas que garantam a eliminação, prevenção ou redução dos pontos de perigo. Esses pontos devem ser monitorados. Caso isso não seja possível, deve-se monitorar os pontos anteriores e posteriores a ele.

### **3. Estabelecimento dos limites críticos**

Deve-se adotar limites máximos e mínimos aceitáveis para situações que possam ser quantificadas como temperatura, PH, etc. Quando as medições estiverem dentro dos parâmetros estabelecidos significa que o produto está em bom estado.

### **4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento**

O monitoramento consiste na medição ou observação de um Ponto Crítico de Controle (PCC) relativamente aos seus limites críticos, permitindo identificar tendências de ocorrência de eventuais não conformidades. Essas medições podem ser prescritas em procedimentos padrão, indicando frequências de acompanhamento, amostragem e até a realização de um controle estatístico dos resultados.

### **5. Estabelecimento de ações corretivas**

Para cada PCC devem ser desenvolvidas formas de controlar desvios dos limites, readequando a segurança do processo.

### **6. Estabelecimento dos procedimentos de verificação**

O sistema APPCC deve ser monitorado e supervisionado para garantir a segurança do processo. Necessita da disposição de um cronograma para revisar o plano APPCC, os limites aceitáveis ou, ainda, a calibração dos instrumentos de medição.

### **7. Estabelecimento dos procedimentos de registros**

Os registros são de extrema importância para o sucesso do APPCC, devendo conter todos os dados referentes ao sistema, tais como: equipe, limites críticos, monitoração, ações corretivas, registros e procedimentos de verificação, além de dados adicionais que possam ser importantes para complementar a análise do sistema.

A Portaria nº 46 de 10 de fevereiro de 1998 do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), preconiza a implantação do método APPCC por meio de uma sequência lógica de 7 etapas apresentadas a seguir:

#### **1ª ETAPA - Formação da equipe responsável pela elaboração e implantação do plano de APPCC**

A equipe deve ser constituída de pessoas que estejam familiarizadas com os produtos e métodos de elaboração do estabelecimento analisado. Possíveis integrantes da equipe podem

incluir gerentes, microbiologistas, compradores, técnicos especializados, chefes de seções específicas e operários a serem coordenados por um responsável técnico do controle da qualidade, todos devidamente capacitados em APPCC. Os integrantes da equipe devem ser pessoas com grande poder de convencimento, liderança, capacidade de multiplicação dos conhecimentos obtidos e formadores de opinião, de modo a possibilitar a difusão dos conceitos do programa nos diversos setores do estabelecimento industrial e a facilitar a sensibilização de todo o corpo funcional para a sua importância.

## **2ª ETAPA - Identificação da empresa**

Nesta etapa elabora-se uma identificação completa da empresa, incluindo o seu organograma administrativo.

## **3ª ETAPA - Avaliação dos pré-requisitos para o plano APPCC**

Os pré-requisitos referem-se aos aspectos que, na maior parte, já foram disciplinados pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) ou estão em fase de disciplinamento e que, na prática, são controlados nos estabelecimentos sob inspeção federal.

Assim, os seguintes aspectos devem ser analisados:

1. Leiaute (*Lay-out*) do estabelecimento, incluindo recepção, estocagem da matéria-prima, preparação da matéria-prima, setores de estocagem de embalagens, ingredientes e aditivos, setor de elaboração, setor de embalagem, estocagem do produto final e expedição;
2. Manutenção das instalações;
3. Equipamentos;
4. Água de abastecimento;
5. Saúde dos operários e hábitos higiênicos;
6. Controle de insetos e roedores, incluindo o memorial descritivo do programa de combate a insetos e roedores, produtos químicos empregados e seus respectivos antídotos, empresa responsável (no caso de terceiros) e responsabilidade técnica, planta de situação do estabelecimento, com identificação dos locais de colocação de produtos (área externa) e armadilhas (áreas internas), modelos de relatórios de controles e providências;
7. Limpeza e sanificação;
8. Aferição dos instrumentos;
9. Qualidade da matéria-prima e ingredientes;
10. Procedimentos de recolhimento do produto final;

11. Procedimentos sobre reclamações dos consumidores e/ou importadores.

#### **4ª ETAPA - Programa de capacitação técnica**

Na implantação do sistema APPCC, a empresa deverá garantir condições para que todas as pessoas sejam capacitadas, facilitando a sua participação em treinamentos. A capacitação deve acontecer de forma contínua, para propiciar atualização e reciclagem de todos os envolvidos.

O conteúdo programático dos treinamentos sobre o sistema de garantia da qualidade, fundamentados no sistema de APPCC para produtos de origem animal, deverá abranger os seguintes tópicos: (i) sensibilização para a qualidade; (ii) perigos para a saúde pública ocasionados pelo consumo de alimentos de origem animal; (iii) deterioração de alimentos perecíveis; (iv) *lay-out* operacional; (v) programas de higiene; (vi) etapas de elaboração e implantação.

#### **5ª ETAPA - Sequência lógica de aplicação dos princípios do APPCC**

Nesta etapa estão listados os doze passos necessários à implantação da APPCC. Os passos de 6 a 12 referem-se aos sete princípios básicos do plano, apresentadas anteriormente.

- 1º passo** Reunir a Equipe APPCC, formada nos moldes apresentados na 1ª etapa;
- 2º passo** Descrever o produto;
- 3º passo** Identificar o uso pretendido e consumidor do produto;
- 4º passo** Construir o diagrama operacional;
- 5º passo** Verificar, na prática, a adequação do diagrama operacional;
- 6º passo** Listar e identificar os perigos, analisar os riscos e considerar as medidas preventivas de controle;
- 7º passo** Identificar os PCCs e aplicar a árvore decisória;
- 8º passo** Estabelecer os limites críticos para cada PCC;
- 9º passo** Estabelecer o sistema de monitorização para cada PCC;
- 10º passo** Estabelecer as ações corretivas;
- 11º passo** Estabelecer os procedimentos de verificação;
- 12º passo** Providenciar a documentação e estabelecer os procedimentos de registro.

#### **6ª ETAPA - Encaminhamento da documentação para avaliação pelo DIPOA**

Após a elaboração do sistema APPCC, a empresa deverá remetê-lo ao DIPOA, através da representação estadual do órgão, solicitando análise e aprovação do plano.

As empresas deverão elaborar o plano genérico de APPCC, constando toda linha de produção de produtos, com cronograma de implantação progressiva de acordo com a prioridade estabelecida. Qualquer modificação do plano deverá ser comunicada oficialmente ao comitê para revalidação. Durante a implantação, a equipe de APPCC do Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SIPA) poderá oferecer esclarecimentos à empresa e propor correções no plano estabelecido.

### **7ª ETAPA - Aprovação, implantação e validação do plano APPCC**

O plano será implantado após a apresentação da documentação e aprovação dada pelo DIPOA. Após a aprovação, a validação do plano ficará condicionada ao resultado de auditoria específica, liderada por profissionais médicos veterinários pertencentes ao DIPOA. Uma vez aprovados, terão prazos determinados para implantação estabelecidos especificamente para cada setor (pescados, carne e leite).

Na literatura, é possível encontrar aplicações reportadas do APPCC. Em 1994, Baird-Parker desenvolveu um estudo referente ao uso e aplicação do APPCC na indústria de alimentos refrigerados (BAIRD-PARKER, 1994). O autor afirmou que o sistema de APPCC é relevante à garantia da segurança de todos os tipos de alimentos refrigerados, que, além de perigos microbiológicos, estão expostos a perigos químicos, tais como inseticidas e resíduos de antibiótico e perigos físicos (vidros, fragmentos de metal, etc.). As dificuldades de aplicar esse sistema a elementos refrigerados são análogas à aplicação em outros tipos de alimentos, mas incluem particularmente o conhecimento e a perícia das pessoas que geram o sistema de APPCC. Relatou ainda que, na implantação de um sistema APPCC, é indispensável contar com boas práticas de fabricação e com um sistema de gestão de qualidade.

James (1999) desenvolveu um trabalho no Centro de Pesquisa de Engenharia de Refrigeração e Processo de Alimentos de Bristol, analisando, ao longo de 32 anos, várias das pesquisas desenvolvidas no Centro, obtendo os seguintes resultados. Na seção de transporte dos alimentos, no início dos anos 1970, o controle de temperatura de produtos refrigerados nas estradas era quase inexistente e 70% dos veículos usados para o transporte de carne refrigerada, dos pequenos matadouros aos mercados, não possuíam sistemas de refrigeração. Os veículos que dispunham de refrigeração possuíam compressores a diesel e utilizavam fluido R12 (clorofluorcarbono – CFC), atualmente proibido pelo protocolo de Montreal de 2002. Os veículos eram, na maior parte, camionetes de entrega sem a divisória entre o resfriador e a carga. As temperaturas congeladas da carne, após o transporte em reboques refrigerados, eram muito mais elevadas do que o desejável. Durante os anos 1980, com a

possibilidade de registrar as temperaturas, observaram-se dados críticos de temperaturas da carne e temperatura do ar durante o carregamento e transporte. Esse tipo de informação foi fundamental para a identificação de problemas. Desde então, constatou-se a necessidade de uma legislação mais rigorosa sobre operadores, para melhorar o controle de temperatura.

Orriss e Whitehead (2000) ressaltam que os sistemas de garantia de qualidade do alimento são necessários em todos os segmentos da cadeia alimentar e é papel de cada setor da indústria alimentar assegurar a qualidade e a segurança do produto. Os autores afirmam ainda que os governos têm a responsabilidade de estabelecer os padrões, a legislação e os programas da aplicação necessários para controlar a qualidade dos produtos alimentícios. Por outro lado, a indústria tem a responsabilidade de executar os sistemas de garantia de qualidade, incluindo APPCC, se necessário, para assegurar a conformidade com os padrões e a legislação.

Figueiredo e Costa Neto (2001) apresentam um estudo de caso no qual aplicam o método APPCC e Boas Práticas de Fabricação (BPF) em uma indústria de biscoitos, com aproximadamente 700 empregados. O grupo de trabalho, formado pela empresa para a implantação do método, era composto por 4 pessoas de setores distintos que dedicavam tempo integral à execução do projeto. O mesmo iniciou em julho de 1997 e entre 1998 e 1999 foi possível observar um decréscimo de 25% nas queixas dos consumidores, relativas à detecção de corpos estranhos nos produtos.

Azanza (2006) reporta um problema levantado pelo Departamento de Saúde das Filipinas, relacionado ao crescente número de relatos, em registros de navios, a respeito de doenças gástricas de passageiros em embarcações, sejam elas embarcações locais de passageiros ou de carga interconsole (região de ilhas das Filipinas). Buscando minimizar o problema, um programa detalhado de qualidade dos alimentos foi lançado em meados de 2002, bem como um método de boas práticas de fabricação e um programa para certificação do APPCC para serviços de alimentação que operam em embarcações filipinas do interconsole. O Departamento de Saúde das Filipinas é hoje identificado como um fornecedor de certificação APPCC para embarcações locais em nível nacional.

Roberto, Brandão e Silva (2006) desenvolveram um estudo econômico associando a execução e a manutenção de APPCC em uma planta de leite pasteurizado. Foram avaliadas as condições prévias de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Procedimentos Padrão de Operações Sanitárias (PPOS). Na sequência, os autores propuseram duas plantas: uma primeira sob circunstâncias reais de funcionamento, sem conformidade de BPF e uma segunda planta que considera a conformidade de BPF. A avaliação do custo para a

implantação e a manutenção do APPCC foi executada e uma análise comparativa dos valores estimados foi realizada. Os resultados sugerem que a análise prévia seja essencial para desenvolver uma planta eficaz, com um pequeno número de pontos de controle críticos, conduzindo a baixos custos de investimentos para a execução e a manutenção de APPCC.

Segundo Furtini e Abreu (2006), a trajetória da atual legislação referente ao APPCC teve início em 1993, com o estabelecimento, pelo Serviço de Inspeção de Pescados e Derivados (SEPES/MARA), de normas e procedimentos para pescados. Em meados daquele ano, a Portaria nº 1428, do MS, preconizou normas para a obrigatoriedade do APPCC em todas as indústrias do ramo alimentício. No ano de 1998, a Portaria nº 40, do MAA, hoje MAPA, estabeleceu um manual de procedimentos baseados no sistema APPCC para bebidas e vinagres. No mesmo ano, a Portaria nº 46, do MAPA, obrigou a implantação gradativa do APPCC em todas as indústrias de produtos de origem animal, cujo pré-requisito são as BPF.

Celaya et al. (2007) citam diversos autores (LEITENBERGER E RÖCKEN (1998); MORTLOCK, PETERS E GRIYTH (1999); PANISELLO, QUANTICK E KNOWLES (1999); GILLING, TAYLOR E TAYLOR (2001); RAMÍREZ E MARTÍN (2003)) que constataram que pequenas indústrias estão impondo barreiras que obstruem a execução efetiva do APPCC. Baseados nesse fato Celaya et al. (2007), desenvolveram uma pesquisa entre os anos de 1999 e 2003 cujo principal objetivo era avaliar a execução do sistema de APPCC, identificando as dificuldades práticas de aplicação em uma comunidade autônoma de Madrid - Espanha. Os autores concluíram que, dentro das pequenas indústrias, inicialmente as dificuldades estão em possuir uma planta estratégica, posteriormente, há uma dificuldade na execução das condições estabelecidas previamente, principalmente pela falta de compromisso por parte da gerência.

Von Ruckert et al. (2009) desenvolveram uma pesquisa em um abatedouro de aves, localizado no estado de Minas Gerais - Brasil, com capacidade de abate de aproximadamente 10.000 aves/hora, voltado para o mercado interno e externo, sob diretrizes da Portaria nº 210 – MAPA de 1998. Os autores dividiram o abate em cinco fases, para detecção da *Salmonella ssp.* através da identificação dos pontos que representam uma posição estratégica para controle de eventuais falhas. Identificando os pontos críticos de controle, tornaram o APPCC mais viável e econômico, descartando, dessa forma, pontos não tão críticos.

Para Ragasa, Thornsbury e Bernsten (2011), o APPCC é um sistema internacionalmente aceito de gerência da qualidade alimentar, reconhecido como elemento crítico para a indústria alimentar. Entretanto, nem todas as empresas produtoras e processadoras de alimentos adotam o sistema ou permanecem com ele. Os autores analisaram

empresas processadoras de marisco das Filipinas, que interromperam o uso do método APPCC entre 2004 e 2005 (nesse caso, o uso do APPCC garantia um certificado às empresas que o adotavam). Os resultados indicam que somente 38% das empresas permaneceram com certificado, por acreditarem que ganhariam os mercados da União Européia. Porém, 62% das empresas, inicialmente, certificadas abandonaram a certificação, por não reconhecerem maiores benefícios econômicos decorrentes dela.

Garayoa et al. (2011) desenvolveram um estudo com 20 empresas da Espanha com o intuito de avaliar a implementação do sistema APPCC, analisando conhecimentos, atitudes e práticas dos manipuladores de alimentos. Foi realizada uma inspeção visual das instalações e atividades dos manipuladores de alimentos e distribuído um questionário entre os participantes (105 trabalhadores, no total). Além disso, amostras de superfícies e produtos acabados foram obtidas para avaliação microbiológica. Os questionários revelaram um grau maior de conhecimento sobre comportamentos corretos entre trabalhadores com nível médio de ensino e estabilidade no trabalho, bem como em posições de maior responsabilidade. No entanto, a observação de práticas de higiene revelou procedimentos incorretos em 60% das atividades. Em resumo, o estudo confirmou as dificuldades encontradas pelas empresas ao implementar o sistema APPCC, como a falta de pessoal bem-treinado, falta de motivação ou adesão ao referido sistema por parte dos trabalhadores e a falta de recursos financeiros e econômicos para resolver as deficiências nas instalações.

## **2.6 MANUTENÇÃO**

As inovações tecnológicas ocorridas nas últimas décadas simplificaram processos de manufatura, facilitando algumas operações entretanto, as máquinas tornaram-se mais complexas, exigindo manutenções mais criteriosas. A manutenção deixou de estar associada à realização de simples conserto e passou a exigir planejamento, tornando-se um fator relevante na produtividade e, conseqüentemente, na competitividade das indústrias. O serviço de manutenção, devido à alta exigência de qualidade, passou a demandar uma equipe cada vez mais qualificada e capacitada.

Nakajima (1989) já apresenta sete perdas que uma manutenção adequada pode evitar, são elas: (i) perda por quebra do equipamento; (ii) perda devido a ajustes e tempo de preparação; (iii) perda por substituição de ferramentas e peças que se desgastam ao longo do tempo; (iv) perda por uso de ferramentas inadequadas pelos operadores; (v) perda por parada

temporária; (vi) perda por redução de velocidade; (vii) perda devido a retrabalho. Hoje, 17 anos mais tarde, muitas empresas ainda são atingidas por essas perdas.

Para melhor compreensão dos conteúdos abordados nesse capítulo é importante definir alguns termos relacionados à manutenção. Eis os termos:

**Falha:** Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida (ABNT, 1994).

**Pane:** Estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos (ABNT, 1994).

### 2.6.1 Tipos de manutenção

Existem diferentes tipos de manutenção, conforme apresentados na sequência:

A **manutenção corretiva**, definida como a atuação na correção da falha ou no caso de desempenho menor que o esperado, é uma prática reativa de manutenção. Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994), é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar o item em condições de executar uma função requerida. A manutenção corretiva pode ser uma boa opção quando os custos da indisponibilidade forem menores que os custos necessários para evitar a falha, ou ainda no caso de modos de falha que não respondem adequadamente a serviços periódicos de manutenção, ou não podem ser detectados por inspeções ou monitoramentos.

Considerada uma estratégia pró-ativa, a **manutenção preventiva** é definida pela NBR 5462 (ABNT, 1994) como uma manutenção efetuada em intervalos predeterminados de tempo, ou de acordo com critérios prescritos. Trata-se de uma modalidade de manutenção destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. Pode ser uma boa opção para componentes que apresentam desgastes em ritmo constante e que representam um custo baixo comparado ao custo de falha, podendo-se prever estoques adequados e seguros (LIMA, 2000). Um fator negativo da manutenção preventiva é que a troca de um item por tempo de uso se dá apenas em função do desgaste, descartando falhas do tipo prematuras ou humanas, além disso, podem ocorrer trocas antes do fim da vida útil da peça, o que é economicamente desinteressante.

Quanto à **manutenção de rotina**, também conhecida como manutenção autônoma (LIMA, 2000; XENOS, 1998), compreende tarefas de rotina, normalmente, executadas no dia

a dia para evitar degradação dos itens. Um exemplo dessa manutenção é a lubrificação e a limpeza diária de um equipamento.

Já a **manutenção preditiva**, de acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994), é aquela que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Permite uma operação contínua do equipamento com intervenções apenas no momento em que há evidências de anomalias. Exige mão de obra qualificada e instrumentos de medição específicos. As falhas nessa modalidade de manutenção devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas, para um acompanhamento da sua progressão.

Por fim, a **manutenção por melhorias ou engenharia de manutenção** implementa melhorias para o aumento da vida útil do equipamento (LIMA, 2000). Praticar esse tipo de manutenção implica em melhorar os equipamentos gradativamente e continuamente através de modificações, modernizações e reprojatos (XENOS, 1998).

## **2.6.2 Metodologias para gestão de manutenção**

As metodologias de gestão de manutenção propiciam o emprego dos diferentes tipos de manutenção. A excelência da metodologia depende de diversos fatores: importância e características do equipamento, custos envolvidos, objetivos de produção, segurança e confiabilidade mínima exigida, entre outros. A metodologia de gestão empregada deve maximizar a disponibilidade dos equipamentos e minimizar os custos, assegurando segurança física, ambiental e produtividade.

A seguir apresentam-se duas metodologias que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

### **2.6.2.1 Manutenção Produtiva Total (MTP)**

A Manutenção Produtiva Total (MPT) surgiu no Japão, em meados dos anos 1970, como um aperfeiçoamento da manutenção corretiva. Com a tendência de minimizar os estoques, houve uma exigência de disponibilidade integral das máquinas nos sistemas de produção. A metodologia foi implantada em 1971 inicialmente na Nippon Denso (empresa pertencente ao grupo Toyota).

Inicialmente a MPT era restrita ao setor de produção e tinha como finalidades: (i) maximizar a eficiência do equipamento; (ii) estabelecer um sistema total de manutenção, projetado para a vida inteira do equipamento; (iii) operar em todos os setores envolvidos com equipamentos, incluindo setores de planejamento, operação e manutenção.

No final da década de 1980, a MPT sofreu sua principal evolução, passando a apresentar as seguintes características adicionais: (i) criar um sistema corporativo, que maximiza a eficiência do sistema de produção; (ii) criar sistemas para impedir a ocorrência de todas as perdas na linha; (iii) focar no produto acabado, o que inclui sistemas para proporcionar “zero defeitos, acidentes e falhas na produção” (SHIROSE, 1992; OPRIME, DONADONI, MONSANTO, 2009).

Segundo Wyrebski (1997) e Kennedy (2002), os conceitos da MPT chegaram ao Brasil em 1986. Suzuki (1994) acredita que a MPT teve uma difusão rápida pelo mundo e a atribui ao fato da metodologia apresentar resultados tangíveis significativos, como a transformação do ambiente de trabalho na unidade industrial e motivação dos trabalhadores com os resultados alcançados.

Capetti (2004) argumenta que os japoneses usam a MPT como uma metodologia de manutenção que envolve todos os colaboradores. Já os ocidentais aplicam a MPT como uma ação estratégica de gerenciamento da efetividade global do equipamento, com o envolvimento pontual de operadores e manutenção.

Segundo Capetti (2004) a MPT apresenta 5 objetivos básicos bem definidos: (i) maximização do rendimento global dos equipamentos; (ii) desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva que considere toda a vida útil do equipamento; (iii) envolvimento de todos os departamentos na sua implantação; (iv) envolvimento ativo de todos os empregados, desde a alta gerência até operadores de nível mais baixo; (v) desenvolvimento de atividades autônomas de melhorias.

Para alcançar esses objetivos, a MPT pressupõe que tarefas desenvolvidas convencionalmente apenas pelo setor de manutenção possam ser realizadas pelos operadores das máquinas, por exemplo, a limpeza e lubrificação, no curto prazo, além de tarefas mais complexas, que exigem treinamento, no médio e longo prazo. De acordo com Nakajima (1989), à medida que os operadores passam a se preocupar e atuar em pequenas manutenções, o número de paradas dos equipamentos diminuiu, reduzindo, assim, a sua deterioração acelerada. Com isso, a equipe específica de manutenção ficará responsável pelas tarefas mais nobres, que exigem uma qualificação específica.

Nakajima (1989) afirma ainda que a MPT é a base fundamental para o Sistema Toyota de Produção, pois eliminando as perdas e aumentando a confiabilidade do equipamento, é possível uma produção *Just in Time*, ou seja, com estoque zero.

Baseado no princípio de que a MPT busca reduzir quebras do equipamento, contribuindo para o aumento da disponibilidade, uma forma quantitativa de medir a efetividade global do equipamento é através do indicador denominado *Overall Equipment Effectiveness*, ou Eficiência Global de Produção (EGP). O EGP é calculado pelo produto entre a disponibilidade do equipamento (ou seja, taxa de desempenho) e a taxa da qualidade (RIIS; LUXHOJ; THORSTEINSSON, 1997). Trata-se de um indicador amplamente utilizado para quantificar a eficiência da implantação da MPT, na empresa ou setor.

Para Wireman (1998), a MPT é uma filosofia operacional estratégica que envolve toda a organização, desde os operadores até o nível hierárquico mais alto. Mckone, Roger e Cua (2001) definem a MPT como a maximização da eficiência do equipamento por meio do envolvimento de todos os funcionários. Davis (1995) complementa afirmando que a MPT visa maximizar a capacidade dos equipamentos e processos utilizados na empresa.

Para Carrijo (2001), a MPT é uma metodologia de gestão que identifica e elimina as perdas existentes no processo produtivo, maximizando a utilização do ativo industrial, garantindo a geração de produtos de alta qualidade a preços competitivos. Listam-se a seguir as seis grandes perdas a serem combatidas mediante a adoção da MPT:

- (i) Perda por quebra devido à falha dos equipamentos;
- (ii) Perda por mudança de linha e regulagem (*setup*);
- (iii) Perda por parada temporária ou operação em vazio;
- (iv) Perda por queda de velocidade de produção;
- (v) Perda por defeitos/retrabalhos;
- (vi) Perda para a entrada em operação, provocando queda no rendimento.

O autor parte do princípio que quando o equipamento tem uma manutenção excelente, não sofrerá queda de desempenho, ou seja, não terá nenhum dano, conseqüentemente, não apresentará paradas inesperadas e a produção não apresentará defeitos.

A MPT busca, ainda, desenvolver conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da qualidade dos processos, sem investimentos adicionais. A metodologia da MPT é estruturada em oito pilares:

- (i) Manutenção Planejada – busca a quebra zero, com vistas a aumentar a eficiência e eficácia dos equipamentos/ instalações;
- (ii) Manutenção Autônoma – capacitação da mão-de-obra;
- (iii) Melhoria Específica – reduzir o número de quebras e aumentar a eficiência global do equipamento;
- (iv) Educação e Treinamento – elevar o nível de capacitação da mão-de-obra;
- (v) Controle Inicial – reduzir o tempo de introdução de produto e processo;
- (vi) Manutenção da qualidade – zero defeito;
- (vii) MPT nas Áreas Administrativas – reduzir as perdas administrativas, Escritório de alta eficiência;
- (viii) Segurança, Higiene e Meio Ambiente – zero Acidente;

Para Tavares (1999), a estimativa média de implementação da MPT é de 3 a 6 meses, para a fase preparatória, e de 2 a 3 anos para o início do estágio de consolidação, considerando que seja aplicada segundo os doze estágios descritos a seguir:

**1º estágio** – lançamento da MPT na empresa. Para Takahashi e Osada (1993), inicialmente deve-se anunciar a decisão de introduzir a MPT na empresa, através da alta administração. Deve-se esclarecer aos funcionários a necessidade de implantação da metodologia e as metas a serem alcançadas.

**2º estágio** – campanha de divulgação e treinamento para introdução da MPT. Nessa fase é realizada uma orientação de curta duração para a compreensão do conceito, filosofia e objetivos da MPT. Esse treinamento deve ser dirigido a cada nível hierárquico da empresa (SHIROSE, 1992).

**3º estágio** – estruturação e organização da MTP. Deve-se criar uma estrutura formada por pequenos grupos de pessoas de dedicação permanente para coordenar a implantação do programa, administrar melhorias específicas e auxiliar a gestão da manutenção autônoma, bem como melhorias individuais (SUZUKI, 1992).

**4º estágio** – estabelecimento de políticas e metas básicas. Nessa etapa, os responsáveis pela implantação da MTP definem metas claras e efetivas, a partir da situação real. Posteriormente, essas metas são apresentadas à alta gerência.

**5º estágio** – formular um plano mestre ou plano diretor para o desenvolvimento da MPT. Desenvolve-se aqui um cronograma de prazos e atividades a serem cumpridos, também se realiza a verificação do cumprimento das etapas anteriores. O cronograma deve ser periodicamente revisto e aprovado pela alta administração da empresa.

**6º estágio** – início das atividades. O evento deve contar com o envolvimento de todo o quadro operacional, sendo marcado pelo reafirmamento do compromisso com a implantação da alta administração, destacando as políticas e metas.

**7º estágio** - implementação de melhorias em máquinas e equipamentos. De acordo com Nakajima (1989), é necessário selecionar uma área piloto para a introdução de melhorias nos equipamentos, as quais devem ser aboradadas em pequenos grupos de trabalho, de acordo com os temas selecionados.

**8º estágio** – desenvolvimento de um programa de manutenção autônoma. Nesse momento, os operadores assumem a responsabilidade sobre a máquina a qual operam. Isso implica no domínio de tarefas como: (i) padrões de limpeza e lubrificação; (ii) limpeza, lubrificação e reapertos; (iii) estruturação da lista de verificação; (iv) inspeção geral; (v) verificação de anomalias; (vi) pequenos consertos; (vii) chamados técnicos, quando necessários; (viii) organização, ordem e registro de parâmetros. De acordo com o ganho de experiência nas atividades de manutenção autônoma, os operadores podem assumir maiores responsabilidades, bem como desenvolvimento de melhorias nos equipamentos. Com a implantação de uma manutenção autônoma, muda-se a mentalidade da produção e cria-se uma filosofia de “produzir mantendo os equipamentos em boas condições”.

**9º estágio** – estruturação e condução da manutenção planejada. As melhorias iniciais nos equipamentos e a implantação da manutenção autônoma liberam o departamento de manutenção para tarefas mais nobres, como planejamento de manutenção, cujo objetivo é garantir a disponibilidade e a qualidade dos equipamentos através de técnicas de manutenção preventiva e preditiva.

**10º estágio** – educação e treinamento para melhoria das habilidades do pessoal da produção e manutenção. Busca-se conferir os conhecimentos suplementares e habilidades necessárias ao bom desempenho do trabalho (NAKAJIMA, 1989).

**11º estágio** – estrutura para gestão dos equipamentos na fase inicial de funcionamento. Consolida-se uma sistemática para levantamento das inconveniências, imperfeições e incorporação de melhorias e, por meio de conhecimentos já adquiridos, elaborar novos projetos que primam pelo conceito de quebra zero.

**12º estágio** – consolidação do programa. Conduzida em conjunto com a gerência de produção, manutenção e engenharia, a consolidação do programa normalmente ocorre ao final do seu primeiro ano de funcionamento, quando já é possível fazer uma avaliação. Os resultados obtidos devem ser confrontados com as metas propostas e medidos através de

indicadores próprios da MTP, como o EGP. Após essa medição, deve-se analisar criticamente os procedimentos de manutenção autônoma e planejada e a capacitação dos colaboradores.

Difundida e consolidada em todo o mundo, a MPT é aplicada em diversos setores industriais. Possamai (2002) implantou a MPT em uma linha piloto de uma empresa fabricante de massas e biscoitos de Bento Gonçalves – RS, entre março de 2001 e fevereiro de 2002. A empresa implantou os doze estágios em sua quase totalidade. No atendimento aos oito pilares de sustentação da MPT, o autor relata que houve significativas melhoras no que tange à participação dos colaboradores para a solução de problemas na manutenção, bem como saúde e segurança operacional e meio ambiente. Houve, ainda, melhora no EGP de 67% para 82%.

Moraes (2004) afirma que a MTP pode ser considerada um disseminador da cultura de melhoria contínua. O autor aplicou a MTP em uma empresa automobilística, a Ford Motor Company do Brasil, de Taubaté – SP. Na empresa, o autor realizou um estudo em uma das 32 linhas de produção, baseando-se em dados referentes ao período de junho de 1999 a dezembro de 2003. Analisou indicadores como índices de eficiência global, disponibilidade, desempenho operacional e qualidade do produto, que comprovaram a importância e o efeito positivo da implementação da MTP. O autor apresentou, ainda, as dificuldades em se manter, ao longo do tempo, o nível de melhoria alcançado, afirmando que, para manter a tendência acelerada de melhoria contínua apresentada no início da implementação, se faz necessário um forte compromisso e disciplina da gerência.

Kholopane, Pretorius e Strauss. (2007) desenvolveram um estudo de caso, em uma empresa da África do Sul. A empresa possui aproximadamente 300 unidades de funcionamento em 88 países, empregando um total de 25.5000 pessoas. O objetivo do estudo foi mostrar a integração de algumas estratégias de recursos humanos com a MPT. Os autores relatam que a MPT apresenta melhorias de produtividade através de operadores comprometidos que executam e se importam com o seu equipamento, trabalhando para que as máquinas sejam operadas e mantidas em boa forma operacional, proporcionando um ambiente limpo para uma produção eficaz. Para garantir as habilidades apropriadas, adotaram-se cinco práticas associadas aos recursos humanos: (i) treinamento; (ii) habilidade; (iii) tomada de decisão; (iv) resolução de problema; (v) sistema de trabalho. Ressaltam ainda que a capacidade dos operadores de tomar decisões, assim, como resolver problemas relacionados ao seu nível de responsabilidade, é uma habilidade importante que lhes deve ser transferida.

Tsarouhas (2007) executou a MPT em uma indústria alimentícia de produtos de padaria. Na indústria em questão, o processo de produção exigia a operação ininterrupta de linhas de produção automática, uma parada devido à falha poderia causar queda na taxa de produção, bem como problemas da qualidade nos produtos. O autor executou a metodologia da MPT em uma linha automatizada de produção de pizza, por um período de 5 anos, tendo monitorado os seguintes indicadores: (i) disponibilidade; (ii) eficiência do desempenho; (iii) taxa de qualidade; (iv) eficácia total do equipamento; (v) produtividade; (vi) melhoria de qualidade do produto. Constataram-se, através dos indicadores, diversas melhorias, tornando o ambiente mais saudável e seguro.

Chompu-inwai, Tipgunta e Sunawan (2008) aplicaram a MPT em um projeto piloto nas unidades odontológicas do Hospital da Faculdade de Odontologia, da Universidade de Chaing Mai, na Tailândia. O objetivo foi aumentar a disponibilidade e reduzir o tempo ocioso nas unidades. O hospital contava com 4 técnicos de manutenção, responsáveis por 300 unidades odontológicas. A unidade piloto de implantação da MPT foi a clínica 4, com 52 unidades odontológicas. Métodos quantitativos e qualitativos foram utilizados para avaliar o desempenho do programa que, segundo os autores, alcançou os objetivos e servirá como base para a aplicação da metodologia em outros setores do hospital e em outras organizações de saúde.

Shetty e Rodrigues (2010) analisaram os resultados da implantação da MPT em uma unidade de geração de diesel. A metodologia foi implantada para evitar o desperdício e reduzir custos, sem reduzir a qualidade. Verificou-se a eficiência total do equipamento de geração de diesel com base em dados coletados, entre abril 2008 e março 2009, e em cálculos de eficiência em 4 casas de força. Comparou-se disponibilidade, eficiência e taxa de qualidade antes e depois da MPT e observou-se um aumento na eficiência total do equipamento, de 84% para 87%.

Ng, Goh e Eze (2011) realizaram uma análise da MPT em uma empresa fabricante de semicondutores. Os dados usados para o estudo foram: disponibilidade do equipamento, desempenho do equipamento, produção, tempo ocioso da máquina não planejado e eficácia total do equipamento. Foram coletados dados mensais, de janeiro a dezembro de 2008 (execução da pré-MPT) e de julho de 2009 a junho de 2010 (execução da MPT final). Os dados foram analisados através de software estatístico e os resultados indicaram que todas as medidas de desempenho apresentaram melhorias significativas com a adoção da MPT.

Moradi, Abdollahzadeh e Vakili (2011) desenvolveram um estudo de caso no Irã, em uma empresa que produz sucos de fruta concentrados, pasta de tomate e álcool industrial e

médico. A empresa, fundada em 1970, conta com aproximadamente 700 empregados. Nesse trabalho, os autores avaliaram os efeitos de executar o 5S na manutenção produtiva total. Inicialmente, relatam a importância da manutenção autônoma dentro da MPT, discutem sobre o princípio de limpeza no 5S e afirmam que a limpeza dos equipamentos pode ajudar a observar e identificar circunstâncias anormais, eliminando as raízes do problema, melhorando o processo de produção e reforçando os compromissos pessoais de trabalho. Por fim, os autores concluem que os princípios do 5S afetam diretamente a metodologia MPT.

Considerando que a literatura destaca as contribuições estratégicas da MPT para a competição global, Ahuja e Khamba (2008) realizaram uma análise de perspectiva de futuro para a MPT. Para os autores, a MPT emerge como uma estratégia competitiva para organizações no mercado global, um programa de execução eficaz que pode apresentar ótimos resultados sobre a manutenção, com o propósito de aperfeiçoar o desempenho do equipamento. Concluem que a MPT transformou-se em um paradigma novo de gerência em todos os tipos de organizações, o que levou muitas delas a obterem melhorias significativas nos negócios.

Ben-Daya (2000) discute a natureza da manutenção produtiva total (MPT) e manutenção centrada em confiabilidade (MCC), analisando o relacionamento entre as duas metodologias. O autor visualiza a concessão da gerência do equipamento aos empregados como característica chave da MTP, vê o desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva eficaz como fundamental e sugere que a MCC seja central no desenvolvimento desse programa.

#### **2.6.2.2 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)**

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), em inglês *Reliability Centered Maintenance* (RCM) é uma metodologia de gestão de manutenção estruturada para analisar como um equipamento ou sistema pode falhar, definindo a melhor forma de fazer a manutenção, de modo a prevenir ou minimizar as perdas decorrentes da falha. A MCC analisa quando a manutenção é tecnicamente factível e efetiva, permitindo elevar a sua eficiência e preservar as funções do sistema. A metodologia visa ainda assegurar um aumento da confiabilidade e disponibilidade dos itens físicos, bem como produtividade, segurança operacional, ambiental e redução de custos da empresa.

A MCC originou-se na década de 1950, após diversos estudos de confiabilidade realizados pela indústria da aviação civil americana, mas foi na década de 1960 que a

indústria aérea americana, após notável aumento dos custos de manutenção e baixa da confiabilidade, desenvolveu os conceitos para a MCC.

Em 1967 surge o MSG-1, cujo objetivo era garantir a segurança do Boeing 747. Em 1970 surge o MSG-2, um aprimoramento da versão inicial, com aplicabilidade para todos os tipos de aeronaves. A partir dos documentos MSG-1 e MSG-2, foi encomendado, pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, um estudo que determinasse normas e procedimentos de manutenção a partir de uma análise estatística. Esse estudo foi desenvolvido em 1978, por Nowlan e Heap, e denominado como *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ou MSG-3. Em março de 2000 houve uma revisão da MSG-3, que continua sendo referência na elaboração de programas de manutenção na indústria aeronáutica.

Após os estudos iniciais de Nowlan e Heap (1978), vários autores propuseram abordagens ligeiramente diferentes, as quais são apresentadas de forma comparativa e resumidas na Tabela 2. Os autores comparados são Smith (1993), Moubrey (1997) e Rausand e Vatn (1998).

**Tabela 2 – Comparação das metodologias de MCC**

<b>Etapas</b>	<b>Smith (1993)</b>	<b>Moubray (2000)</b>	<b>Rausand <i>et. al.</i> (1998)</b>
1	Seleção do sistema e coleta de informações	Definição das funções e padrões de desempenho	Preparação do estudo
2	Definição das fronteiras do sistema	Definição da forma como o item falha ao cumprir suas funções	Seleção do sistema
3	Descrição do sistema	Descrição da causa de cada falha funcional	Análise das funções e falhas funcionais – AFF
4	Funções e falhas funcionais	Descrição da importância de cada falha	Seleção dos itens críticos
5	Análise dos modos, efeitos e criticidade das falhas	Seleção de tarefas preditivas e preventivas para cada falha	Coleta e análise de informações
6	Análise da árvore lógica	Seleção de tarefas alternativas	Análise dos modos, efeitos e criticidade das falhas
7	Seleção das tarefas preventivas		Seleção das tarefas de manutenção
8			Determinação da frequência das tarefas de manutenção

**Fonte:** Adaptado de Zaions (2003).

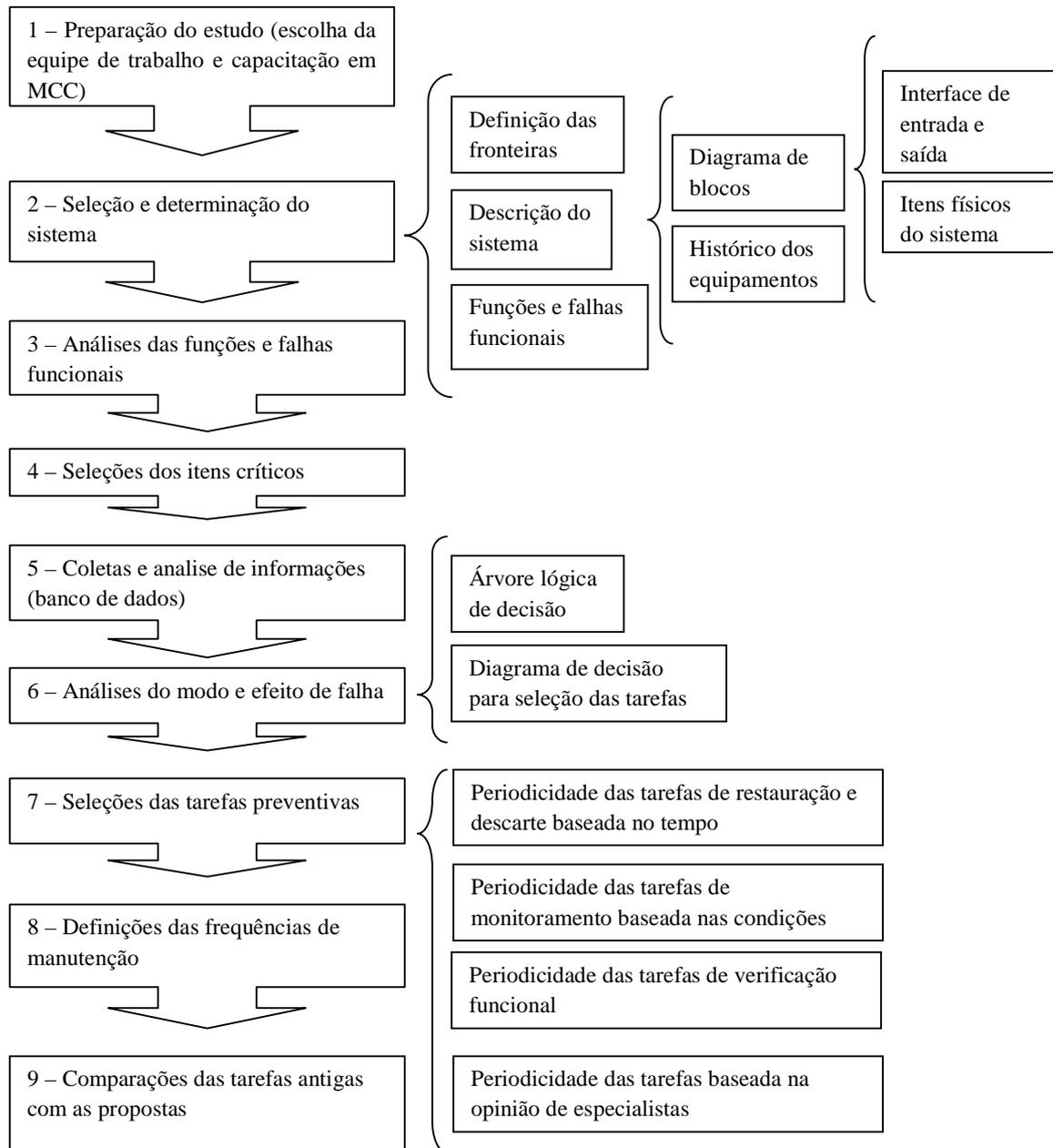
Para Moubray (1997), existem sete questões básicas que devem ser contempladas pelos programas de MCC:

- (i) Quais as funções e padrões de desempenho esperados para os equipamentos fabris?
- (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 pró-ativa pertinente?

O fluxograma apresentado na Figura 2 demonstra uma visão geral das principais etapas de implantação da metodologia. Na primeira coluna, observa-se a etapa de

implementação, nas colunas posteriores, tem-se a ação realizada na etapa e as ferramentas que podem auxiliar na sua execução.

**Figura 2 – Fluxograma de etapas de implementação da MCC**



**Fonte:** elaborado pela autora.

Observa-se na Figura 2 que uma das ações propostas é a análise das funções e padrões de desempenho dos equipamentos. Tal ação compreende a definição de “o que se espera de cada equipamento” e “qual o padrão de desempenho do mesmo”, além da identificação das funções primárias e secundárias dos equipamentos.

A análise de modos de falha julga como um equipamento pode falhar e não cumprir suas funções. Analisam-se modos de falhas possíveis e falhas com possibilidades reais de

ocorrência. As causas de falhas funcionais são identificadas de forma a conduzir à raiz do problema e não aos sintomas que ela apresenta.

É importante conhecer os efeitos de cada falha identificando aspectos relacionados com o que pode ser observado caso ela ocorra. Por exemplo, quanto tempo o equipamento irá permanecer parado, quais os danos que a falha pode acarretar, incluindo possibilidade de perdas materiais, humanas ou ambientais e, finalmente, identificar o que pode ser feito para reparar a falha.

Continuando a análise das falhas, deve ficar claro de que forma cada falha interessa. É nesse momento que se analisa qual esforço deve ser dedicado a evitar a ocorrência de cada falha possível, o qual deve ser proporcional à consequência dessa falha. No âmbito da MCC, é o aspecto mais importante, pois orienta as ações preventivas, definindo sua prioridade e intensidade.

De forma geral, as consequências das falhas podem ser classificadas em 5 grupos:

- (i) Consequências ocultas, que não possuem impacto imediato, mas expõem a organização a outras falhas que podem ter consequências graves;
- (ii) Consequências para a segurança, que podem ferir ou matar pessoas;
- (iii) Consequências ambientais, que podem causar prejuízos ao meio ambiente, violando normas regionais, nacionais ou internacionais;
- (iv) Consequências operacionais, que podem interromper a produção ou prejudicar o desempenho no que concerne à qualidade e à produtividade;
- (v) Outras consequências, relacionadas a falhas que não podem ser classificadas em nenhum dos grupos anteriores, envolvendo apenas o custo direto do reparo.

Conhecidas as consequências das falhas, busca-se, através de tarefas pró-ativas, evitar prioritariamente aquelas com consequências mais graves.

A MCC planeja ainda o que deve ser feito quando não pode ser estabelecida uma atividade pró-ativa pertinente, em casos em que a consequência da falha é considerada grave e não é possível evitá-la com atividades preventivas ou preditivas. Uma solução pode ser o redesenho de subsistemas.

A MCC pode ser considerada uma metodologia completa, pois determina os requisitos de manutenção de qualquer item físico, englobando todos os tipos de manutenção anteriormente citados. Permite identificar, através da importância do equipamento, o nível de manutenção adequado a cada item. Isso garante que equipamentos de menor importância recebam uma manutenção menos importante. Outro aspecto positivo do método é criar uma

estratégia quando não se pode desenvolver um plano de manutenção pró-ativa para o equipamento.

Autores, como Rigoni e Silva (2004), não concordam quanto à excelência da metodologia, julgando-a como dogmática e sofista, além de ultrapassada por ser fundamentada em ferramentas da década de 1960. Afirmam ainda que os diagramas de decisão são como regras de ação. Essas críticas, entretanto, não invalidam a aplicação da metodologia nesta tese.

De acordo com Chang (1998 apud VILAROUCA, 2008), a MCC nem sempre é a melhor opção de metodologia de gestão de manutenção, destacando que, na indústria americana, em torno de 60% daqueles que implantaram essa metodologia, a abandonaram após 1 ou 2 anos. O autor considera que a implantação da MCC consome muitos recursos e que existem alternativas mais simples e econômicas, a serem primeiramente usadas na solução da maioria dos problemas de manutenção.

Diversos fatores externos podem influenciar na metodologia MCC. Backlund e Akersten (2003) afirmam que muitas organizações tendem a mudar toda a manutenção existente para aplicar a técnica, tal que algumas chegam a desistir da implantação em função dos problemas iniciais encontrados.

Johnston (2002) argumenta que a MCC demanda uma significativa mudança de pensamento por parte da equipe de manutenção, engenheiros e operadores. Por essa razão, alguns problemas surgem principalmente durante a fase de implementação, tais como: i) as pessoas normalmente são resistentes a mudanças e à aplicação de novas metodologias, causando o enfraquecimento da implementação; ii) o tempo entre a análise e a avaliação dos benefícios é longo, tornando difícil informar às equipes que trabalham com a MCC se estão ou não realizando um bom trabalho e, conseqüentemente, causando dúvidas se os esforços gastos com a implementação estão valendo a pena antes da avaliação dos benefícios.

Na literatura é possível encontrar relatos de aplicações da MCC. Fore e Mudavanhu (2011) aplicaram a MCC em uma fábrica de lascas e serragem. A aplicação da técnica era até então limitada em serrarias, por disporem de poucas tecnologias. Os autores concluíram que a implantação da MCC reduziu o tempo de máquina parada, bem como o número de falhas inesperadas, aumentando, dessa forma, a disponibilidade da planta. Os autores ressaltaram ainda que o processo de implantação deve ser disciplinado e que, sem treinamento, a implantação pode ser uma tarefa muito difícil.

Penrose (2005) utilizou a MCC para selecionar tecnologias para o monitoramento e manutenção de motores elétricos. Concluiu que os planos de manutenção indicados pelo

fabricante, em manuais técnicos, tendem a ser excessivos e algumas práticas podem reduzir a confiabilidade dos motores em função das condições específicas aplicadas ao equipamento. Nesse contexto, os mantenedores devem avaliar e determinar as exigências reais de função das máquinas e falhas potenciais para determinar o tipo de manutenção a ser aplicado, usando os manuais do fabricante apenas como um guia e não como uma exigência. A MCC oferece oportunidade de melhorar a manutenção e as práticas de gestão dos motores e demais máquinas rotativas dentro da indústria.

Guevara e Souza (2008) apresentaram a MCC adaptada a uma usina termoelétrica, com a finalidade de aumentar a disponibilidade da turbina a gás. A turbina em estudo era considerada de grande porte com potência aproximada de 150MW. O primeiro passo da metodologia foi a aplicação da FMEA, a qual permitiu identificar os componentes críticos da turbina. Uma vez identificados, foi possível definir uma proposta de política de manutenção visando aumentar a disponibilidade dos equipamentos. Após a implantação da MCC na usina, os autores verificaram um aumento na disponibilidade da turbina. Ressaltaram, ainda, que uma análise prévia é importante para avaliar a política da manutenção atual e também mensurar o quanto pode ser melhorado com a implantação do método em termos de disponibilidade.

Zaions (2003) implantou o método no setor de preparação de polpa, de uma fábrica de pasta químico-mecânica, em uma indústria de celulose no estado de Santa Catarina. A empresa possuía poucos dados de históricos de falhas. Os resultados levantados pelo autor permitiram concluir que a metodologia MCC é um processo contínuo e sua aplicação deve ser reavaliada conforme ocorra acúmulo da experiência operacional. Apesar da ausência de informações históricas sobre falhas dos itens físicos, a MCC permitiu definir planos de manutenção e aprimorar o conhecimento do sistema em estudo.

De Brito (2006) apresenta a aplicação da metodologia em para-raios de alta tensão, como forma de apoio à tomada de decisão em um sistema de Análise e Diagnóstico de Equipamentos de Subestações de Transmissão de Energia. O objetivo principal do estudo era buscar o diagnóstico mais rápido e eficiente de falhas potenciais antes que acontecessem, propiciando aumento da qualidade, disponibilidade, confiabilidade e segurança do sistema, além da diminuição dos custos de manutenção.

Srikrishna, Yadava e Rao (1996) aprimoraram a MCC para atender a uma central energética à base de carvão, que exige uma alta disponibilidade do sistema principal e de seus sistemas auxiliares. A metodologia permitiu alcançar a disponibilidade máxima com redução do tempo ocioso e melhor custo de manutenção, porém a dificuldade principal em sua

execução foi obter dados de falha. A metodologia mostrou-se útil por possibilitar maiores níveis de desempenho nas centrais energéticas.

### **2.6.3 Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)**

Por volta de 1963, durante a missão Apollo, a agência norte-americana *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) desenvolveu um método para identificar falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços, identificar seus efeitos, suas causas de forma sistemática e, a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas. Segundo Puente et al. (2001), esse método foi denominado de Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA) e passou a ser utilizado de forma mais abrangente após 1977, quando a Ford Motors Company começou a utilizá-lo na fabricação de automóveis (GILCHRIST, 1993).

Franceschini e Galetto (2001) afirmam que o resultado da FMEA é a quantificação da criticidade de cada modo de falha, provendo uma priorização de cada modo de falha e uma lista de ações preventivas para seu controle e remoção. Para isso, faz-se necessário a identificação de problemas potenciais de um produto ou sistema, com suas frequências e causas potenciais, antes de serem repassados ao consumidor final.

Conforme Puente et al. (2001), o método FMEA é útil para identificar falhas atuais e potenciais e seus efeitos em sistemas e processos, para definir ações que visem reduzir ou eliminar o risco associado a cada falha. A FMEA avalia a severidade de cada falha relativamente ao impacto causado aos clientes, sua probabilidade de ocorrência e de detecção antes de chegarem às mãos dos clientes. Com base nestes 3 elementos, severidade, ocorrência e detecção, a FMEA leva à identificação de quais modos de falha acarretam maiores riscos ao cliente e que, portanto, merecem atenção.

As etapas para a execução da FMEA são:

- 1) identificar modos de falha conhecidos e potenciais;
- 2) identificar os efeitos de cada modo de falha e a sua respectiva severidade;
- 3) identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a sua probabilidade de ocorrência;
- 4) identificar os meios de detecção do modo de falha e sua probabilidade de detecção;
- 5) avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas para sua eliminação ou redução.

Esses resultados são adquiridos por ações que aumentem a probabilidade de detecção ou reduzam a probabilidade de ocorrência da falha. A severidade é um índice que não pode ser reduzido ou eliminado, pois depende apenas do nível de transtorno que o efeito da falha traz ao cliente. Para se determinar o risco associado a cada modo de falha, multiplica-se a pontuação da severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D). Esse risco é denominado índice de risco de cada modo de falha (IR), que permite determinar a ordem de priorização de cada falha, para conhecer quais devem receber maior atenção, de forma que não cheguem até o cliente. Os modos de falha com os maiores IR são assumidos como sendo mais importantes, exigindo prioridade na revisão do projeto do produto (TENG; HO, 1995; FRANCESCHINI; GALETTO, 2001).

Na avaliação dos indicadores de severidade, ocorrência e detecção, Fogliatto e Ribeiro (2009) recomendam o uso das escalas nas tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

**Tabela 3 – Escala para a avaliação da severidade do efeito**

<b>Severidade do efeito</b>	<b>Escala</b>
* Muito alta	10
Quando compromete a segurança da operação ou envolve infração a regulamentos governamentais	9
* Alta	8
Quando provoca alta insatisfação do cliente, por exemplo, um veículo ou aparelho que não opera, sem comprometer a segurança ou implicar infração	7
* Moderada	6
Quando provoca alguma insatisfação, devido à queda do desempenho ou mal funcionamento de partes do sistema	5
* Baixa	4
Quando provoca uma leve insatisfação, o cliente observa apenas uma leve deterioração ou queda no desempenho	3
* Mínima	2
Falha que afeta minimamente o desempenho do sistema, e a maioria dos clientes talvez nem mesmo note sua ocorrência	1

**Fonte:** Fogliatto e Ribeiro (2009 p. 179).

**Tabela 4 – Escala para avaliação da probabilidade de ocorrência**

Probabilidade de Ocorrência	Taxa de Falha	Escala
* Muito alta	1/2	10
Falha quase inevitável	1/3	9
* Alta	1/8	8
Falhas ocorrem com frequência	1/20	7
* Moderada	1/80	6
Falhas ocasionais	1/400	5
* Baixa	1/2000	4
Falhas raramente ocorrem	1/15000	3
*Mínima	1/150000	2
Falha muito improvável	1/1500000	1

Fonte: adaptada de Fogliatto e Ribeiro (2009).

**Tabela 5 – Escala para avaliação da probabilidade de detecção do modo de falha**

Probabilidade de Detecção do Modo de Falha	Escala
* Quase impossível de detectar	
Os controles não irão detectar esse defeito ou não existe controle	10
* Muito baixa	
O defeito provavelmente não será detectado	9
* Baixa	8
Há uma probabilidade dos controles detectarem o defeito	7
* Moderada	6
Os controles podem detectar o defeito	5
* Alta	4
Há uma boa probabilidade dos controles detectarem o defeito	3
*Muito alta	2
É quase certo que os controles irão detectar esse defeito	1

Fonte: Adaptado de Fogliatto e Ribeiro (2009).

Segundo Stamatis (2003) citado por Fernandes e Rebelato (2006) existem três tipos principais de FMEA: a) FMEA de sistema; b) FMEA de produto; c) FMEA de processo. A FMEA de sistema (ou conceito) é utilizada para avaliar as falhas em sistemas nos estágios iniciais de conceituação e projeto. Enfoca as falhas do sistema em relação às suas funcionalidades e atendimento das expectativas dos clientes, ou seja, está diretamente ligada à percepção do cliente em relação ao sistema. A FMEA de produto é utilizada para avaliar possíveis falhas no projeto do produto antes da sua liberação para a manufatura. Enfoca as falhas do projeto em relação ao cumprimento dos objetivos definidos para cada uma de suas características e está diretamente ligada à capacidade de atender aos objetivos pré-definidos. A FMEA de produto define a necessidade de alterações no projeto do produto, estabelece prioridades para as ações de melhoria, auxilia na definição de testes e validação do produto,

na identificação de características críticas e na avaliação dos requisitos e alternativas do projeto. Já a FMEA de processo é utilizada para avaliar as falhas nos processos antes da sua liberação para produção. Enfoca as falhas em relação ao cumprimento dos seus objetivos pré-definidos e está diretamente ligada à capacidade de cumprir esses objetivos. Essa FMEA define necessidades de alterações no processo, estabelece prioridades para as ações de melhoria, auxilia na execução do plano de controle e na análise dos processos de manufatura e montagem.

Palady (2007) comenta duas abordagens de interpretação do resultado de FMEA, sendo uma interpretação tradicional e outra pró-ativa. A primeira estabelece as prioridades usando apenas Graus de Prioridade de Risco (RPN), quanto maior o RPN mais importante era a falha.

$$S \times O \times D = \text{RPN} \text{ esse valor pode chegar a } 1000 \quad (1)$$

Onde:

S = Severidade

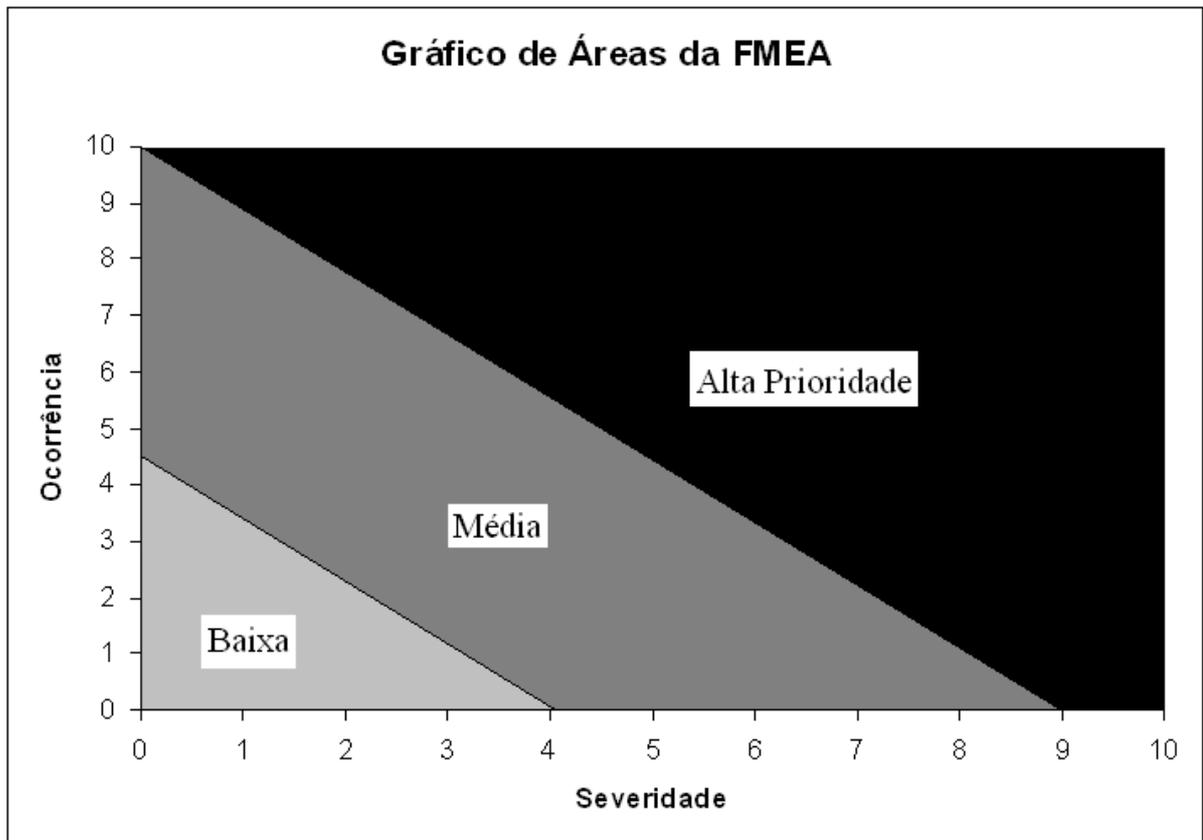
O = Ocorrência

D = Detectabilidade

RPN = Prioridade de risco

A segunda abordagem refere-se ao Gráfico de Áreas, baseado estritamente na severidade e na ocorrência. O gráfico apresenta 3 áreas: (i) alta prioridade; (ii) média prioridade; (iii) baixa prioridade.

Figura 3 – Gráfico de área da FMEA



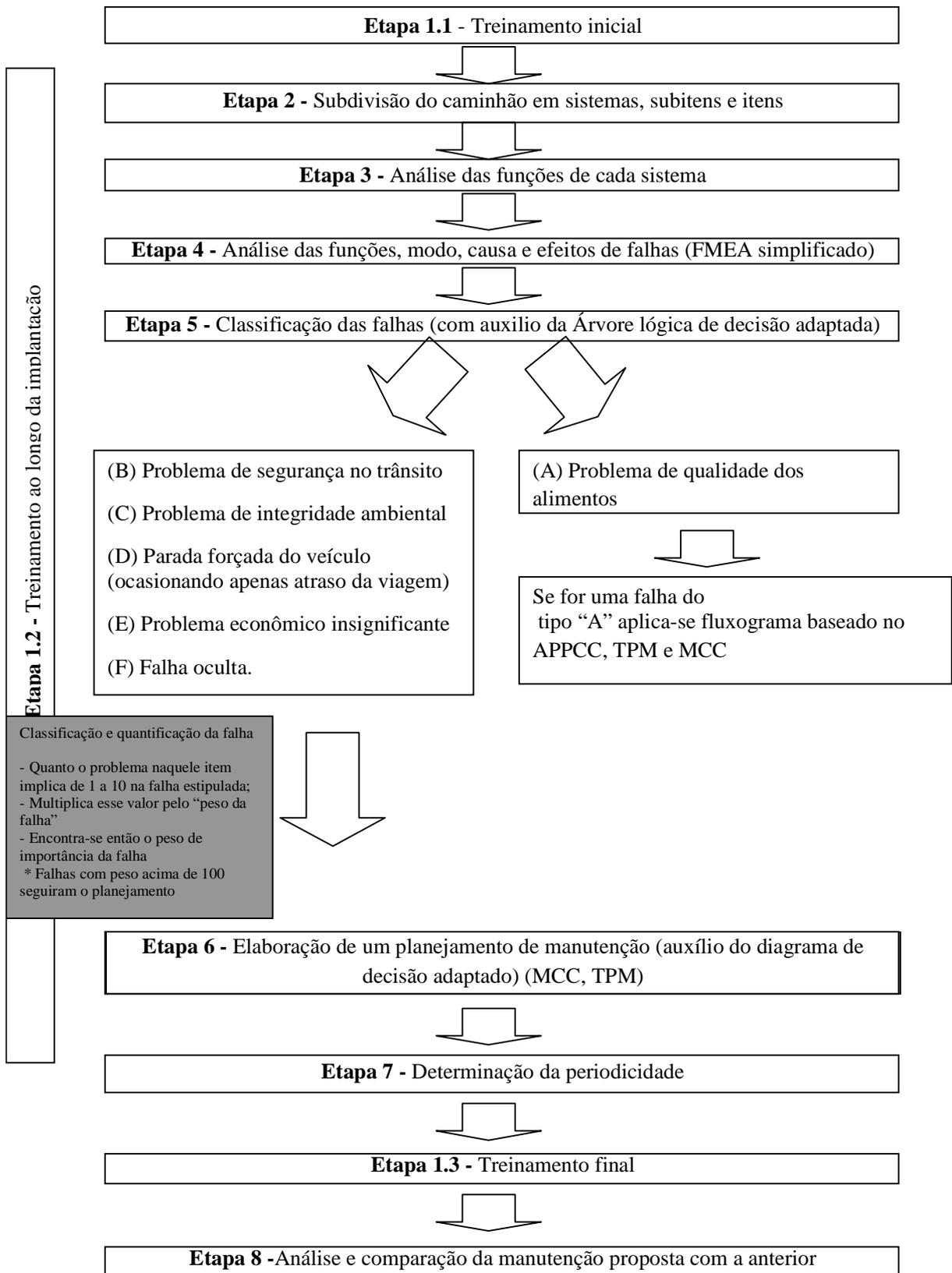
Fonte: Palady (2007, p. 133).

### **3 APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DE MANUTENÇÃO PARA CAMINHÕES DE CARGAS FRIGORIFICADAS**

Para cumprir com o objetivo deste estudo, foi desenvolvido um modelo de gestão de manutenção a ser aplicado por empresas de transporte de cargas, com o intuito de garantir a segurança no trânsito e a qualidade dos alimentos transportados, visando a maior confiabilidade e, conseqüentemente, lucratividade. Baseado no que foi apresentado no capítulo anterior, observou-se que uma única técnica não seria capaz de cumprir esse objetivo. Assim, o modelo de manutenção idealizado integra técnicas de manutenção, como MCC, MTP e FMEA, juntamente com a APPCC, uma importante ferramenta para garantir a segurança dos produtos alimentícios transportados.

O modelo é formado por 8 etapas e pode ser visualizado na Figura 4.

**Figura 4 – Modelo de manutenção**



Fonte: elaborado pela autora.

### **3.1 ETAPA 1 – TREINAMENTOS**

#### **3.1.1 Treinamento inicial**

Uma das primeiras etapas do modelo diz respeito à campanha de divulgação e treinamento. Trata-se de um momento de orientação, de curta duração, que expõe o conceito e a importância da garantia da qualidade na manutenção. Essa orientação pode ser estendida aos clientes da empresa.

Nessa etapa, define-se ainda uma equipe responsável pela implantação do modelo. Essa deve ser coordenada por um profissional conhecedor das técnicas modernas de manutenção e APPCC, bem como, por responsáveis da área da manutenção, motoristas, setor administrativo e direção da empresa.

#### **3.1.2 Treinamento ao longo da implantação**

O treinamento ao longo da implantação do modelo deve ocorrer de forma contínua, proporcionando atualização e reciclagem dos envolvidos. Durante a implantação, a empresa deverá garantir condições para que todos sejam capacitados, facilitando a participação em treinamentos conduzidos e dirigidos para cada nível hierárquico da empresa (SHIROSE, 1992).

O conteúdo programático dos treinamentos deverá abordar:

- a) Princípios da Qualidade;
- b) Sistema APPCC;
- c) Transporte de produtos perecíveis: (i) perigos para a saúde pública ocasionada pelo consumo de alimentos de origem animal; (ii) deterioração de alimentos perecíveis; e
- d) Manutenção corretiva, preventiva e preditiva, MCC, MTP e FMEA.

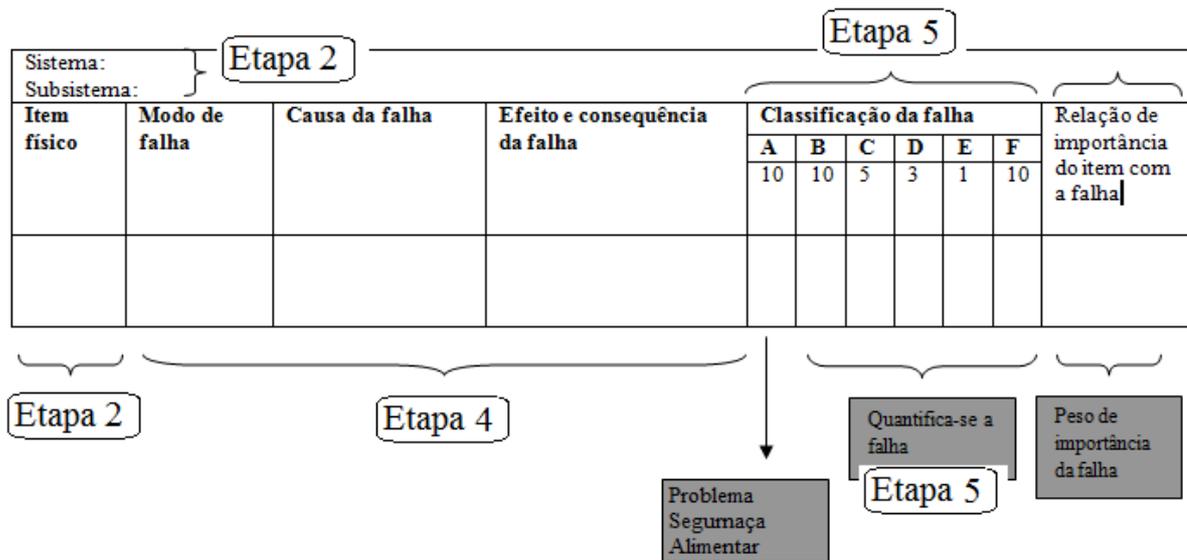
### 3.1.3 Treinamento final

Após a elaboração do planejamento de manutenção, deve-se proporcionar um treinamento para melhoria das habilidades do pessoal da manutenção (mecânicos), administrativo e da produção (motoristas).

### 3.2 ETAPA 2 – SUBDIVISÃO DO CAMINHÃO EM SISTEMAS, SUBSISTEMAS E ITENS

As informações obtidas na presente etapa, bem como nas etapas 4 e 5 do modelo proposto, devem ser organizadas em uma planilha de interpretação e classificação das falhas, exemplificada na Figura 5.

Figura 5 – Planilha de interpretação e classificação das falhas



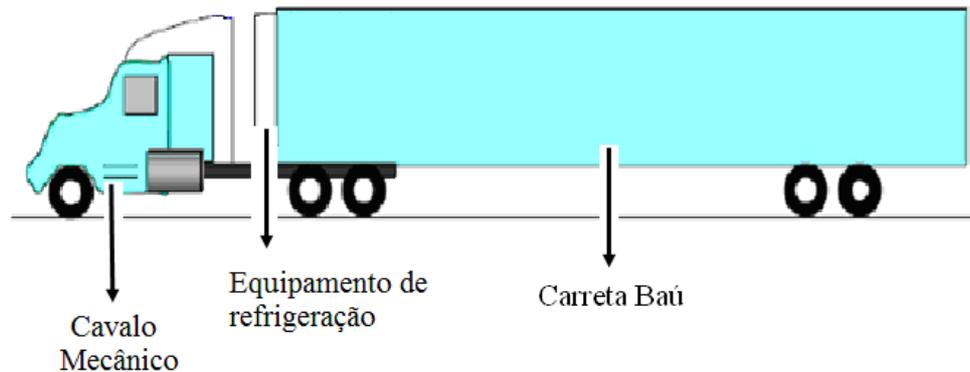
Fonte: elaborado pela autora.

Na perspectiva de Smith (1993), quando um planejamento de manutenção é proposto a partir da função do item analisado, o nível mais eficiente e significativo para análise da MCC é o sistema. Nessa etapa, divide-se o equipamento em sistemas. Um sistema é composto por vários subsistemas que, por sua vez, são compostos por itens, que podem ser peças únicas ou conjuntos de peças.

Com a estratificação dos itens do sistema, a função desses itens torna-se mais visível, sendo possível comparar modos de falhas. Nesse caso específico, deve-se subdividir o caminhão em sistemas, considerando-o como um conjunto de equipamentos: cavalo

mecânico, carreta báu e equipamento de refrigeração, conforme pode ser visualizado na Figura 6.

**Figura 6 – Caminhão para transporte frigorificado**



Fonte: elaborado pela autora.

### 3.3 ETAPA 3 – ANÁLISE DAS FUNÇÕES E FALHAS FUNCIONAIS DE CADA SISTEMA

Esta etapa tem a função de discutir acerca dos sistemas e das falhas que podem acontecer em cada um deles. A análise das funções e falhas funcionais de cada sistema apresenta 2 momentos apresentados a seguir.

O primeiro momento diz respeito à identificação de interfaces de entrada e saída, e transformações que ocorrem entre a entrada e a saída do sistema. Segundo Smith (1993), as interfaces de saída são as principais fontes para especificar a função do sistema, além de serem transformadas em funções, associadas aos seus respectivos padrões de desempenho.

O segundo momento consiste na descrição de cada sistema. Tal descrição permite analisar quais são os parâmetros aceitáveis, se há algum tipo de redundância no sistema, dispositivos de proteção e instrumentos de controle. A descrição do sistema pode ainda incluir um histórico de manutenção e falhas dos seus itens físicos permitindo, assim, a elaboração de um banco de dados.

Definidas as funções de cada sistema, definem-se as falhas funcionais. De acordo com Smith (1993), preservar as funções do sistema significa evitar falhas funcionais.

### **3.4 ETAPA 4 – ANÁLISE DO MODO, CAUSA E EFEITOS DAS FALHAS**

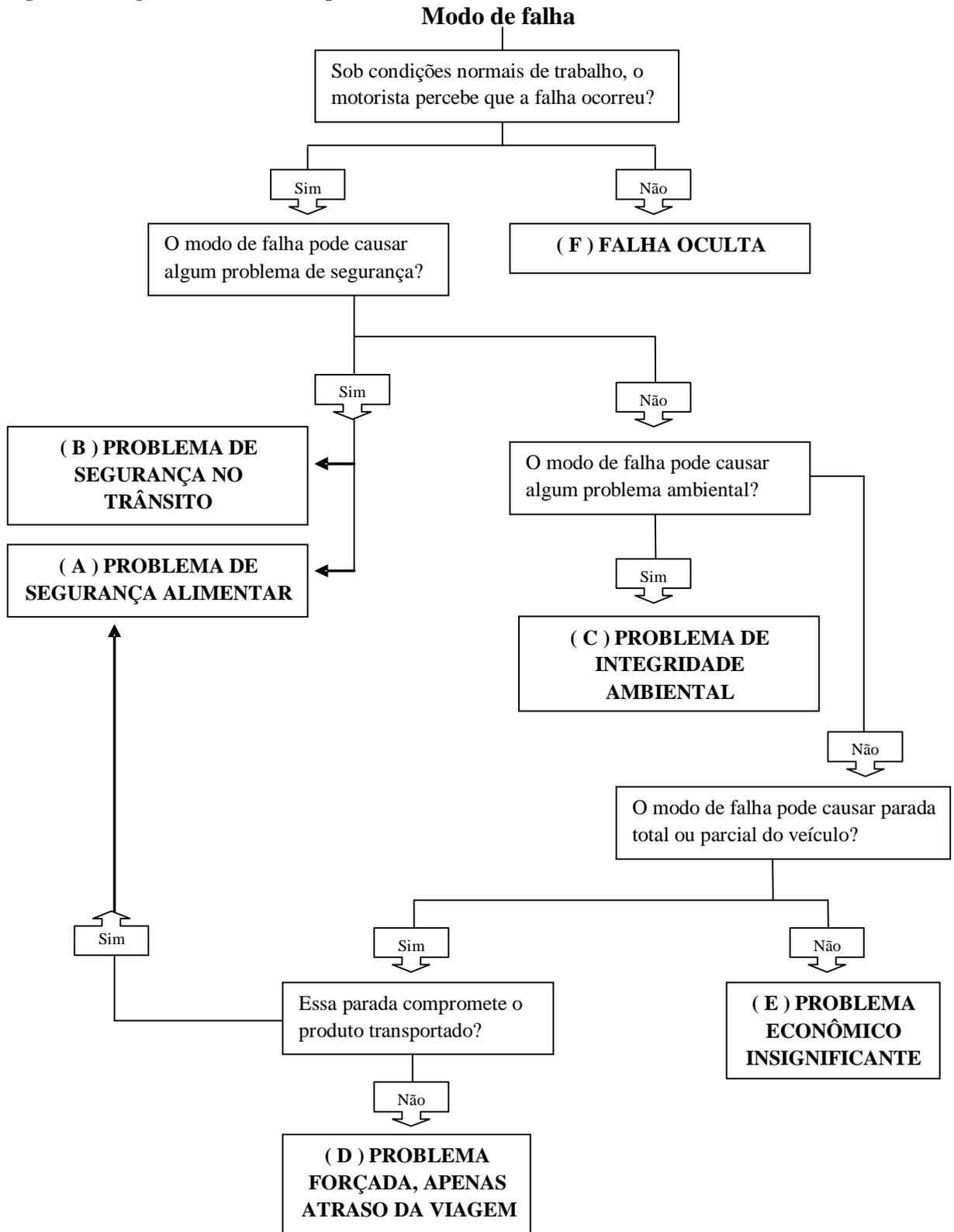
Conhecidas as funções de cada sistema, bem como suas falhas, parte-se para a análise do modo, causa e efeitos de falha de cada item. O modo de falha descreve como o item pode falhar; a causa da falha descreve o que provoca a falha do item; e o efeito e consequência da falha descreve qual o efeito que a falha do item pode provocar no subsistema e/ou sistema, assim como qual a consequência desta falha. As informações levantadas nesta etapa são preenchidas na planilha proposta na Figura 5.

### **3.5 ETAPA 5 – CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS**

A classificação das falhas consiste na sua identificação e quantificação. A Figura 7 apresenta um diagrama que pode auxiliar na identificação. Já a quantificação se dá na Figura 5 – Planilha de interpretação e classificação das falhas. As seguintes classificações são propostas para as falhas, no contexto da aplicação do modelo e a codificação utilizada é apresentada a seguir:

- (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.

Figura 7 – Diagrama auxiliar da etapa 5



Fonte: adaptada de Zaions (2003).

De acordo com Smith (1993), as falhas que apresentam ameaças à segurança e integridade ambiental devem ser priorizadas com relação àquelas que ocasionam parada da produção, e todas essas devem ser priorizadas com relação a falhas que implicam em problemas econômicos insignificantes. Para o autor, os recursos da manutenção preventiva devem ser priorizados para endereçar falhas na seguinte ordem, sejam elas evidentes ou ocultas: de segurança, de integridade ambiental, que ocasionam parada na produção e, por fim, que ocasionam problema econômico insignificante.

Para o caso específico deste estudo, readequou-se a classificação proposta por Smith (1993). Com isso, falhas que resultam em riscos à segurança no trânsito deverão ser priorizadas com relação às falhas que comprometem a qualidade dos alimentos; falhas ocultas, associadas à segurança, deverão ser priorizadas com relação a falhas de integridade ambiental; ambas deverão ser priorizadas com relação a falhas que ocasionam parada forçada do veículo (apenas atrasando a viagem); e todas deverão ser priorizadas com relação a falhas que acarretam apenas problemas econômicos insignificantes. Utilizando a codificação apresentada no início da descrição da presente etapa, os recursos destinados à manutenção preventiva devem ser assim priorizados: (i) A ou A/F; (ii) B ou B/F; (iii) C ou C/F; (iv) D ou D/F; e (v) E ou E/F.

Identificadas as falhas prioritárias, parte-se para a fase de seleção das tarefas de manutenção.

Falhas consideradas do tipo A obrigatoriamente devem seguir para a Tabela 3, baseada na APPCC. Demais falhas devem ser avaliadas em grau de importância utilizando uma escala de 1 a 10, em que 1 indica um defeito de baixo grau de importância, para afetar aquela falha, e 10 um alto grau de importância para a falha em questão.

Na sequência, para obter o grau de importância geral da falha:

Multiplica-se o valor de importância da falha pelo seu peso, usando a seguinte ponderação proposta: (B) – 10; (C) – 5; (D) – 3; (E) – 1; e (F) – 10.

O resultado, que indica a relação de importância do item com a falha, é alocado no respectivo campo da Figura 5. Falhas com valores de relação de importância maiores que 100 devem ser contempladas no plano de manutenção, baseado nas técnicas MCC e MTP, ilustrado na Figura 8.

### 3.6 ETAPA 6 - PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES

No Quadro 1, planeja-se a falhas do tipo A e na Figura 8 as falhas do tipo B, C, D, E ou F com valores de relação de importância superior a 100.

#### Quadro 1 – Aplicação do APPCC – Elaboração planejamento de manutenção

Aplicação do APPCC

Sistema: \_\_\_\_\_

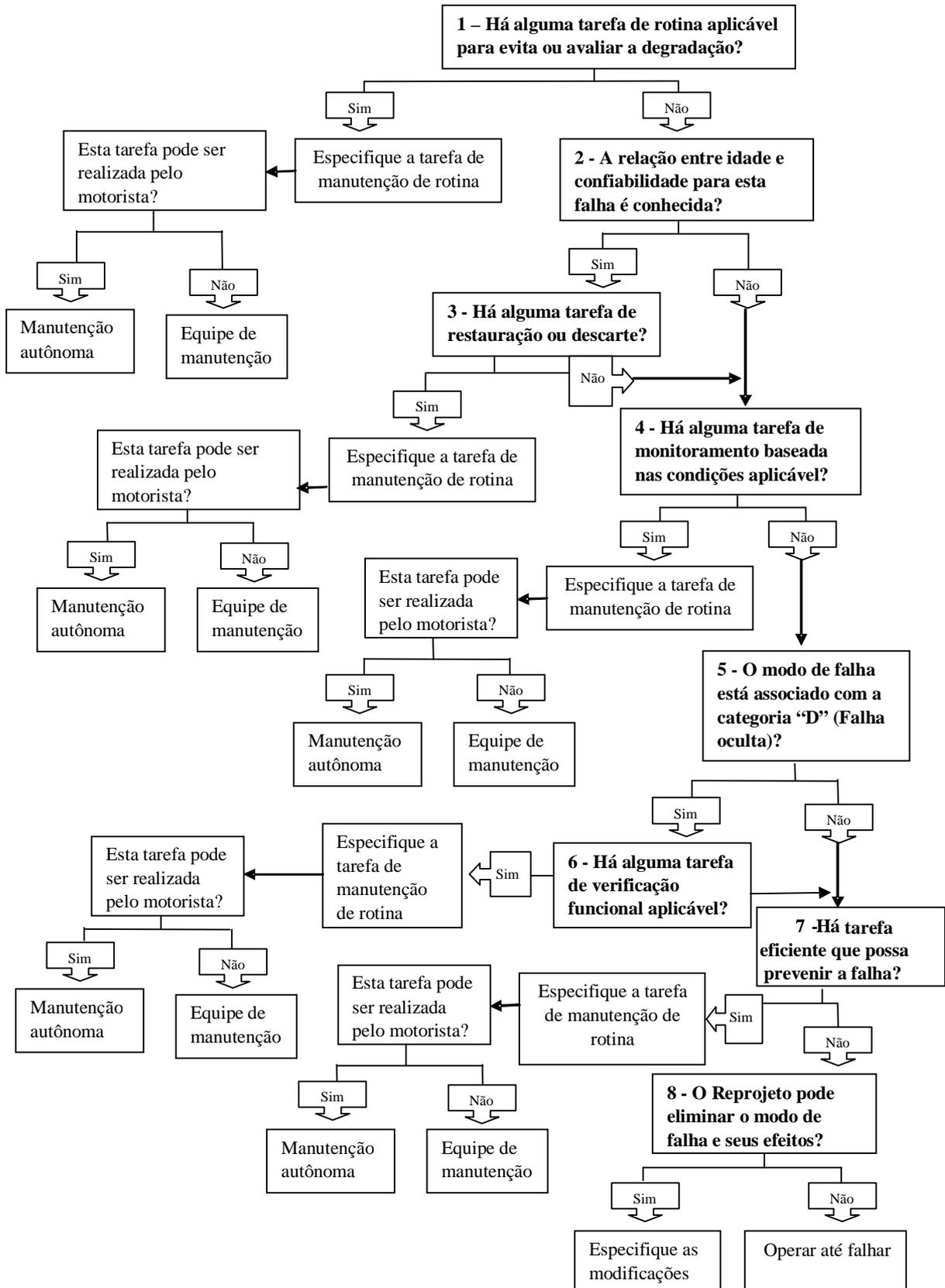
Subsistema: \_\_\_\_\_

Item: \_\_\_\_\_

- 1. Identificação dos perigos (Quais os perigos que essa falha pode gerar?)**
- 2. Medidas preventivas (Como prevenir a ocorrência da falha?)**
- 3. Estabelecimento dos limites críticos (Quais os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**
- 4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/ verificação (Quais os procedimentos para monitorar o item para evitar que a falha aconteça?)**
- 5. Estabelecimento de ações corretivas (Caso a falha aconteça, quais as ações a serem seguidas?)**

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 8 – Elaboração e planejamento de manutenção



Fonte: adaptado de Zaions (2003).

A aplicação da Figura 8 provê respostas para as seguintes perguntas:

1. Existem ou não tarefas de rotina aplicáveis com o intuito de evitar ou avaliar a degradação do modo de falha? Tais tarefas podem ser desenvolvidas pelo motorista?
2. A relação entre a idade do item e a confiabilidade é conhecida?
3. Há alguma tarefa de restauração ou descarte baseada no tempo aplicável?
4. Há alguma tarefa de monitoramento aplicável, baseada nas condições?  
Esse monitoramento serve para definir parâmetros indicativos de falhas ao longo do tempo.
5. O modo da falha está associado a uma falha oculta?
6. Há alguma tarefa de verificação funcional que possa ser aplicada?  
Se a falha for oculta, pode-se especificar uma tarefa de verificação funcional. Quando essa for selecionada, define-se sua periodicidade de modo a eliminar ou minimizar qualquer tempo de parada da planta necessário para corrigir a falha.
7. A tarefa proposta é eficaz?  
Essa questão visa examinar os custos associados a cada possível tarefa, incluindo a opção de rodar até falhar.
8. Um reprojeto pode eliminar o modo de falha e seus efeitos? Essa questão direciona o analista a considerar possíveis melhorias no equipamento, caso nenhuma tarefa efetiva tenha sido identificada. O reprojeto deve ser prioritário quando as falhas estão associadas à segurança e à integridade ambiental.

### **3.7 ETAPA 7 – DETERMINAÇÃO DA PERIODICIDADE**

A periodicidade pode ser determinada de diferentes formas, conforme apresentadas na sequência.

#### **i) Periodicidade de tarefas de restauração e descarte baseada no tempo**

Considera a idade na qual o item físico apresenta um aumento na chance de falha. Moubray (2000) afirma que há 2 intervalos para a execução das tarefas: um definido como o limite da vida segura, associado a falhas com consequência na segurança humana e ambiental; outro definido como o limite da vida econômica, associado a consequências operacionais e econômicas. O primeiro é estabelecido dividindo o tempo médio entre falhas (MTTF) por um fator arbitrário, maior do que 3 ou 4; o segundo é usualmente igual à vida útil do item.

#### **ii) Periodicidade das tarefas de monitoramento baseada nas condições**

Zaions (2003) afirma que a periodicidade da execução das tarefas de monitoramento, baseadas na condição, tem o objetivo de detectar falhas potenciais e deve ser inferior ao intervalo P-F. Segundo Moubray (2000), a periodicidade para a execução da tarefa de monitoramento deve ser metade do intervalo P-F, pois permite detectar a falha potencial antes de ocorrer a falha funcional, garantindo um tempo mínimo para uma ação corretiva.

### iii) Periodicidade das tarefas de verificação funcional

São determinadas a partir da indisponibilidade e confiabilidade do item. Moubray (2000) apresenta a seguinte expressão:

$$PVF = I \times MTBF$$

Em que:

PVF = Periodicidade das tarefas de verificação funcional;

I = Indisponibilidade do dispositivo de proteção;

MTBF = Tempo médio entre falhas.

### iv) Periodicidade das tarefas baseadas na opinião de especialistas

Determinar a periodicidade das tarefas de manutenção por meio da opinião de especialistas é um recurso utilizado, principalmente, nas fases iniciais de implementação da MCC, quando não se dispõem de informações históricas para determinar estatisticamente a periodicidade. Trata-se de uma técnica empírica. Inicialmente, estima-se um certo período de falha, após, realiza-se a primeira revisão na qual inspecionam-se os itens sujeitos à degradação e ao desgaste. Caso essa inspeção não revele sinal de degradação, aumenta-se o intervalo em 10%. Repete-se o procedimento até encontrar indícios de desgaste, então, para-se o processo e regride-se 10% (SMITH, 1993).

Considerando que nas empresas de transportes grande parte da frota é nova, há recomendação de periodicidade imposta pelo fabricante como requisito para garantia.

Para determinar a periodicidade, no caso específico dos caminhões, faz-se necessário considerar a rota do veículo, pois pode haver uma variação de temperatura de até 50°C em função da rota.

### **3.8 ETAPA 8 - ANÁLISE E COMPARAÇÃO**

A etapa de análise e comparação é um momento para ser feito em 2 períodos, um logo após concluído o novo modelo de manutenção e outro após um tempo de um ano para identificar melhorias originadas ou possíveis problemas ocasionados.

No primeiro momento deverá ser feito um comparativo entre o plano de manutenção antigo e o novo plano de manutenção, bem como melhorias que deverão ser atingidas.

No segundo momento deverá ser apresentado as melhorias bem como as dificuldades encontradas ao longo do uso do novo modelo de manutenção. Todos os envolvidos da empresa deverão ser ouvidos.

## 4 APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO NA EMPRESA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A aplicação do modelo de manutenção proposto deu-se em uma empresa de transporte frigorificado, da região Oeste de Santa Catarina. Atualmente, segundo dados obtidos na empresa piloto em receber o modelo, a mesma possui a maior frota própria de conjuntos frigorificados do Brasil. Possui, aproximadamente, 200 conjuntos compostos de cavalos mecânicos, carretas baú e equipamentos de refrigeração. A empresa atua em diversos estados do Brasil e em países do MERCOSUL, conforme Figura 9.

Por meio da imagem é possível observar os locais de atuação da empresa. Conclui-se que a empresa não pode realizar seus planejamentos de manutenção baseados apenas em previsões do fabricante, pois como se constata há condições de uso muito específicas. Por exemplo, há momentos em que o caminhão está no Chile suportando temperaturas negativas, há momentos que o veículo está no nordeste brasileiro, sujeito a temperaturas muito elevadas.

**Figura 9 – Locais de atuação da empresa**



**Fonte:** site da empresa estudada.

Durante a pesquisa, observou-se que o planejamento de manutenção dos veículos e equipamentos de refrigeração era baseado nas informações de manuais do fabricante e na análise de históricos de falhas, não considerando as diferentes condições de uso para cada veículo. Além disso, conforme apontado na justificativa (seção 1), constatou-se que não eram feitas intervenções preventivas e que a manutenção não era realizada dentro dos prazos

estipulados, pois os caminhões, geralmente, não se encontram na sede da empresa nos períodos destinados a essa atividade. Ademais, a empresa não mantinha um plano de intervenções autônomas e os motoristas nem sempre recebiam treinamento para a execução de inspeções de rotina.

Durante o estudo, constatou-se que era expressiva a quantidade de intervenções corretivas realizadas devido à falta de planejamento adequado, tanto por parte da equipe de manutenção, quanto da manutenção autônoma.

A implantação do modelo na empresa se deu através da autorização do diretor geral da empresa e ocorreu entre 2012/2 e 2013/1. Foram realizados 15 encontros de, em média, 3 horas cada. Participaram desses encontros o diretor da empresa, o responsável pelo planejamento de manutenção, o responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção e, de alguns encontros, motoristas.

Todos os encontros foram gravados em áudio e posteriormente transcritos. Além das informações coletadas durante as reuniões, as planilhas de manutenção foram consultadas e o acesso à oficina da empresa foi livre.

É importante ressaltar que o modelo de manutenção foi aplicado na carreta baú e no equipamento de refrigeração. Em função do limite de tempo, o modelo não foi aplicado no cavalo mecânico, entretanto, entende-se que o processo seria apenas repetido.

A seguir, são apresentadas as etapas da implantação do modelo de manutenção proposto na empresa.

## **4.2 ETAPA 1 – TREINAMENTOS**

### **4.2.1 Treinamento inicial**

Com o objetivo de identificar os erros e as melhorias necessárias para ajustar o modelo de manutenção à realidade da empresa, realizou-se um treinamento inicial simplificado, ou seja, um treinamento piloto, do qual participaram, além do autor deste trabalho, 2 motoristas que se encontravam na empresa, o diretor da empresa, um responsável pelo planejamento de manutenção e um responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção. Esse treinamento inicial piloto foi realizado na sala de reunião da sede da empresa e aconteceu em 2 momentos de, aproximadamente, 2 horas cada.

Para cumprir o objetivo do treinamento inicial, qual seja, realizar uma campanha de divulgação do novo modelo de manutenção, no primeiro dia, focou-se na importância de

realizar-se uma manutenção de excelência para o transporte de alimentos perecíveis e como um bom planejamento de manutenção pode contribuir para isso. No segundo, foram apresentadas e exploradas as etapas do modelo de manutenção a ser implantado na empresa. Os *slides* utilizados nessa etapa estão no Apêndice A.

O treinamento piloto possibilitou a identificação de alguns cuidados necessários para a realização do treinamento inicial, quais sejam:

- 1) Não é adequado realizá-lo no horário de expediente;
- 2) Faz-se necessária a convocação de alguns trabalhadores considerados indispensáveis para o setor de manutenção da empresa;
- 3) Para atingir todos os motoristas, o treinamento deve ter diversas rerepresentações e ser realizado, preferencialmente, próximo aos finais de semana;
- 4) Em função da infraestrutura da empresa, poderá haver a necessidade de locação de um ambiente externo adequado ao treinamento;
- 5) Cada reunião deve ser realizada em um período de, no máximo, 2 horas.

Apesar do caráter de treinamento piloto, foi possível apresentar o conceito do novo programa de manutenção e indicar a importância de se garantir qualidade na manutenção dos equipamentos.

Embora o diretor da empresa tenha demonstrado preocupação em relação à participação de clientes durante o treinamento, por isso o convite não foi estendido a eles, verificou-se que tal participação agregaria mais elementos para a efetivação de um transporte com qualidade.

Nessa etapa, poder-se-ia, ainda, escolher a equipe responsável pela implantação do modelo, nesse caso, por se tratar de um treinamento piloto, a escolha da equipe foi realizada antes do treinamento inicial. A equipe deverá ser coordenada por um profissional conhecedor das técnicas modernas de manutenção e APPCC, bem como por um responsável da área da manutenção, por um motorista, por um funcionário do setor administrativo e direção da empresa.

#### **4.2.2 Treinamento ao longo da implantação**

Os treinamentos, ao longo da implantação do modelo de manutenção, destinaram-se aos motoristas e visavam conscientizá-los do seu papel e importância para a manutenção e o sucesso do novo modelo. Para que a manutenção autônoma ocorra, faz-se necessária a

qualificação do profissional, assim, infere-se que os motoristas devam ter uma carga horária destinada a esses treinamentos. Cabe ressaltar que, como os motoristas ganham por produtividade, alguns, talvez, não se sintam muito atraídos por esses treinamentos, portanto, cabe à empresa incentivar tal participação.

Os treinamentos previstos para serem realizados ao longo e ao final da implantação do modelo não foram executados, tendo em vista que o modelo não foi inserido em todos os sistemas.

#### **4.2.3 Treinamento final**

Com o novo planejamento da manutenção, propõe-se a organização de um treinamento final para apresentação de um comparativo entre os 2 modelos, o antigo e o novo, destacando-se os aspectos que os diferenciam. Devem participar dessa etapa a equipe de manutenção, os motoristas, a alta gerência, fornecedores e clientes.

Em seguida, um novo treinamento deve ser realizado com os mecânicos, com funcionários administrativos e com os motoristas, qualificando-os para executarem as atividades previstas no novo planejamento da manutenção.

### **4.3 ETAPA 2 – SUBDIVISÃO DO CAMINHÃO EM SISTEMAS, SUBSISTEMAS E ITENS**

Essa etapa foi realizada em um encontro de aproximadamente 3 horas de duração. Tomaram-se como base as informações de subdivisões que a empresa possuía, e houve aperfeiçoamento, apenas, na subdivisão do caminhão em sistemas, subsistemas e itens, conforme Quadro 2. Cabe mencionar que os itens podem aparecer como peças únicas ou como conjunto de peças. Conforme exposto anteriormente, essa divisão do caminhão é muito importante para facilitar a compreensão. Optou-se por isolar os 3 sistemas, pois há casos de conjuntos em que o cavalo mecânico tem cerca de um ano de uso, a carreta baú 5 anos e o equipamento de refrigeração 10 anos. Para tanto, as manutenções tem de ser isoladas.

Quadro 2 – Subdivisão do caminhão em sistemas, subsistemas e itens

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 Chicote
	Arrefecimento	Radiador Bomba da água Válvula termostática Tubulação e mangueiras Reservatório de água
	Lubrificação	Bomba de óleo Pescador Carter
	Motor	Cabeçote Bloco Virabrequim Coxim
	Freios	Tambor Lonas de freio Patim Molas Válvula mestra Diafragma Reservatório de pressão
Carreta baú	Suspensão	Mola Pino de balancera Tirante
	Eixos	Cubo Eixo Rodas

	Freios	Tambor de freio Lonas de freio Patim Molas Válvula mestra Diafragma Reservatório de ar
	Instalações pneumáticas	Balão de ar Grampo
	Instalações e componentes elétricos	Fiação Faróis Lâmpadas
	Chassi	Chassi
	Caixa de carga do furgão frigorificado	Paredes do baú Borrachas e vedações de isolamento Túnel de frio
Equipamento 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 da água Válvula termostática Mangueiras e tubulações Reservatório de água
	Lubrificação	Bomba de óleo Pescador Carter

Equipamento de refrigeração	Motor	Cabeçote Bloco Virabrequim Coxim Pistão Anéis Plaquetas Camisa
	Carcaça	Carcaça Termômetro

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.4 ETAPA 3 – ANÁLISE DAS FUNÇÕES E DAS FALHAS FUNCIONAIS DE CADA SISTEMA

Após subdividido o caminhão, a próxima etapa consistiu na realização de reuniões de discussão acerca das funções de cada sistema. Foram realizados 2 encontros, com duração aproximada de 3 horas cada, os quais foram gravados em áudio para posterior formatação das conversas em planilhas adequadas. Dessas reuniões, participaram o diretor da empresa, o responsável pelo planejamento de manutenção, o responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção e um motorista.

Durante as reuniões, a fim de se verificar a função do subsistema como um todo e a importância de cada item dentro dele, optou-se por seguir a sequência – subsistemas, sistemas e itens – apresentada no Quadro 2. Compreendida a importância de cada item no subsistema e deste no sistema, as discussões foram direcionadas com vistas ao entendimento dos possíveis modos de falha em cada item, da sua causa, bem como, do efeito e da consequência dessa falha. Os apontamentos realizados nas reuniões serviram de base para classificar e quantificar cada uma das falhas verificadas.

#### 4.5 ETAPA 4 – ANÁLISE DO MODO, CAUSA E EFEITO DAS FALHAS

A etapa 4, destinada à descrição “do como” e “do porquê” um item falha, foi um momento de grande discussão. Para a realização desta etapa, a anterior foi tomada como suporte, pois foi nessa etapa que se discutiu acerca das funções e falhas funcionais, que serviram de base para responder, na etapa 4, os seguintes questionamentos: como um item falha? O que provoca essa falha? Qual o efeito que essa falha pode gerar? A etapa 4 foi realizada em 3 encontros de aproximadamente 2 horas cada e contou com a participação do

diretor da empresa, de um responsável pelo planejamento de manutenção, de um responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção e, em alguns encontros, de um motorista.

O quadro 3 corresponde à descrição do Sistema do Equipamento de Refrigeração – Subsistema de Injeção realizada na etapa 4. Todos os quadros referentes a esta etapa, em relação aos demais subsistemas dos sistemas de Equipamento de Refrigeração e Carreta Baú, encontram-se no Apêndice B.

Observa-se que esse subsistema apresentado no Quadro 2 é composto por 5 itens e que algumas falhas podem ocasionar uma parada total do equipamento de refrigeração. Nota-se, ainda, que a causa dessas falhas pode ser variada, desde desgastes naturais, circulação de impurezas até superaquecimentos.

**Quadro 3 – Apresentação da etapa 4 para o sistema do equipamento de refrigeração subsistema de injeção**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema de Injeção			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Bomba injetora	Bomba não funciona	Travamento das buchas	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
		Superaquecimento	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
		Desgaste natural	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
		Quebra acoplamentos	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
	Funcionamento inadequado	Desgastes naturais	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
Empeno do rotor/eixo		Variação no consumo de diesel	
		Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	
		Parada total do equipamento de refrigeração	

		Ar na linha de sucção	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar
		Filtro sujo	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar
		Alta circulação de impurezas	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
Bico injetor	Não pulverizam o óleo de forma alinhada	Desgaste natural	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
		Entupimento dos bicos	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
		Funcionamento inadequado da bomba	Variação no consumo de diesel
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
Parada total do equipamento de refrigeração			
Reservatório de combustível	Vazamento	Desgaste natural	Vazamento de combustível
		Corrosão em função de impurezas pela água condensada	Vazamento de combustível
	Impurezas no tanque	Água condensada falta de dreno do combustível	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração Parada total do equipamento de refrigeração
Mangueiras e tubulações	Vazamentos	Atrito com partes do motor	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
			Parada total do equipamento de refrigeração
Bomba injetora auxiliar	Não funcionamento	Desgaste dos reparos	Não alimenta a bomba injetora

**Fonte:** elaborado pela autora.

Os demais quadros, contidos no Apêndice B, referentes à etapa 4, apresentam outros exemplos de falhas que, também, podem provocar efeitos considerados graves ao equipamento de refrigeração, sendo que as causas são variadas. No subsistema compressor, apresentado no Quadro 1 do Apêndice B, por exemplo, observa-se que o desgaste natural e o ressecamento de itens como o selo são responsáveis pela não refrigeração da carga. Essas 2 causas podem estar associadas à vida útil do item. Entretanto, falhas como desgastes na correia, causadas por excesso ou por falta de tensionamento, cuja consequência pode ser a parada total do equipamento, além da redução da sua vida útil, também estão associadas à montagem, indicando a necessidade de mão de obra qualificada para a realização das manutenções.

O subsistema de filtros, Quadro 2 do Apêndice B, também apresenta falhas referentes à vida útil que podem causar problemas, tais como interrupções momentâneas no equipamento, bem como provocar superaquecimento do motor do equipamento.

O subsistema elétrico, Quadro 3 do Apêndice B, é bastante crítico, cujas falhas apresentam consequências como não ligar o equipamento de refrigeração ou enviar incorretamente os sinais de temperatura. Desgaste natural é a principal causa que desencadeia outras falhas nesse subsistema.

O subsistema de arrefecimento, apresentado na Quadro 4 do Apêndice B, é um subsistema cujas falhas nos itens desencadeiam, basicamente, uma única consequência: o superaquecimento no motor do equipamento que pode ocasionar uma parada total no equipamento de refrigeração.

No subsistema de lubrificação, observa-se que o desgaste natural e a alta circulação de impurezas são os maiores causadores de falhas. O defeito é basicamente o atrito, o desgaste e o superaquecimento nas peças do motor (Quadro 5, Apêndice B).

No Quadro 6, Apêndice B, a partir da interpretação de falhas do subsistema do motor, observa-se que a fadiga, o desgaste natural e o superaquecimento são as principais causas de falhas nesse subsistema. Esses defeitos ocasionam trincas, quebras, desalinhamento e, conseqüentemente, parada do motor do equipamento.

Com relação à carcaça do equipamento, Quadro 7, Apêndice B, observou-se que a trepidação, no motor e no compressor, pode ocasionar quebra de mangueira e dos flexíveis de gás, gerando, assim, redução do resfriamento.

No Quadro 8 do Apêndice B encontra-se o subsistema suspensão. Pode haver quebra ou folga nos itens devido a impactos ou excesso de vibrações. Essas falhas podem diminuir a resistência a impactos do veículo, ocasionar quebra de outros componentes, desgastes dos pneus, entre outras falhas.

Observa-se no Quadro 9, Apêndice B, a análise das falhas do subsistema eixos. Fadiga, falta de lubrificação e desgaste natural são os grandes causadores das falhas nos eixos, cubos e rodas. Como consequências dessas falhas, pode ocorrer vibração maior, desgaste nos pneus, aquecimento nos cubos e até desalinhamento, que podem causar um acidente de trânsito.

Com relação ao subsistema de freios, Quadro 10, Apêndice B, observou-se que o desgaste natural e as freadas bruscas são os principais causadores de falhas, entretanto, há um tipo de falha que pode travar os freios que ocorre em função da especificidade das condições de uso. Em temperaturas muito baixas, quando os caminhões são deslocados ao Chile, por

exemplo, pode haver congelamento dos freios. As demais falhas citadas podem travar rodas específicas.

O subsistema de instalações pneumáticas, Quadro 11, Apêndice B, possui apenas 2 itens que podem falhar em função de desgaste natural ou em caso de algum tipo de infiltração. Entretanto, percebe-se que caso essas falhas ocorram o efeito não será de grande importância, já que apenas o balão de ar não levantará mais o eixo da carreta.

Nos componentes elétricos da carreta (Quadro 12, Apêndice B), as falhas se dão em função do tempo de uso e da trepidação do veículo associados às condições da estrada e ao uso do motorista, como consequência, o sistema de iluminação poderá falhar.

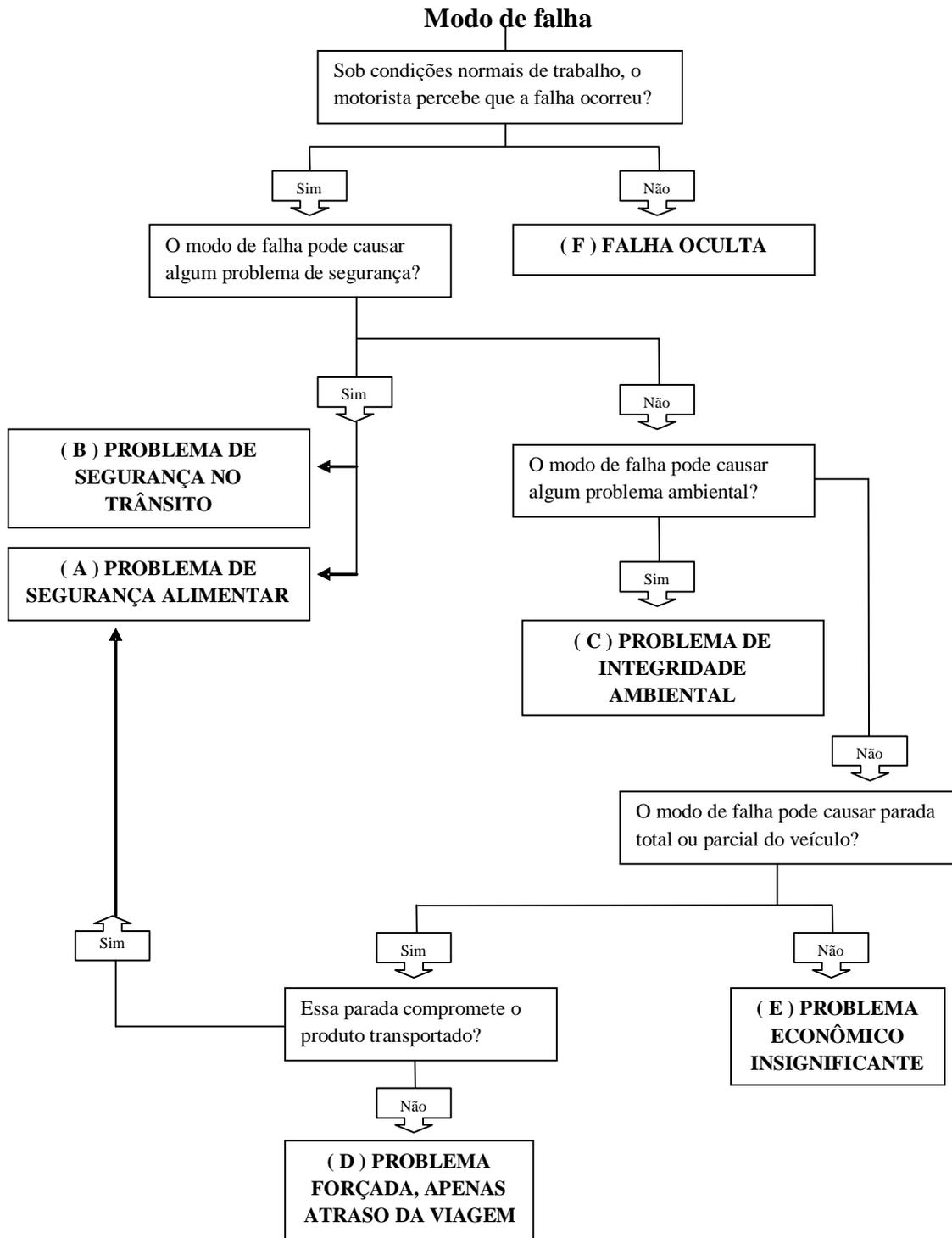
No subsistema chassi, Quadro 15, Apêndice B, observa-se que pode haver trinca no pescoço do chassi. Há uma marca de carretas, em especial, que apresenta esse tipo de problema com maior intensidade.

#### **4.6 ETAPA 5 – CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS FALHAS**

Com a função de classificar as falhas, quanto ao seu efeito, considerando a etapa anterior, a etapa 5 foi um momento de intensa discussão que durou aproximadamente 3 horas e 30 minutos e contou com a presença do diretor da empresa, do responsável pelo planejamento de manutenção, do responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção e, em alguns encontros, de um motorista. Para a execução dessa etapa, foram impressas todas as tabelas da etapa anterior – dos sistemas de refrigeração e carreta baú, e para cada um, foi feito um levantamento do tipo de efeito de cada falha. As classificações foram selecionadas de acordo com o diagrama da Figura 10 e classificadas como:

- (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.

Figura 10 – Diagrama de classificação de falhas



Fonte: adaptação de Zaians (2003).

Para a estruturação da etapa 5, tomou-se como base a tabela estruturada para a etapa anterior, inserindo-se uma coluna para classificar as falhas e definir a respectiva relação de importância da mesma.

Sempre que uma falha é do tipo A (Problema na qualidade dos alimentos), a mesma é tratada de maneira específica a partir do APPCC e não é ponderada na tabela. Caso seja dos tipos B, C, D ou E é definido um peso para o quanto a falha compromete aquela classificação. Feito isso, multiplica-se o valor pelo peso de importância da falha estipulado anteriormente. Conhecer o valor do peso é importante, pois falhas com peso de relação de importância entre o item e a falha maior, terão uma maior atenção quanto ao planejamento de manutenção.

O quadro 4 corresponde à apresentação da etapa 4 acrescida da etapa 5 para o Sistema do Equipamento de Refrigeração Subsistema de Injeção. Todas as tabelas referentes a essa etapa e dos demais subsistemas dos sistemas de Equipamento de Refrigeração e Carreta Baú encontram-se no Apêndice C.

Observa-se no Quadro 4 que, para o equipamento de refrigeração subsistema de injeção, falhas que de maneira geral podem provocar interrupções momentâneas do equipamento foram classificadas como sendo do tipo A, ou seja, podem comprometer a qualidade do produto transportado. Já falhas como variação no consumo de diesel foram classificadas como economicamente insignificante.

Para o item, reservatório de combustível, o efeito vazamento de combustível pode ser classificado de 2 formas: como problema de integridade ambiental, cujo peso de importância é de 8 pontos, e como problema econômico insignificante, cujo peso é 10, valores esses definidos em debate com grupo de profissionais. Ambos multiplicados pelo respectivo peso da falha e somados apresentam uma relação de importância de 50 pontos. A corrosão no tanque também pode ser classificada como problema de integridade ambiental.

**Quadro 4 – Interpretação e classificação das falhas do subsistema de injeção do equipamento de refrigeração**

Sistema: Equipamento de refrigeração											
Subsistema: Subsistema de Injeção											
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha	
				A	B	C	D	E	F		
				10	10	5	3	1	10		
Bomba injetora	Bomba não funciona	Travamento das buchas	Variação no consumo de diesel					10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X							
Bomba injetora	Bomba não funciona	Superaquecimento	Variação no consumo de diesel					10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X							
		Desgaste natural	Variação no consumo de diesel					10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X							
		Quebra acoplamentos	Variação no consumo de diesel					10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X							
	Funcionamento inadequado	Desgastes naturais	Variação no consumo de diesel					10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X							

		Empeno do rotor/eixo	Variação no consumo de diesel					10		10
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
			Parada total do equipamento de refrigeração	X						
		Ar na linha de sucção	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar				10			30
		Filtro sujo	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar				10			30
		Alta circulação de impurezas	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar				10			30
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						30
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Equipamento de refrigeração apresenta dificuldades em ligar	X						24
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X			10			30
Bico injetor	Não pulverizam o óleo de forma alinhada	Desgaste natural	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
		Entupimento dos bicos	Variação no consumo de diesel				10		10	
			Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
			Parada total do equipamento de refrigeração	X						
		Funcionamento inadequado da bomba	Variação no consumo de diesel				10			10
			Interrupções	X						

			momentâneas do equipamento de refrigeração							
			Parada total do equipamento de refrigeração	X						
Reservatório de combustível	Vazamento	Desgaste natural	Vazamento de combustível			8		10		40+10=50
		Corrosão	Impurezas, água condensada			5				25
	Impurezas no tanque	Água condensada pela falta de dreno no reservatório de combustível	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
			Parada total do equipamento de refrigeração	X						
Mangueiras e tubulações	Vazamentos	Atrito com partes do motor	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
			Parada total do equipamento de refrigeração	X						
Bomba injetora auxiliar	Não funcionamento	Desgaste dos reparos	Não alimenta a bomba injetora	X						

**Fonte:** elaborado pela autora.

As tabelas dos demais subsistemas encontram-se no Apêndice C. No quadro 1 do referido apêndice, observa-se o subsistema compressor e nota-se que, com a exceção de 3 tipos, as falhas podem comprometer a qualidade do produto transportado, isso porque o compressor é responsável por manter a temperatura através do fluido refrigerante. No equipamento de refrigeração, as 3 falhas que obtiveram outra classificação serão consideradas falha oculta, isso porque elas podem tirar o motor do “ponto”, o que pode gerar uma falha obscura, pois pode não ter consequência grave como pode causar a parada do equipamento. A relação de importância dessas falhas ocultas com relação ao item é de 100 pontos.

No subsistema de filtros, no Quadro 2, Apêndice C, problemas no filtro de diesel e no filtro de lubrificação podem ocasionar falhas que comprometem a qualidade do produto transportado. As demais falhas se classificam como podem comprometer a integridade ambiental e como falha oculta, cuja relação de importância é de 25 e 100, respectivamente.

Com relação ao subsistema elétrico, Quadro 3 do Apêndice C, observa-se que o não envio correto da temperatura pelos sensores, o não armazenamento de energia pela bateria, o

não acionamento do motor e o não controle da temperatura são falhas que podem comprometer a qualidade do produto transportado.

O subsistema de arrefecimento, exposto no Quadro 4 do Apêndice C, teve quase todas as falhas classificadas como sendo possíveis de afetar a segurança dos produtos transportados, isso se justifica porque o sistema de arrefecimento é responsável pelo bom funcionamento do motor que, conseqüentemente, mantém o equipamento de refrigeração funcionando.

O Quadro 5 do Apêndice C traz a apresentação da etapa 5 para o subsistema de lubrificação. Semelhante ao sistema de arrefecimento, algumas falhas foram classificadas como sendo do tipo A, outras foram classificadas como falha oculta, tendo em vista que, caso ocorram, não se sabe ao certo a consequência. As falhas ocultas merecem atenção no planejamento de manutenção, pois podem comprometer o sistema como um todo.

O subsistema de motor, Quadro 6, Apêndice C, contém, basicamente, 3 tipos de falhas: aquelas que comprometem a segurança do produto transportado, a falha oculta e a econômica insignificante. As duas primeiras merecem atenção especial, pois o motor é o grande responsável pelo funcionamento do sistema de refrigeração. Falhas econômicas insignificantes podem receber um planejamento menos rigoroso, nesse caso, ocorrem porque se o motor estiver desalinhado, o consumo de diesel pode ser maior.

A carcaça do equipamento de refrigeração (Quadro 7, Apêndice C) só dispõe de 2 itens: o termômetro e a carcaça. Falha no termômetro pode ocasionar o envio incorreto da temperatura ao baú e, conseqüentemente, pode ocasionar danos aos produtos transportados. Já uma falha na carcaça é considerada falha oculta, pois as consequências podem ser as mais diversas possíveis.

Os Quadros de 8 a 14, do Apêndice C, apresentam a etapa 5 do sistema carreta. Observa-se que, de modo geral, exceto o subsistema caixa de carga do furgão, todos os outros não apresentam falhas que possam comprometer a qualidade do produto transportado, entretanto, os subsistemas eixos, freios e elétrico podem apresentar falhas que afetam a segurança no trânsito (falha do tipo B).

#### **4.7 ETAPA 6 – PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES**

Após essas etapas, a equipe participante do estudo foi direcionada de modo a replanejar a manutenção. Essa etapa durou cerca de 4 encontros de aproximadamente 3 horas cada e contou com a participação do diretor da empresa, de um responsável pelo planejamento de manutenção, de um responsável pelo estoque e sobressalentes de manutenção e, em alguns

encontros, de um motorista. Inicialmente, para as falhas classificadas como tipo A, que poderiam comprometer a integridade dos alimentos transportados, seguiu-se o roteiro de questões elaboradas a partir do APPCC:

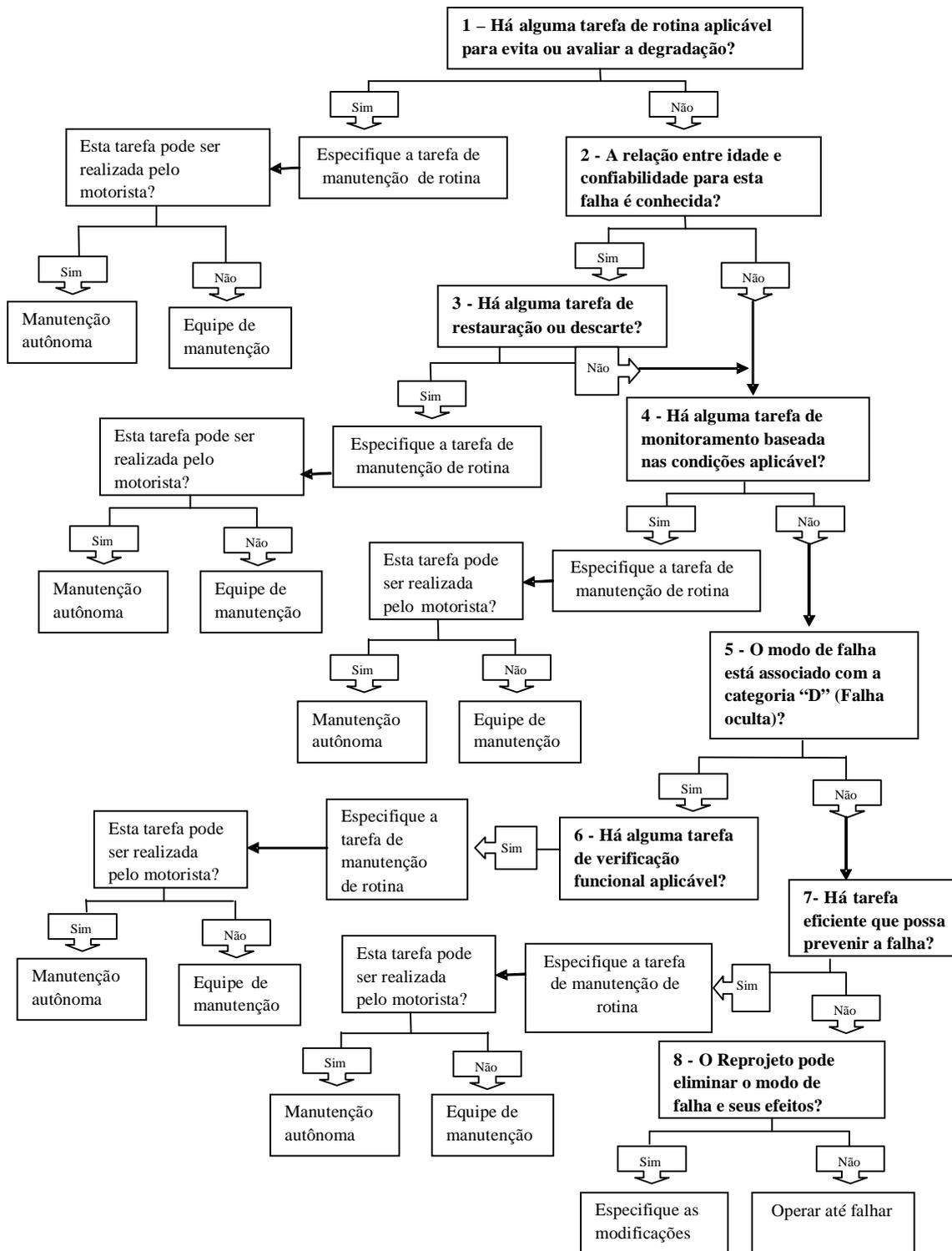
1. Quais perigos podem ser gerados por essa falha?
2. Como prevenir a ocorrência dessa falha?
3. Quais são os limites de monitoramento aceitáveis para que essa falha não ocorra?
4. Quais são os procedimentos de monitoramento e verificação do item para que essa falha não ocorra?
5. Caso aconteça essa falha, quais ações devem ser realizadas?

Para o estudo das falhas classificadas como sendo dos tipos B, C, D, E ou F, os respondentes foram orientados a seguir a Figura 11, com o intuito de especificarem a tarefa de manutenção a ser realizada para prevenção da falha, bem com indicarem o responsável pela tarefa. O diagrama apresentado na Figura 11 analisa as seguintes etapas:

- a) A questão 1 permite identificar se a falha pode receber algum tipo de manutenção pró-ativa seja, preventiva ou preditiva;
- b) As questões referentes à possibilidade da manutenção ser realizada pelo motorista permitem identificar e integrar no modelo a manutenção autônoma da MTP, delegando ao motorista algumas atividades de manutenção;
- c) A questão 2 busca avançar no sentido de análise da confiabilidade e de vida útil do componente;
- d) A questão 3 visa identificar se alguma tarefa, para restaurar ou descartar o item, em função da periodicidade, pode ser aplicada;
- e) A questão 4 procura identificar se alguma atividade de manutenção preditiva pode ser aplicada no componente. Em caso afirmativo, o questionário direciona o respondente a especificar a tarefa, em caso negativo, o diagrama direciona o respondente à etapa 5;
- f) A etapa 5 busca identificar se a falha se encaixa como sendo do tipo oculta, isso porque a falha oculta é de grande relevância no modelo, já que sendo oculta não se sabe ao certo qual consequência poderá provocar;
- g) Caso se conclua, na etapa 5, que se trata de uma falha oculta, o respondente será direcionado à etapa 6 que questiona se há ou não algum teste de função que possa ser feito no item ou sistema para verificar seu estado;

- h) Caso a resposta da etapa 5 seja negativa, o respondente será direcionado à etapa 7 em que responderá se há alguma tarefa que possa ser realizada para prevenir a falha de forma eficiente;
- i) Em caso afirmativo, o respondente deverá especificar essa tarefa, em caso negativo, o respondente será direcionado para a etapa 8 que visa identificar se um reprojeto pode ser realizado no sistema, de forma a minimizar os defeitos;
- j) Caso a resposta da etapa 8 seja negativa, opta-se por operar até falhar.

Figura 11 – Diagrama de decisão para elaboração do planejamento de manutenção



Fonte: Adaptação de Zaions (2003).

Os Quadros de 5 a 9 correspondem a um exemplo de apresentação da etapa 6, para o sistema do equipamento de refrigeração, subsistema de Injeção. Todas os quadros referente a

essa etapa, para os demais subsistemas dos sistemas de equipamento de refrigeração e carreta baú, encontram-se no Apêndice D.

Percebe-se na Quadro 4 que no subsistema de injeção do equipamento de refrigeração, uma falha no bico injetor da bomba injetora, no reservatório de combustível, nas mangueiras, nas tubulações ou na bomba injetora auxiliar podem comprometer a qualidade do produto transportado. Para tanto, no planejamento da manutenção do subsistema, foram incluídas medidas de monitoramento de vibração e, como manutenção autônoma, estipulou-se que o motorista observe diariamente o equipamento ao ligar, atentando para possíveis dificuldades.

Manteve-se a previsão de troca dos bicos injetores e foram previstos, ainda, a realização de monitoramento visual dos bicos, a limpeza e o ajuste dos mesmos.

Para o reservatório de combustível, um item importante do subsistema, cuja falha também pode comprometer o produto transportado, passou-se a prever intervenções autônomas, em que o motorista deve drenar o reservatório, acompanhar possíveis vazamentos no reservatório e realizar monitoramento, caso aconteçam paradas momentâneas no equipamento. Acredita-se que essas atitudes evitem uma manutenção corretiva não planejada para o item.

Nas mangueiras e tubulações, com o novo modelo, passou-se a programar uma inspeção visual, buscando identificar possíveis vazamentos e trincas. Planejou-se, ainda, a análise de vibração, por acreditar que a vibração, causada pelo atrito gerado, possa ser responsável por vazamentos nos itens.

Em relação à bomba injetora auxiliar, estipulou-se que o motorista monitore o equipamento, verificando a presença de alguma dificuldade para ligar.

Para o subsistema de injeção, foram previstos, ainda, alguns reprojotos, como a implantação de um filtro racor e a utilização de um dispositivo capaz de facilitar o dreno do reservatório de combustível.

**Quadro 5 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba injetora (subsistema de injeção)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Subsistema de Injeção**

**Item: Bomba injetora**

**1. Identificação dos perigos (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?):**

- Bomba injetora não funciona apresentando:

Travamento nas buchas

Superaquecimento

Desgaste natural

Quebra dos acoplamentos:

- Resultando em falha no funcionamento do equipamento de refrigeração até sua parada total.

**2. Medidas preventivas (Como prevenir a ocorrência dessa falha?):**

- A cada 10000 horas, deve-se retirar a bomba injetora e realizar uma inspeção visual, buscando identificar componentes que apresentem desgaste para a realização da troca.

**3. Estabelecimento dos limites críticos (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?):**

- Vibração excessiva

- Aquecimento do motor acima de 88°C

- Consumo: 3 litros por hora, considerado normal e acima de 3,5, indica problema

- Observar qualquer tipo de dificuldade que o equipamento apresente para ligar

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?):**

- Monitorar vibração

- Monitorar temperatura

- Monitorar consumo

- Verificar desgaste natural de peças

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?):**

- Ação corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para reparar a bomba injetora

- Reprojeto:

Adaptação de um filtro racor, para filtrar a sujeira do combustível

Fonte: elaborado pela autora.

**Quadro 6 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bico injetor (subsistema de injeção).**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Subsistema de Injeção</b>  <b>Item: Bico Injetor</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Bico Injetor não pulveriza o óleo de forma uniforme em função de:  Desgaste natural  Entupimento dos bicos  Funcionamento inadequado da bomba  - Resultando em:  Interrupções momentâneas do equipamento  Parada total do equipamento</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Limpeza e ajustes dos bicos injetores a cada 3000 horas  - Troca dos bicos injetores a cada 5000 horas</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Falhas no equipamento  - Bicos com aspecto azulado</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Monitorar aspecto visual dos bicos injetores</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar os bicos injetores.  - Reprojeção:  Adaptação de um filtro racor, para “limpar” a sujeira do combustível.</p>

**Fonte:** elaborado pela autora.

**Quadro 7 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Reservatório de combustível (subsistema de injeção)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Subsistema de Injeção</b>  <b>Item: Reservatório de combustível</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Impurezas e vazamentos no reservatório de combustível, podendo ocasionar uma parada total do equipamento de refrigeração</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Haja visto que não há uma vareta de medição do nível de combustível, nem um mostrador de nível, o motorista deve evitar medir nível de combustível no reservatório com objetos inadequados  - Drenar o reservatório semanalmente</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer sinal de vazamento no reservatório  - Qualquer sinal de paradas momentâneas do equipamento</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Monitoramento de falhas do equipamento  - Inspeção visual de vazamentos</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar o reservatório de combustível  - Reprojeção:  Facilitar o dreno do tanque  Implementar uma vareta para medir o nível do reservatório</p>

Fonte: elaborado pela autora.

**Quadro 8 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Mangueiras e tubulações (subsistema de injeção)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Subsistema de Injeção</b>  <b>Item: Mangueiras e tubulações</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Vazamentos, podendo ocasionar uma parada total do equipamento</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Controlar vibração  - Para evitar que as mangueiras sofram fricção com os demais componentes, deve-se colocar abraçadeiras ao longo das mangueiras, quando soltas</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer tipo de vazamento</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de <u>monitoramento/verificação</u>: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Inspeção visual de vazamentos</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Ao detectar um vazamento, dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para substituir as mangueiras ou tubulações danificadas.</p>

**Fonte:** elaborado pela autora.

**Quadro 9 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba injetora auxiliar (subsistema de injeção)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Subsistema de Injeção</b>  <b>Item: Bomba injetora auxiliar</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Bomba injetora auxiliar não alimenta a bomba injetora, ocasionando falhas no equipamento de refrigeração</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Realizar reparos na bomba injetora auxiliar a cada 10000 horas</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Observar qualquer tipo de dificuldade que o equipamento apresente para ligar</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Verificar desgaste natural das peças da bomba injetora auxiliar por meio de inspeção visual</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária mais próxima para trocar ou fazer o reparo na bomba injetora auxiliar</p>

Fonte: elaborado pela autora.

No Apêndice D, os Quadros 1, 2 e 3 apresentam o planejamento de manutenção do subsistema compressor para os itens que, caso falhem, possam comprometer a qualidade do produto transportado e o Quadro 4, do mesmo apêndice, apresenta o planejamento para o item Correia classificado como tipo F.

Observa-se que o planejamento do item Selo prevê a troca do mesmo, apresentando como limite crítico qualquer tipo de vazamento e, como monitoramento, prevê a inspeção visual buscando-se identificar qualquer tipo de vazamento.

Quanto aos flexíveis de sucção, a inspeção visual e o controle de vibração são ações planejadas para evitar falhas. Nas correias e polias, ações preventivas de troca são programadas, bem como a inspeção visual e o controle de tensionamento.

Os Quadros 5, 6 e 7 do Apêndice D apresentam o planejamento de manutenção para os itens do subsistema filtros. Para o filtro de diesel, planejam-se trocas periódicas, bem como inspeção visual e monitoramento de possíveis dificuldades ao ligar o equipamento. Quanto ao filtro de lubrificante, planejam-se trocas, periodicamente e monitoramento da temperatura do

motor, em que a temperatura máxima deve ser de 88°C. Ainda em relação ao sistema de filtros, prevê-se a troca do filtro de ar constantemente.

O planejamento de manutenção do sistema elétrico é apresentado no Apêndice D, Quadros 8 a 14. Observa-se que, no item sensor, planejou-se teste de função denominado autoteste e estipulou-se que esse teste pode ser feito pelo motorista. Para o alternador, previu-se monitoramento da carga da bateria, bem como da condição das escovas e inspeção visual e revisão geral.

Determinou-se que o motor de partida deve ser revisado constantemente e ser monitorado, caso o equipamento apresente qualquer dificuldade para ligar. Para o painel elétrico e para o painel de controle, estipulou-se a realização periódica de autoteste, bem como a troca da placa. Programou-se, para o item bateria, a verificação dos terminais, verificação do nível de fluido de bateria, substituição da bateria em prazos específicos e monitoramento do equipamento, ao apresentar qualquer dificuldade para ligar.

Os fusíveis, também, são monitorados via autoteste feito pelo motorista. A fiação elétrica deve receber inspeção visual para a identificação de possíveis defeitos. O subsistema de arrefecimento é bastante delicado, pois é o responsável por resfriar o motor que, por sua vez, faz funcionar todo o sistema de refrigeração.

A etapa 6, aplicada no subsistema de arrefecimento, está exposta nos Quadros 15 a 18 do Apêndice D. Observa-se que, em relação ao item radiador, cabe ao motorista, como planejamento de manutenção autônoma, manter constante o nível de água e atentar-se para qualquer sinal de vazamento. Para a equipe de manutenção, cabe realizar constantemente a limpeza e inspeção visual, bem como atentar-se para qualquer tipo de mangueira obstruída. O controle de vibração, é outro item que deve ser monitorado no radiador.

Para a bomba d'água, planejou-se a inspeção das palhetas e possíveis vazamentos. O motor da bomba deve ser inspecionado através de um refratômetro. Qualquer sinal de aquecimento do motor deve ser monitorado para que a temperatura não ultrapasse 88°C. Como reprojeto, indicou-se que, para os equipamentos da marca Carrier, poderiam sofrer modificações, quanto aos sensores que indicam a temperatura.

As mangueiras e tubulações do subsistema devem sofrer, constantemente, inspeção visual, buscando-se identificar possíveis trincas ou vazamentos. O motorista deve atentar-se ao nível de água e sinais de superaquecimento do motor. Quanto ao reservatório de água, outro item, foram planejados inspeção visual e controle do nível de água e temperatura do motor.

O subsistema de lubrificação também auxilia na refrigeração do motor do equipamento e está apresentado no Apêndice D, Quadros 19, 20 e 21. Para o item bomba de óleo, programou-se sua revisão. Ao motorista cabe dar atenção a qualquer sinal de aquecimento no painel do equipamento e o nível de óleo da bomba também deve ser mantido.

O item pescador deve receber revisão juntamente com a bomba de óleo. Como limite crítico do item, definiu-se o controle da temperatura e o monitoramento do nível de óleo. O cárter, responsável por armazenar óleo do motor, não pode ter seu nível de óleo abaixo do mínimo. A inspeção visual desse item, também, é necessária para realizar a limpeza do respiro e verificação de vazamentos ou trincas. Na bomba de óleo deve-se realizar teste de pressão e teste de sensores pela equipe de manutenção.

No subsistema motor, em que falhas podem comprometer a qualidade dos alimentos, os itens como cabeçote, virabrequim, blocos, pistão, anéis, plaquetas e camisas têm seu planejamento de manutenção apresentado no Apêndice D, Quadros 23 e 24. Observa-se que, como manutenção preventiva, estipulou-se a troca de óleo, verificação da rotação do motor e retífica completa em prazos estipulados. Como limite crítico, tem-se o superaquecimento do motor, que deve ser monitorado pelo motorista, o controle da temperatura, o aquecimento, o nível da água, a vibração e o ruído. Para o item motor estipulou-se, ainda, um reprojeto que deve ser feito no equipamento da marca Carrier, melhorando-se o alarme de aquecimento do motor.

O subsistema carcaça do equipamento tem seu planejamento de manutenção exposto nos Quadros 25 e 26, do Apêndice D. Para o item termômetro, estipulou-se sua aferição, bem como monitoramento de qualquer medição incorreta. O item carcaça do subsistema carcaça teve sua falha classificada como falha oculta, para tanto determinou-se que deveria ser feito controle da sua vibração e reapertos periódicos.

O subsistema caixa de carga é um subsistema, cujas falhas podem comprometer a integridade do produto transportado. Para o item paredes de isolamento, apresentado no Quadro 27, do Apêndice D, observa-se que medidas preventivas foram propostas. A inspeção visual, com o objetivo de identificar e sanar qualquer tipo de início de infiltração, é uma ação corretiva eficaz para manter a caixa de carga em boas condições de uso. As borrachas de isolamento da caixa de carga, Quadro 28, Apêndice D, também devem ser inspecionadas de forma a identificar e corrigir ressecamentos e/ou desgastes das mesmas.

O túnel de frio, Quadro 29, do Apêndice D, é outro item do subsistema que não pode ter nenhum tipo de trinca ou quebra, caso contrário não conseguirá refrigerar o baú por

completo. A inspeção desse item deve ser feita periodicamente e um sinal de alerta indica que há temperatura incorreta na traseira do baú.

Os demais itens e subsistemas tiveram suas falhas classificadas como falhas que não comprometem a qualidade do produto. No subsistema de eixos do sistema carreta baú, apresentado no Quadro 30, do Apêndice D, o item eixo passou a ter sua manutenção planejada para a realização de inspeção visual, buscando-se identificar possíveis trincas no eixo e na ponta de eixo. O alinhamento e a cambagem também foram programados. O item rodas, do mesmo subsistema, Quadro 31, do Apêndice D, passou a ter programada a revisão de parafusos de rodas e alinhamento.

No subsistema de freios, apresentado no Quadro 32, do Apêndice D, para o item válvula mestra, foram programadas análise de ruído e troca de válvula pela equipe de manutenção em prazos específicos. Ao motorista, cabe monitorar dificuldades para soltar o freio. Para o item reservatório de ar comprimido, planejou-se verificação de vazamentos e troca, ou solda do reservatório como ação corretiva, caso necessário.

#### **4.8 ETAPA 7 – DETERMINAÇÃO DA PERIODICIDADE**

Para a determinação da periodicidade das intervenções, comparou-se a periodicidade do planejamento antigo de manutenção com a presente nos manuais dos fabricantes e analisou-se o histórico de falhas. Para a concretização da aplicação dessa etapa, foram necessários 2 encontros de aproximadamente 3 horas cada e contou-se com a mesma equipe das etapas anteriores. Cabe ressaltar que, além dos dados coletados nas reuniões, foram obtidos materiais impressos, como as planilhas de planejamento, que serviram de conteúdo para a execução de todas as etapas.

Os Quadros 10 e 11 apresentam uma planilha com a atividade de manutenção a ser realizada, bem como a periodicidade das intervenções para todos os sistemas e itens estudados.

Observa-se que, no subsistema de injeção, a periodicidade é, basicamente, feita a cada 100 horas de uso do equipamento de refrigeração com algumas variações. Alguns itens que devem receber atenção diária foram repassados para a responsabilidade do motorista e determinados como manutenção autônoma.

Para o item compressor, observa-se uma variação quanto ao prazo para troca de selo. Para equipamentos da marca Termo King, deve ser realizada a manutenção a cada 10000 horas, e equipamentos da marca Carrier devem ter a mesma manutenção a cada 7000 horas.

No subsistema de lubrificação, a revisão completa da bomba de óleo e o reparo do pescador também se dão em intervalos de tempo de acordo com a marca do equipamento. Em equipamentos da marca Termo King essa manutenção deve ser realizada a cada 15000 horas e equipamentos da marca Carrier devem receber essa manutenção a cada 8000 horas. A retífica completa do item motor, também, segue esses prazos.

**Quadro 10 – Planilha de planejamento da manutenção do equipamento de refrigeração**

<b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>			
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Atividade</b>	<b>Periodicidade</b>
Injeção	Bomba Injetora	Inspeção Visual (desgaste natural das peças)	Cada 1000 horas
		Análise de vibração	Cada 1000 horas
		Análise da temperatura	Cada 1000 horas
		Análise de consumo	Diariamente
		Acompanhamento de dificuldades de fazer o equipamento funcionar	Diariamente
		Monitorar consumo	Diariamente
	Bico Injetor	Limpeza e ajustes	Cada 3000 horas
		Inspeção visual (bicos estão ficando azulados/ desgaste)	Cada 1000 horas
		Troca dos bicos	Cada 5000 horas
		Acompanhamento se o equipamento está falhando	Diariamente
	Reservatório de combustível	Drenar o reservatório	Semanalmente
		Acompanhamento se o equipamento apresenta falhas	Diariamente
		Monitorar vazamentos	Diariamente
	Mangueiras e tubulações	Inspeção Visual (verificar atritos, vazamentos)	Cada 1000 horas
		Análise de vibração	Cada 1000 horas
	Bomba injetora auxiliar	Troca de reparos após inspeção visual	Cada 10000 horas
Compressor	Selo	Troca do selo	Cada 10000 horas (Termo King) Cada 7000 horas (Carrier)
	Flexíveis de sucção	Inspeção visual, flexíveis;	Cada 1000 horas
		Medição de vibração	Cada 1000 horas
	Correias e Polias	Controlar tensionamento das correias	Cada 500 horas
		Inspeção visual (Inspeccionar qualidade das polias)	Cada 1000 horas
		Troca de correias	Cada 1000 horas
		Troca de polias	Cada 1000 horas

Filtros	Filtro de ar	Troca filtro de ar	Cada 1000 horas
	Filtro lubrificante	Troca filtro lubrificante	Cada 1000 horas
	Sensores	Revisão completa	Cada 1000 horas
Elétrico	Sensores Alternador	Realizar autoteste	A cada viagem
		Verificar escovas	Cada 2000 horas
	Alternador de Motor de partida	Inspeção visual	Cada 3000 horas
		Revisão completa	Anualmente
		Acompanhar dificuldades de ligar o equipamento	Diariamente
		Revisão completa	Cada 3000 horas ou 2 em 2 anos
	Motor de partida	Monitorar dificuldades em fazer o equipamento funcionar	Diariamente
	Painel elétrico / Painel de controle	Trocar placa	Cada 5000 horas
	Bateria	Trocar bateria	Anualmente
	Bateria Fusíveis	Verificar nível do fluido	Cada 2000 horas
		Verificar terminais	Cada 2000 horas
		Realizar autoteste	A cada viagem
Radiador	Limpeza do radiador	Cada 2000 horas	
Arrefecimento	Radiador Bomba d'água	Inspeção visual no radiador	Cada 2000 horas
		Verificar se há alguma mangueira obstruída	Cada 2000 horas
		Manter nível de água no radiador	Diariamente
		Inspeção visual palhetas	Cada 1000 horas
	Bomba d'água Mangueira e tubulação	Inspeção visual possíveis vazamentos	Cada 1000 horas
		Controlar temperatura máxima do motor de 88°C	Diariamente
		Inspeção visual de vazamentos	Cada 1000 horas
	Reservatório de água	Inspeção visual no reservatório de água, verificar se há trincas ou vazamentos	Cada 2500 horas
	Reservatório de água	Manter nível de água no reservatório de água	Diariamente
		Realizar testes de sensores	Cada 1000 horas
Lubrificação	Bomba de óleo	Realizar teste de pressão	Cada 1000 horas
		Revisão completa da bomba de óleo	Cada 15000 horas (Termo King) Cada 8000 horas (Carrier)
		Fazer reparo	Cada 15000 horas (Termo King) Cada 8000 horas (Carrier)
	Pescador	Inspeção visual, trincas, furos, vazamentos em geral	Cada 1000 horas

	Cárter	Limpar respiro	Cada 3000 horas
		Manter nível de óleo no cárter	Diariamente
		Controlar vibração	Cada 1000 horas
Motor	Pistão, virabrequim, anéis, plaquetas, camisa, cabeçote	Inspeção visual (Inspeccionar pistão, virabrequim, anéis, plaquetas, camisa)	Cada 1000 horas
		Retífica completa	Cada 15000 horas (Termo King) Cada 8000 horas (Carrier)
		Troca de óleo	Cada 2000 horas
		Verificar rotação do motor	Cada 2000 horas
		Controlar nível de água e óleo do motor	Diariamente
		Monitorar temperatura abaixo de 88°C	Diariamente
		Controlar vibração (pontos)	Cada 1000 horas
Carcaça	Carcaça	Realizar reapertos	Cada 1000 horas
		Aferição	Cada 800 horas
	Termômetro		

Fonte: elaborado pela autora.

**Quadro 11 – Planilha de planejamento da manutenção da carreta baú**

<b>Sistema: Carreta Baú</b>			
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Atividade</b>	<b>Periodicidade</b>
Eixos	Eixos	Inspeção visual	Cada 1000 km
		Alinhamento	Cada 1000 km
Freios	Válvulas	Troca de válvulas	Cada 12000 km
		Observar vazamentos	Cada 1000 km
	Reservatório de ar comprimido	Observar vazamentos	Cada 1000 km
Elétrico	Fiação	Inspeção visual	A cada viagem
	Demais componentes	Inspeção visual	A cada viagem
		Inspeção visual	A cada viagem
Subsistema caixa de carga “baú”	Paredes de isolamento	Inspeção visual, visando identificar focos de infiltração	A cada viagem
		Inspeção visual, visando identificar focos de infiltração	A cada viagem
	Borrachas de isolamento do baú	Inspeção visual, visando identificar ressecamento e desgaste	A cada viagem
		Inspeção visual, visando identificar ressecamento e desgaste	A cada viagem
	Túnel de frio	Inspeção visual	A cada viagem
		Inspeção visual	A cada viagem

Fonte: elaborado pela autora.

#### **4.9 ETAPA 8 – ANÁLISE E COMPARAÇÃO DO PLANEJAMENTO ANTIGO DE MANUTENÇÃO COM O PLANEJAMENTO PROPOSTO**

Vislumbrando um comparativo entre o plano de manutenção antigo e o atual, os Quadros 12 e 13 apresentam o plano de manutenção da empresa antes da implantação do novo modelo. Já os Quadros 14 e 15 demonstram o novo planejamento. Antes da aplicação do modelo proposto, o equipamento de refrigeração possuía 23 pontos de intervenção planejada, com a aplicação do novo modelo esse valor passou para 66, desses, 50 são de responsabilidade da equipe de manutenção e 16 do motorista, demonstrando, assim, a eficiência da manutenção autônoma prevista no novo modelo de manutenção. Na carreta, a quantidade de pontos de intervenção planejada passou de 2 para 15.

Considera-se que o aumento da quantidade de intervenções planejadas se deu porque o novo modelo analisa a manutenção do ponto de vista da segurança alimentar, ou seja, antes se planejava a manutenção considerando-se apenas o equipamento de transporte, agora, com o novo modelo, leva-se em conta o fato de se tratar de um equipamento para transporte de alimentos perecíveis.

O subsistema de injeção do sistema do equipamento de refrigeração passou de 2 itens inspecionados a cada 10000 horas para 15 itens que deverão receber inspeções, análises e monitoramentos em curtos intervalos de tempo.

O subsistema compressor também inspira atenção, pois praticamente todas as falhas que podem ocorrer no selo, nos flexíveis de sucção, nas correias e nas polias classificam-se como sendo do tipo A, podendo comprometer o produto transportado. Antes da implantação do modelo de manutenção, o planejamento preventivo era bastante simplista, tendo em vista que não havia registros de intervenções preventivas para o selo do compressor. Agora, dada a importância do item, estipulou-se a troca do selo a cada 10000 horas para os equipamentos da marca Termo King e a cada 7000 horas para os equipamentos da marca Carrier. A verificação do nível do gás se manteve a cada 1000 horas e inseriu-se, ainda, como manutenção autônoma, a inspeção visual do selo, buscando-se identificar possíveis vazamentos perceptíveis por meio da presença de um líquido de aspecto amarelado.

Quanto aos flexíveis de sucção, previa-se apenas uma revisão a cada 10000 horas, agora, com o novo plano, foi inserido na revisão o monitoramento da vibração do compressor, pois-se acredita que a vibração excessiva possa gerar atrito e desgaste dos flexíveis.

Nos itens correias e polias, no antigo modelo, previa-se a revisão a cada 1000 horas, com o novo modelo, devido à importância dos itens, estabeleceu-se que, além das trocas a

cada 1000 horas, deve-se realizar o controle de tensionamento e inspeção visual a cada 500 horas de uso, considerando que o controle de tensionamento das correias classifica-se como sendo uma falha do tipo F, oculta, pois pode “tirar o motor do ponto”, podendo comprometer outros componentes. Atribuiu-se o valor de 100 pontos, como peso de importância, ao item relacionado à falha do tipo oculta.

No subsistema de filtros, observa-se que os filtros de diesel e de lubrificantes, caso acumulem muita sujeira, podem comprometer a segurança dos alimentos. O filtro de ar pode indicar uma falha oculta que deve ser evitada através de um planejamento preventivo adequado. O prazo de troca dos filtros permaneceu o mesmo do planejamento antigo, entretanto, com o novo modelo de manutenção, estipulou-se que o motorista deve monitorar qualquer tipo de dificuldade que o equipamento apresente ao ser ligado, bem como monitorar constantemente a temperatura do motor.

Ao apresentar falhas nos sensores, no alternador, no motor de partida, no painel de controle e na bateria, o subsistema elétrico também pode comprometer a integridade dos alimentos a serem transportados. Os sensores, além de apresentarem falhas do tipo A, também podem apresentar falhas ocultas, caso ocorra um funcionamento inadequado. O antigo planejamento de manutenção do subsistema elétrico previa uma revisão preventiva a cada 1000 horas, no entanto não era especificada. Com o novo modelo, as intervenções no subsistema passaram a ser mais detalhadas, nos sensores planejou-se a realização de autoteste antes de cada viagem, que deve ser feito pelo próprio motorista, buscando-se a indicação de possíveis irregularidades nos sensores ou fusíveis do sistema elétrico, classificadas como falha oculta.

No antigo planejamento de manutenção, previa-se a revisão do alternador a cada 4000 horas, com o novo planejamento, passou-se a prever o monitoramento das escovas a cada 2000 horas, a inspeção visual a cada 3000 horas e a revisão geral anualmente. Como atividade de monitoramento, planejou-se uma manutenção autônoma em que o motorista deve monitorar o equipamento, caso apresente dificuldades ao ligar por falta de carga na bateria, ou problemas no motor de partida. Este, outro item do subsistema elétrico, passou a ser revisado a cada 3000 horas, ou a cada 2 anos, antes era revisado a cada 4000 horas.

Com relação à placa do painel elétrico ou painel de controle, item que antes não era contemplado no plano de manutenção, passou a ser prevista a sua substituição a cada 5000 horas de uso. O item bateria, também não contemplado no antigo planejamento de manutenção, passou a ter previsão de troca anual, já a verificação dos terminais e do nível do fluido da bateria deve ser feita a cada 2000 horas de uso.

O subsistema de arrefecimento, responsável por garantir o não aquecimento do motor, possui quase todas as falhas em seus itens classificadas como sendo do tipo A, exceto a válvula termostática. Isso ocorre porque uma falha em algum item do sistema provoca o superaquecimento do motor do equipamento podendo fundir e, assim, deixar de refrigerar o baú, comprometendo o produto transportado. Nesse subsistema, a empresa teve um problema há aproximadamente 2 anos, ao utilizar um aditivo que obstruiu as mangueiras e tubulações, atualmente, esse tipo de obstrução ainda ocorre devido a danos causados nas tubulações.

O plano antigo previa a manutenção em apenas 2 itens do subsistema de injeção: revisão da bomba de água, a cada 1000 horas, e revisão do radiador, a cada 2500 horas. Com o novo modelo, estipularam-se algumas mudanças nas intervenções planejadas. Previu-se que a cada 2000 horas devem ser feitas a limpeza e inspeção visual, observando-se trincas e vazamentos no radiador. Configurou-se como alerta para a necessidade de manutenção desse sistema, qualquer mangueira obstruída. Indica-se o monitoramento diário do nível de água do radiador, pelo motorista.

Para a bomba de água, manteve-se a periodicidade anterior, mas foram detalhadas as intervenções nas palhetas e verificação de possíveis vazamentos na bomba a cada 1000 horas de uso. Cabe ao motorista monitorar e manter a temperatura no limite máximo de 88°C.

Com relação às mangueiras e tubulações, estipulou-se a inspeção visual de possíveis vazamentos a cada 1000 horas de uso. No reservatório de água, a inspeção de trincas e vazamentos, através da inspeção visual, deve ocorrer a cada 1000 horas. Ao motorista cabe verificar diariamente o nível de água no reservatório.

O subsistema de lubrificação também tem responsabilidade quanto à refrigeração do motor do equipamento e, por isso, muitas de suas falhas também se classificam como sendo do tipo A, podendo comprometer a qualidade do produto. Ainda no subsistema de lubrificação, alguns defeitos na bomba de óleo são classificados como falhas ocultas do tipo F e apresentam uma relação de importância entre o item e o tipo de falha, cujo valor é 100, nesse caso, essas falhas merecem atenção especial.

A bomba de óleo, para a qual não era prevista intervenção preventiva, passou-se a prever uma revisão a cada 15000 horas para equipamentos da marca TermoKing e 8000 horas para equipamentos da marca Carrier. Como planejamento de manutenção autônoma, o motorista deve atentar-se para qualquer sinal de aquecimento no painel do veículo. Previu-se, ainda, que a cada 1000 horas seja feito teste de sensores e de pressão na bomba. Quanto ao item pescador, estipulou-se que será feita sua revisão, juntamente, com a revisão da bomba de óleo.

O cárter, outro item que não estava no planejamento de intervenção, passou a ter prevista uma inspeção visual, buscando-se identificar possíveis trincas e vazamentos a cada 1000 horas e a cada 3000 horas uma limpeza no “respiro”. Ao motorista cabe manter o nível de óleo do carter.

Com relação ao subsistema motor do equipamento de refrigeração, quase todos os itens, caso apresentem falha, podem comprometer a integridade dos alimentos transportados. Algumas falhas foram classificadas como econômicas insignificantes podendo, apenas, provocar aumento do consumo de diesel. O motor apresenta, ainda, falhas do tipo oculta devido ao desgaste de alguns itens que podem danificar outros componentes.

No planejamento da manutenção do subsistema motor, a troca de óleo foi alterada de 1000 para 2000 horas devido à análise do histórico de falhas. A retífica completa, antes programada para cada 20000 horas, passou ser prevista a cada 8000 horas em equipamentos da marca Carrier e a cada 15000 horas em equipamentos da marca Termo King. Foi inserida, ainda, devido à importância do item e ao manual do fabricante, a verificação da rotação do motor a cada 2000 horas. Outros procedimentos de monitoramento, como análise de ruído, de vibração e de aquecimento, foram inseridos no novo plano de manutenção com periodicidade de 1000 horas.

A não aferição do termômetro do subsistema carcaça do equipamento de refrigeração pode provocar danos aos produtos transportados, ao indicar a temperatura de forma errônea. A trepidação da carcaça pode levar à quebra de mangueiras ou flexíveis de gás, assim, foi considerada uma falha oculta com índice cem na relação de importância entre item *versus* tipo de falha. O novo planejamento de manutenção manteve a aferição do termômetro a cada 800 horas e inseriu-se a necessidade de controle de vibração e de reapertos a cada 1000 horas devido à classificação das falhas.

Na análise da carreta baú, verificou-se que a mesma apresenta poucos itens com falhas do tipo A, ou seja, que possam comprometer a qualidade do produto, entretanto, muitos itens apresentaram outros tipos de falhas e alta relação de importância. Comparando-se o novo modelo de planejamento com o antigo, observam-se inúmeras alterações.

No subsistema caixa de carga, os itens paredes de isolamento e borrachas de isolamento passaram a exigir inspeção visual, buscando-se identificar qualquer foco de infiltração a cada viagem. O túnel frio, não citado no planejamento das manutenções, passou a prever inspeção visual a cada viagem.

No subsistema eixo, 2 itens afetam a segurança no trânsito: o eixo e as rodas. Para os eixos, previu-se inspeção visual, buscando-se identificar possíveis trincas. O alinhamento e a

camagem devem ser realizados a cada 100 horas, sendo que o alinhamento servirá, também, para prevenir falhas nas rodas. A cada 1000 horas deve ser feito o reaperto dos parafusos.

No subsistema freio, a válvula mestra e o reservatório de ar também apresentaram falhas classificadas como sendo do tipo B, que comprometem a segurança no trânsito. Antes, era realizada uma revisão preventiva a cada 12000 km, porém, devido à classificação com alta relação de importância, replanejou-se a manutenção. A válvula mestra passará por análise de ruído a cada 5000 km e será trocada a cada 10000 km. Diariamente, o motorista deve observar qualquer dificuldade ou ruído que a carreta apresente ao “soltar” o freio. Cabe ao motorista e à equipe de manutenção observar, semanalmente, possíveis vazamentos no reservatório de ar comprimido.

A parte elétrica, como faróis e fiação, deve ser observada diariamente pelo motorista e equipe de manutenção por meio de inspeção visual.

**Quadro 12 – Planejamento de manutenção do equipamento de refrigeração antes da implantação do modelo**

<b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>		
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Periodicidade da troca</b>
Subsistema de injeção	Revisão da bomba injetora e bicos	10000 horas
	Revisão da bomba alimentadora	10000 horas
Subsistema compressor	Retifica completa do compressor	15000 horas
	Revisão de flexíveis	1000 horas
	Verificação de nível de gás	1000 horas
Subsistema carcaça	Aferição do termômetro	800 horas
	Revisão das buchas das portas	1000 horas
Motor	Revisão dos flexíveis	1000 horas
	Retifica do motor	20000 horas
	Revisão das correias	1000 horas
	Revisão do coxim	1000 horas
	Revisão de polias	1000 horas
Subsistema de filtros	Filtro de óleo	1000 horas
	Filtro secador	5000 horas
	Filtro de ar	1000 horas
	Filtro diesel	1000 horas
Subsistema de arrefecimento	Revisão da bomba d'água	1000 horas
	Revisão do radiador	2500 horas
Subsistema elétrico	Revisão do motor de partida	4000 horas
	Revisão preventiva	1000 horas
	Revisão de alternador	4000 horas
Subsistema de combustíveis e lubrificantes	Óleo do compressor	5000 horas
	Óleo do motor	1000 horas

**Fonte:** Empresa estudada.

**Quadro 13 – Planejamento de manutenção da carreta antes da implantação do modelo**

<b>Sistema: Carreta baú</b>		
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Periodicidade da troca</b>
Subsistema de chassi e suspensão	Revisão preventiva	12000 km
Subsistema de freios	Revisão preventiva	12000 km

Fonte: Empresa estudada.

**Quadro 14 – Planilha de planejamento da manutenção do equipamento de refrigeração**

<b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>				
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Responsável</b>	<b>Atividade</b>	<b>Periodicidade</b>
Injeção	Bomba Injetora	Equipe de Manutenção	Inspeção Visual (desgaste natural das peças)	Cada 1000 horas
			Análise de vibração	Cada 1000 horas
			Análise da temperatura	Cada 1000 horas
		Motorista	Análise de consumo	Diariamente
			Acompanhamento de dificuldades de fazer o equipamento funcionar	Diariamente
			Monitorar consumo	Diariamente
	Bico Injetor	Equipe de Manutenção	Limpeza e ajustes	Cada 3000 horas
			Inspeção visual (bicos estão ficando azulados/ desgaste)	Cada 1000 horas
			Troca dos bicos	Cada 5000 horas
		Motorista	Acompanhamento se o equipamento está falhando	Diariamente
	Reservatório de combustível	Motorista	Drenar o reservatório	Semanalmente
			Acompanhamento se o equipamento apresenta falhas	Diariamente
			Monitorar vazamentos	Diariamente
	Mangueiras e tubulações	Equipe de Manutenção	Inspeção Visual (verificar atritos, vazamentos)	Cada 1000 horas
			Análise de vibração	Cada 1000 horas
Bomba injetora auxiliar	Equipe de Manutenção	Troca de reparos após inspeção visual	Cada 10000 horas	

Compressor	Selo	Equipe de Manutenção	Troca do selo	Cada 10000 horas (Termo King) Cada 7000 horas (Carrier)
	Flexíveis de sucção	Equipe de Manutenção	Inspeção visual, flexíveis	Cada 1000 horas
			Medição de vibração	Cada 1000 horas
	Correias e Polias	Equipe de Manutenção	Controlar tensionamento das correias	Cada 500 horas
			Inspeção visual (Inspeccionar qualidade das polias)	Cada 1000 horas
			Troca de correias	Cada 1000 horas
			Troca de polias	Cada 1000 horas
Filtros	Filtro de ar	Equipe de Manutenção	Troca filtro de ar	Cada 1000 horas
	Filtro lubrificante	Equipe de Manutenção	Troca filtro lubrificante	Cada 1000 horas
	Filtro de diesel	Equipe de Manutenção	Troca filtro lubrificante	Cada 1000 horas
Elétrico	Sensores	Equipe de Manutenção	Revisão completa	Cada 1000 horas
		Motorista	Realizar autoteste	A cada viagem
	Alternador	Equipe de manutenção	Verificar escovas	Cada 2000 horas
			Inspeção visual	Cada 3000 horas
			Revisão completa	Anualmente
	Motorista	Acompanhar dificuldades de ligar o equipamento	Diariamente	
	Motor de partida	Equipe de Manutenção	Revisão completa	Cada 3000 horas ou 2 em 2 anos
		Motorista	Monitorar dificuldades em fazer o equipamento funcionar	Diariamente
	Painel elétrico / Painel de controle	Equipe de Manutenção	Trocar placa	Cada 5000 horas
	Bateria	Equipe de Manutenção	Trocar bateria	Anualmente
Verificar nível do fluido			Cada 2000 horas	
Verificar terminais			Cada 2000 horas	
Fusíveis	Motorista	Realizar auto teste	A cada viagem	

Arrefecimento	Radiador	Equipe de Manutenção	Limpeza do radiador	Cada 2000 horas	
			Inspeção visual no radiador	Cada 2000 horas	
			Verificar se há alguma mangueira obstruída	Cada 2000 horas	
		Motorista		Manter nível de água no radiador	Diariamente
	Bomba d'água	Equipe de Manutenção	Inspeção visual palhetas	Cada 1000 horas	
			Inspeção visual possíveis vazamentos	Cada 1000 horas	
		Motorista	Controlar temperatura máxima do motor de 88°C	Diariamente	
	Mangueira e tubulação	Equipe de Manutenção	Inspeção visual de vazamentos	Cada 1000 horas	
	Reservatório de água	Equipe de Manutenção	Inspeção visual no reservatório de água, verificar se há trincas ou vazamentos	Cada 2500 horas	
			Motorista	Manter nível de água no reservatório de água	Diariamente
Lubrificação	Bomba de óleo	Equipe de Manutenção	Realizar testes de sensores	Cada 1000 horas	
			Realizar teste de pressão	Cada 1000 horas	
			Revisão completa da bomba de óleo	Cada 15000 horas (Termo King) Cada 8000 horas (Carrier)	
	Pescador	Equipe de Manutenção	Fazer reparo	Cada 15000 horas (Termo King) Cada 8000 horas (Carrier)	
	Cárter	Equipe de Manutenção	Inspeção visual, trincas, furos, vazamentos em geral	Cada 1000 horas	
			Limpar respiro	Cada 3000 horas	
		Motorista	Manter nível de óleo no cárter	Diariamente	

Motor	Pistão, virabrequim, anéis, plaquetas, camisa, cabeçote	Equipe de Manutenção	Controlar vibração	Cada 1000 horas
			Inspeção visual (Inspeccionar pistão, virabrequim, anéis, plaquetas, camisa)	Cada 1000 horas
			Retífica completa	Cada 15000 horas (TK) Cada 8000 horas (Carrier)
			Troca de óleo	Cada 2000 horas
			Verificar rotação do motor	Cada 2000 horas
		Motorista	Controlar nível de água e óleo do motor	Diariamente
			Monitorar temperatura abaixo de 88°C	Diariamente
Carcaça	Carcaça	Equipe de Manutenção	Controlar vibração (pontos)	Cada 1000 horas
			Realizar reapertos	Cada 1000 horas
	Termômetro	Equipe de Manutenção	Aferição	Cada 800 horas

Fonte: elaborado pela autora.

**Quadro 15 – Planilha de planejamento da manutenção da carreta baú**

<b>Sistema: Carreta Baú</b>				
<b>Subsistema</b>	<b>Item</b>	<b>Responsável</b>	<b>Atividade</b>	<b>Periodicidade</b>
Eixos	Eixos	Equipe de Manutenção	Inspeção visual	Cada 10000 km
			Alinhamento	Cada 10000 km
Freios	Válvulas	Equipe de Manutenção	Troca de válvulas	Cada 10000 km
		Motorista	Observar vazamentos	Cada 5000 km
	Reservatório de ar comprimido	Equipe de Manutenção	Observar vazamentos	Cada 1000 km
Elétrico	Fiação	Equipe de Manutenção	Inspeção visual	A cada viagem
	Demais componentes	Equipe de Manutenção	Inspeção visual	A cada viagem
		Motorista	Inspeção visual	A cada viagem
Subsistema caixa de carga “baú”	Paredes de isolamento	Equipe de Manutenção	Inspeção visual, visando identificar focos de infiltração	A cada viagem
		Motorista	Inspeção visual, visando identificar focos de infiltração	A cada viagem

	Borrachas de isolamento do baú	Equipe de Manutenção	Inspeção visual, visando identificar ressecamento e desgaste	A cada viagem
		Motorista	Inspeção visual, visando identificar ressecamento e desgaste	A cada viagem
	Túnel de frio	Equipe de Manutenção	Inspeção visual	A cada viagem
		Motorista	Inspeção visual	A cada viagem

**Fonte:** elaborado pela autora.

## 5 CONCLUSÃO

Neste capítulo, faz-se a recapitulação dos assuntos abordados nesta tese, apresentando conclusões e observações da aplicação do modelo desenvolvido para gestão de manutenção de caminhões de cargas frigorificadas.

Apesar de o transporte de cargas no Brasil ser predominantemente rodoviário e movimentar cerca de 60,48% da matriz de transportes de cargas nacionais, garantindo, assim, cerca de 7,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ANTT, 2008), constatou-se que há uma carência, na literatura, de publicações sobre manutenção de caminhões e, em se tratando de caminhões para o transporte de cargas frigorificadas, o número de trabalhos é ainda menor.

Atualmente, a comercialização de produtos refrigerados, principalmente no Brasil, dá-se graças ao transporte rodoviário frigorificado. Uma falha nesses veículos pode ser fator crucial para a perda de toneladas de alimentos. Entretanto, como esse é o elo da cadeia de frios com menor índice de contaminação, pouco se discute sobre ele. Porém, trata-se de um item complexo, pois além de atingir o produto final, com alto valor agregado no processamento, o próximo elo da cadeia é o cliente que pode se contaminar com um produto degradado em função de um transporte inadequado.

Este trabalho foi elaborado visando contribuir com o setor de transporte de produtos perecíveis, ao propor melhorias na qualidade da manutenção dos veículos transportadores. Para garantir esse objetivo, com a pesquisa, propôs-se desenvolver um modelo de gestão de manutenção para conjunto caminhão trator, carreta baú frigorificado e equipamento de refrigeração, baseado em técnicas atuais de manutenção, conciliadas à prática de manutenção existente em empresas de transportes e em normativas para transporte de produtos alimentícios frigorificados, aplicável a qualquer empresa transportadora de carga frigorificada do Brasil e do mundo.

Para mapear o cenário atual das empresas transportadoras, de cargas frigorificadas da região Oeste de Santa Catarina, quanto às técnicas atuais de manutenção adotadas por elas, foram realizadas entrevistas em aproximadamente 80% das empresas transportadoras e constatou-se o péssimo planejamento da manutenção nas mesmas. Percebeu-se que as poucas empresas que possuem um plano de manutenção seguem apenas as recomendações do fabricante, ignorando as condições específicas de uso, não realizam estudos de causas de falhas, análise de histórico de falhas, planejamento de manutenção autônoma e, por vezes, não cumprem os prazos das intervenções.

Para realizar as pesquisas bibliográficas acerca do estado da arte das principais técnicas modernas de manutenção, foram consultadas 14 publicações referentes à Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), 22 referentes à Manutenção Produtiva Total (MTP) e 8 publicações referentes à Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA).

Dentre as normas de transporte de produtos refrigerados nacionais e alguns internacionais, foram consultadas 2 referências internacionais, o *Codex Alimentarius*, uma coleção de normas alimentares internacionais e o ARESP, um código de boas práticas para o transporte de alimentos da associação da restauração e similares de Portugal. Ambas não diferem muito da legislação brasileira, das quais foram consultadas 5 referências: (i) Resolução - RDC Anvisa nº275, de 21 de outubro de 2002 – Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos; (ii) Ministério da Agricultura Portaria nº 210 de novembro de 1998 – Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves; (iii) Ministério da Agricultura, do abastecimento e da Reforma Agrária, Portaria nº 711, de 1º de novembro de 1995 - Padronização dos Métodos de Elaboração de Produtos de Origem Animal no tocante às Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos; (iv) Regulamento da Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA; (v) Regulamento Técnico de Boas Práticas na Produção de Alimentos PORTARIA SMS-G nº1210 de 02 de agosto de 2006, publicada em DOC de 3/8/06, pg. 23, republicada por incorreções, Secretaria Municipal da Saúde.

Os dados que emergiram da revisão das normas demonstraram que todas estipulam a temperatura ideal, locais de medição de temperatura, condições de higiene necessárias, entretanto, nenhuma regulariza como deve-se manter esse padrão desejado. Algumas até se referem ao APPCC de forma a auxiliar no controle dos pontos críticos, no entanto, no campo da manutenção dos veículos transportadores de produtos refrigerados, isso é muito vago. Para o estudo bibliográfico acerca do APPCC, além de se investigar inúmeras referências para se conhecer o método, foram consultadas, ainda, 11 publicações de diferentes casos de aplicação do APPCC.

Após todos os objetivos serem contemplados, foi possível cumprir o objetivo geral deste estudo e desenvolver um modelo de gestão de manutenção capaz de conciliar métodos de manutenção com normas que garantam a qualidade do produto transportado. Para isso,

foram-se extraindo as características de interesse e deficiências de cada método e as exigências das normas, conciliado tudo isso à prática das empresas.

Da MCC foi possível utilizar a ideia central de classificação de prioridades de falhas, inserindo-se a falha mais importante para essa situação específica, qual seja, a que compromete a qualidade dos produtos transportados. Os diagramas e árvores de decisão foram aprimorados para contemplarem a nova falha e suprirem uma carência do método: a falta de previsão de planejamento de manutenções autônomas.

Essa carência foi suprida pelos pilares manutenção autônoma e treinamento contínuo advindos da MTP. Por sua vez, o método sozinho não prevê um planejamento de manutenção.

Da FMEA manteve-se na parte da análise do modo e do efeito da falha já contemplada na MCC.

Do APPCC foi utilizada a estrutura de análise de pontos críticos de controle para planejar a manutenção pró-ativa das falhas, que comprometem a segurança alimentar, falhas, essas, identificadas na reestruturação da classificação da MCC.

A aplicação do modelo desenvolvido foi realizada em uma empresa com uma frota de aproximadamente 200 caminhões, em que o planejamento de manutenção era baseado apenas em informações do fabricante. A aplicação do modelo ocorreu nos sistemas de equipamento de refrigeração e carreta baú. Foram necessários 15 encontros de aproximadamente 3 horas cada para a aplicação do modelo.

A avaliação do método se deu pelo comparativo entre o planejamento antigo de manutenção da empresa e o planejamento proposto através da aplicação do modelo desenvolvido. Observou-se que, antes, no equipamento de refrigeração, havia 23 pontos de inspeção, todos a serem executados pela equipe de manutenção. Com a aplicação do modelo, esse número passou para 66 pontos, desses, 49 sob a responsabilidade da equipe de manutenção e 17 sob a responsabilidade do motorista.

Na carreta baú também houve melhorias, dos 2 pontos previstos no planejamento de manutenção, passou-se para 15 pontos de inspeção, desses, 10 sob a responsabilidade da equipe de manutenção e 5 do motorista. Observou-se, ainda, que os pontos propostos pelo modelo de manutenção desenvolvido focam, basicamente, na garantia da qualidade dos produtos transportados, tanto para o sistema da carreta baú, quanto para o sistema do equipamento de refrigeração.

Como aspecto inovador, este trabalho destaca-se pela contribuição para o setor de planejamento de manutenção de caminhões de cargas frigorificadas, pois não há nada na literatura que trate, especificamente, deste assunto.

É importante destacar que o modelo desenvolvido busca planejar soluções pró-ativas para falhas de manutenção que comprometem a qualidade do produto transportado em equipamentos que, por vezes, não se encontram junto à equipe de manutenção. Considerando a situação-problema anteriormente destacada, acredita-se que o modelo proposto seja um modelo completo, pois coletou, em métodos modernos de manutenção, estratégias para cumprir normativas de segurança alimentar e está ao do alcance das empresas de transportes frigorificados.

Como sugestão para trabalhos futuros, do ponto de vista teórico, acredita-se que o trabalho possa servir de revisão bibliográfica acerca do assunto, contribuindo, assim, para um tema tão importante e carente de estudos como é o transporte de cargas frigorificadas. Acredita-se ainda que, novos estudos poderão ser desenvolvidos de forma a aplicar o modelo em outras empresas, bem como a análises de custos e viabilidade econômica do modelo poderão ser realizadas. Trabalhos complementares para análise qualitativa do modelo também poderão ser desenvolvidas.

Do ponto de vista prático, acredita-se que o modelo de planejamento de manutenção possa ser informatizado, facilitando, assim, a utilização nas empresas frotistas. Acredita-se, ainda, que, por se tratar de um tema que envolve a saúde pública, as normativas deveriam exigir esse controle de manutenção das empresas frotistas, por intermédio dos embarcadores de cargas.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Confiabilidade e Manutenibilidade - NBR 5462**. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Transporte de Produtos Alimentícios Refrigerados – Procedimentos e Critérios de Temperatura - NBR 14701**. Rio de Janeiro, 2001.

ABTF. **Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos**. 2009. Disponível em: <<http://cadeialogisticadofrio.blogspot.com/2009/11/transporte-de-produtos-frigorificados.html>>. Acesso em: 10 mai. 2011.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira de Transportes Frigoríficos. **Cadeia Logística do frio – Transporte de produtos frigorificados**. São Paulo, 2009b. Disponível em: <<http://cadeialogisticadofrio.blogspot.com/2009/11/transporte-de-produtos-frigorificados.html>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. Strategies and Success Factors for Overcoming Challenges in TPM Implementation in Indian Manufacturing Industry. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 14, p. 123-147, 2008.

ANTT. **Agência Nacional De Transportes Terrestres**. 2008. Disponível em: <http://www.antt.gov.br> . Acesso em: 28 jul. 2011.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Panorama do RNTRC**, Brasília, 2009.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Carga – RNTRC em números**. 2009b. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/rntrc\\_numeros/rntrc\\_emnumeros.asp](http://www.antt.gov.br/rntrc_numeros/rntrc_emnumeros.asp)>. Acessado em 15 de Novembro 2009.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Panorama do RNTRC**, Brasília, 2011.

ARAUJO, M. P.; MARTINS, R. S. Logística de transporte de cargas do agronegócio brasileiro: evidência para uma interpretação à luz da teoria dos custos de transação. In: **Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. Passo Fundo, 40, 2002.

ARESP. Associação da Restauração e Similares de Portugal. Código de Boas Práticas para o Transporte de Alimentos, 2006.

AZANZA, P. V. HACCP certification of food services in Philippine inter-island passenger vessels. **Food Control**. v. 17, p. 93–101, 2006.

BACKLUND, F.; AKERSTEN, P.A. RCM introduction: Process and requirements management aspects. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. p. 250-264, 2003.

BAIRD-PARKER, A. C. Use of HACCP by the chilled food industry. Butterworth-Heinemann Ltda. **Food Control**. p. 167-170, 1994.

BEN-DAYA, M. You may need RCM to enhance TPM implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. United Kingdom, p. 82-85, 2000.

BERGER, R. **Minimização do custo de transporte de madeira e eucalipto no estado de São Paulo**. 1975. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais Rurais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.

BORRÉ, M. H.; AGITO, N. **Operadores logísticos frigorificados**. Florianópolis: UFSC, 2005. (Grupos de estudos Logísticos – GELOG).

BRASIL. Ministério da Agricultura. RIISPOA. Regulamento da inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Decreto nº 30.691/1952**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf)>. Acesso em: 07 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria 1428, de 26 de Novembro de 1993. Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2 de dezembro de 1993. Disponível em: <<http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=661>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério de Estado da Agricultura e Abastecimento da Reforma Agrária. Portaria nº 711, de 1º de Novembro de 1995. Padronização dos Métodos de Elaboração de Produtos de Origem Animal no tocante às Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 03 de novembro de 1995.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1 de agosto de 1997. Disponível em: <<http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=100>>. Acesso em: 8 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº 40, de 20 de janeiro de 1998. Aprova o Manual de Procedimentos no Controle da Produção de Bebidas e Vinagres, em anexo, baseados nos princípios do Sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle – APPCC. **Diário Oficial da União**. Brasília, 21 de janeiro de 1998. Disponível em: <<http://www.ivegetal.com.br/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Referenciada/Portaria%20N%C2%BA%2040%20de%2020%20de%20janeiro%20de%201998.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº46, de 10 de Fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do serviço de inspeção federal - SIF, de acordo com o manual genérico de procedimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 16 de Março de 1998b. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1139>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. Portaria nº 210 de Novembro de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 de novembro de 1998c.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e Lista de verificação das

Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 06 de novembro de 2002, 16 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30691, de 29.03.52, alterado pelo decreto no 6385, de 27.02. 2008. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (R.I.I.S.P.O.A. 2008). **Diário Oficial da União**. Brasília, 2008.

CAPETTI, E. J. A Dinâmica do Processo de Aprendizagem Organizacional: o caminho para a construção de competências. In: SIMPEP, Estratégia e organizações, 11, 2004. Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/antiores.html>>. Acesso em: 15 set. 2010.

CARRIJO, J. R. S. **Administração Avançada**. Apostila, ITE, 2001.

CAC/RCP - **Código Internacional Recomendado de Práticas – Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos**. 1969, Rev. 4 – 2003. Codex Alimentarius. Programa Conjunto de Normas Alimentares da FAO/OMS. Versão Portuguesa. <http://www.codexalimentarius.net>

CEL, CENTRO DE ESTUDOS EM LOGÍSTICA; CNT, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Transporte de carga no Brasil: ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://coppe.ufrj.br>>. Acesso em: 1 jun. 2010.

CELAYA, C. et al. The HACCP system implementation in small businesses of Madrid's community. **Food Control**. v. 18, p. 1314–1321, 2007.

CHOMPU-INWAI, R.; TIPGUNTA, S.; SUNAWAN, A. Implementation of Total Productive Maintenance in Healthcare: a pilot study. In: **IEEE**. Melbourne (VIC), jun. 2008.

CNT. Confederação Nacional do Transportes. **Plano CNT de Logística**. Brasília, 2008.

DA SILVA, E.N. **Tecnologia avançada de carnes e derivados, contaminação e deterioração da carne**. Universidade Estadual de Campinas, 1999. (Notas de aula)

DAVIS, R. **Productivity improvements through TPM: the philosophy and application of total productive maintenance**. Great Britain: Prentice Hall International, 1995. (The manufacturing practitioner series).

DE BRITTO, T.M. **Metodologia da Manutenção Centrada em Confiabilidade aplicada a Pára-Raios de Alta Tensão**. 2006. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina; Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Florianópolis, 2006.

DRUMOND, M.R. **Manual do sistema de gerenciamento da Manutenção**. Companhia Vale do Rio Doce. Minas Gerais, 2004.

FERNANDES, J.M.R.; REBELATO, M.G. Proposta de um Método para Integração entre QFD e FMEA. **Gestão & Produção**. v. 13, n. 2, p. 245-259, 2006.

FIGUEIREDO, V.F.; COSTA NETO, P.L.O. Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos. **Gestão & Produção**. v. 8, n. 1, p. 100-111, 2001.

FOGLIATTO, F.S.; RIBEIRO, J.L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Elsevier, 2009.

FORE, S.; MUDAVANHU, T. Application of RCM for a chipping and sawing Mill. **Journal of Engineering**. Design and Technology. v. 9, n. 2, p. 204-226, 2011.

FRANCESCHINI, F; GALETTO, M. A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA. **International Journal of Production Research**, 2001.

FURTINI, L.L.R; ABREU, L.R. **Utilização de APPCC na indústria de alimentos**. Ciên. Agrot. Lavras, v. 30, n. 2, p. 358-363, mar./abr. 2006.

GARAYOA, R.; VITAS, A.I.; DÍEZ-LETURIA, M.; GARCÍA-JALÓN, I. Food safety and the contract catering companies: food handlers, facilities and HACCP evaluation. **Food Control**. n. 22, p. 2006-2012, 2011.

GILCHRIST, W. Modelling Failure Modes and Effects Analysis. **International Journal of Quality and Reliability Management**, 1993.

GILLING, S. J; TAYLOR, E. A; KANE, K; TAYLOR, J. Z. Successful hazard analysis critical control point implementation in the United Kingdom: understanding the barriers through the use of a behavioural adherence model. **Journal of Food Protection**, 2001.

GUEVARA, F. J. C; SOUZA G. F. M. RCM Application for Availability Improvement of Gas Turbines Used in Combined Cycle Power Stations. **IEEE - Latin America Translations**. v. 6, n. 5, p. 401-407, 2008.

GUIMARÃES JUNIOR, M.A.P. **Aplicação de HACCP e técnicas estatísticas em uma fábrica de farelo de soja**. 2003. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

IIR. Internacional Institute of Refrigeration. **Temperature indicators and time-temperature integrators**: 3rs informatory note on refrigeration and food. Paris, 2004.

JAMES, S. J. Food Refrigeration and Thermal Processing at Langford, UK: 32 Year of Research. **Institution of Chemical Engineers Trans IChemE**. v. 77, p. 261-280, 1999.

JOHNSTON, D. C. Measuring RCM Implementation. In: **Reliability and Maintainability Symposium**. Proceedings, 2002.

KENNEDY, Ross. **Examining The Processes of RCM and TPM** – what do they ultimately achieve and are the two approaches compatible? The plant Maintenance Resource Center. Austrália, 2002. Disponível em: <<http://www.plantmaintenance.com/articles?RCMvTPM.shtml>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

KHOLOPANE, P. A.; PRETORIUS, L.; STRAUSS, A. Some Effects of a Human Resources Strategy on Total Productive Manufacturing (TPM) improvement. **PICMET Proceedings**. USA PICMET – Oregon, 2007.

LEITENBERGER, E; RÖCKEN, W. HACCP in small bakeries. **Food Control**. 1998.

LIMA, R. S. TPM – Total Productive Maintenance – curso de formação de multiplicadores. **Advanced Consulting & Training**. Belo Horizonte, 2000.

LOPES, R.L.T. Dossiê Técnico: os sete princípios do APPCC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC. Minas Gerais: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2007.

MCKONE, K.E; ROGER, G.S; CUA, K.O. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management**. 2001.

MERCANTILA, A. **Guide to food transport: fruit and vegetables**. Copenhagen: [S.n], 1989.

MORADI, M; ABDOLLAHZADEH, M. R; VAKILI, A. **Effects of Implementing 5S on Total Productive Maintenance: a case in Iran**. IEEE. Bangkok, 2011.

MORAES, P.H.A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 91f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração) – Universidade de Taubaté. São Paulo, 2004.

MORTLOCK, M. P; PETERS, A. C; GRIYTH, C. J. Food Hygiene and HACCP in the United Kingdom food industry: practices, perceptions and attitudes. **Journal of Food Protection**. 1999.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered Maintenance**. New York: Industrial Press, 1997.

\_\_\_\_\_. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 2000.

\_\_\_\_\_. Twenty-first century maintenance organization: part I – the asset management model. **Maintenance Technology, Applied Technology Publications**. Barrington (IL), 2003.

NAKAIIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. Cambridge (MA): Productivity Press, 1988. (Translated into English from the original text published by the Japan Institute for Plant Maintenance, Tokyo, Japan, 1984).

\_\_\_\_\_. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. (Tradução Mário Nishimura)

NG, K. C.; GOH, G. G. G.; EZE, U. C. Critical Success Factors of Total Productive Maintenance Implementation: a review. **Proceedings of the 2011 IEEE IEEM**. p. 269-273, 2011.

NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F. Reliability-centered Maintenance. Technical Report AD/A066-579. **National Technical Information Service**. US Department of Commerce Springfield. Virginia, 1978.

OPRIME, P.C.; DONADONI, J.C.; MONSANTO, R.R. Estudo da operacionalização do processo de melhoria contínua na abordagem do TPM: um estudo de campo das empresas brasileiras. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção a Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão, 29. 2009. Salvador, **Anais...**, Salvador, 2009.

- ORRISS, G. D.; WHITEHEAD, A. J. Hazard analysis and critical control point (HACCP) as a part of an overall quality assurance system in international food trade. **Food Control**. n. 11, p. 345-351, 2000.
- PALADY, P. **Análise dos modos de falha e efeitos**: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. São Paulo: IMAM, 2007.
- PANISELLO, P. J; QUANTICK, P. C; KNOWLES, M. J. Towards the implementation of HACCP: results of a UK regional survey. **Food Control**. n. 10, 1999.
- PENROSE, H. W. RCM-Based Motor Management. **IEEE**. Indianapolis (IN), p. 187-190, 2005.
- POSSAMAI, R.J. **A Implantação da Metodologia TPM em um equipamento piloto na Adria Alimentos do Brasil Ltda**. 2002. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - URS, Porto Alegre, 2002.
- PUENTE, J et al.. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. **International Journal of Quality and Reliability Management**. v. 19, n. 2, 2001.
- RAGASA, C.; THORNSBURY, S.; BERNSTEN, R. Delisting from EU HACCP certification: analysis of the philippine seafood processing industry. *Food Policy*. v. 36, n. 5, 2011.
- RAMÍREZ, A; MARTÍN, J. Barriers for the developing and implementation of HACCP plans: results from a Spanish regional survey. **Food Control**. v. 14, n. 5, 2003.
- RAUSAND M; VATN J. Reliability Centered Maintenance. In: **C. G. Soares edito, Risk and Reliability in Marine Tecnology**. Balkema, Holland, 1998.
- RIGONI, E.; SILVA, J.C. Sistema Especialista de Apoio a Manutenção de Sistemas Automatizados. In: **Congresso Mundial de Manutenção e Congresso Brasileiro de Manutenção**, 2-19., Abraman, 2004.
- RIIS, J; LUXHOJ, J; THORSTEINSSON, U. A situational maintenance model. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 15, n. 4, 1997.
- ROBERTO, C.D.; BRANDÃO, S.C.C.; SILVA, C.A.B. Costs and investments of implementing and maintaining HACCP in a Pasteurized milk plant. **Food Control**. v. 17, p. 599-603, 2006.
- SHETTY, P. K.; RODRIGUES, L.R. Total Productive Maintenance of a Diesel Power Generating Unit of a Institution Campus. In: **International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET 2010)**, p. 68-71, 2010.
- SHIROSE, K. **TPM for Operators**. Portland (OR): Productivity Press, 1992.
- SMITH, A. M. **Reliability Centered Maintenance**. Boston: MCGraw-Hill, 1993.
- SRIKRISHNA, S; YADAVA G. S; P. N. **Reliability-centered maintenance applied to Power plant auxiliaries**. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. United Kingdom, v. 2, n. 1, p. 3-14, 1996.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA** from theory to execution. ASQC, Milwaukee: Quality Press, 2003.

SUZUKI, T. **New Directions for TPM**. Cambridge (MA): Productivity Press, 1992.

\_\_\_\_\_. **TPM in Process Industries**. Portland. (OR-EUA): Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda, 1999, 208 p.

TENG, S; HO, S. Failure mode and effects analysis – an integrated approach for product design and process control. **International Journal of Quality and Reliability Management**. v. 13, n. 5, 1995.

TSAROUHAS, P. Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 13, 2007.

VILAROUCA, M. G. Implementação de indicadores de desempenho na gestão da manutenção: uma aplicação no setor plástico. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 28., 2008.

VON RUCKERT, D.A.S. et al. Pontos críticos de controle de Salmonella spp. no abate de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 61, n. 2, abr. 2009.

WIREMAN, T. **Developing Performance Indicators for Managing Maintenance**. New York: Industrial Press, 1998.

WYREBSKI, J. **Manutenção produtiva total: um modelo adaptado**. 1997. 124f. (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy>>. Acesso em: 15 set. 2010.

XENOS, H. G. **Gerenciamento da Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998.

ZAIONS, D. R. **Manutenção Industrial com Enfoque na Manutenção Centrada em Confiabilidade**. 2003. 219f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2003.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A. SLIDES DA ETAPA DE TREINAMENTOS



# Treinamento 1



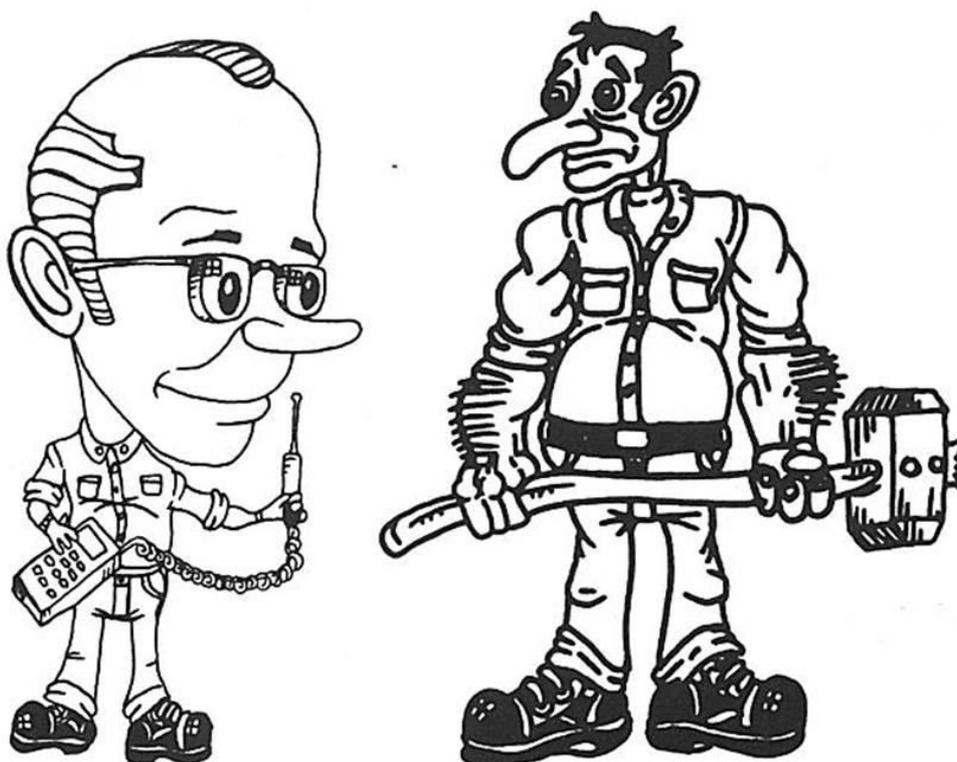
**Graciela Pelegrini**

Doutoranda em  
Eng. de Produção

## Objetivo do treinamento

- Divulgação do novo modelo de manutenção desenvolvido especificamente para caminhões transportadores de cargas refrigeradas.

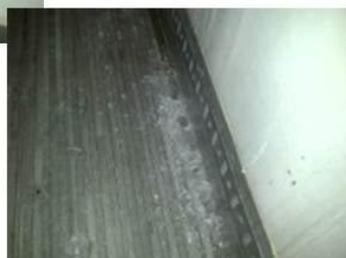
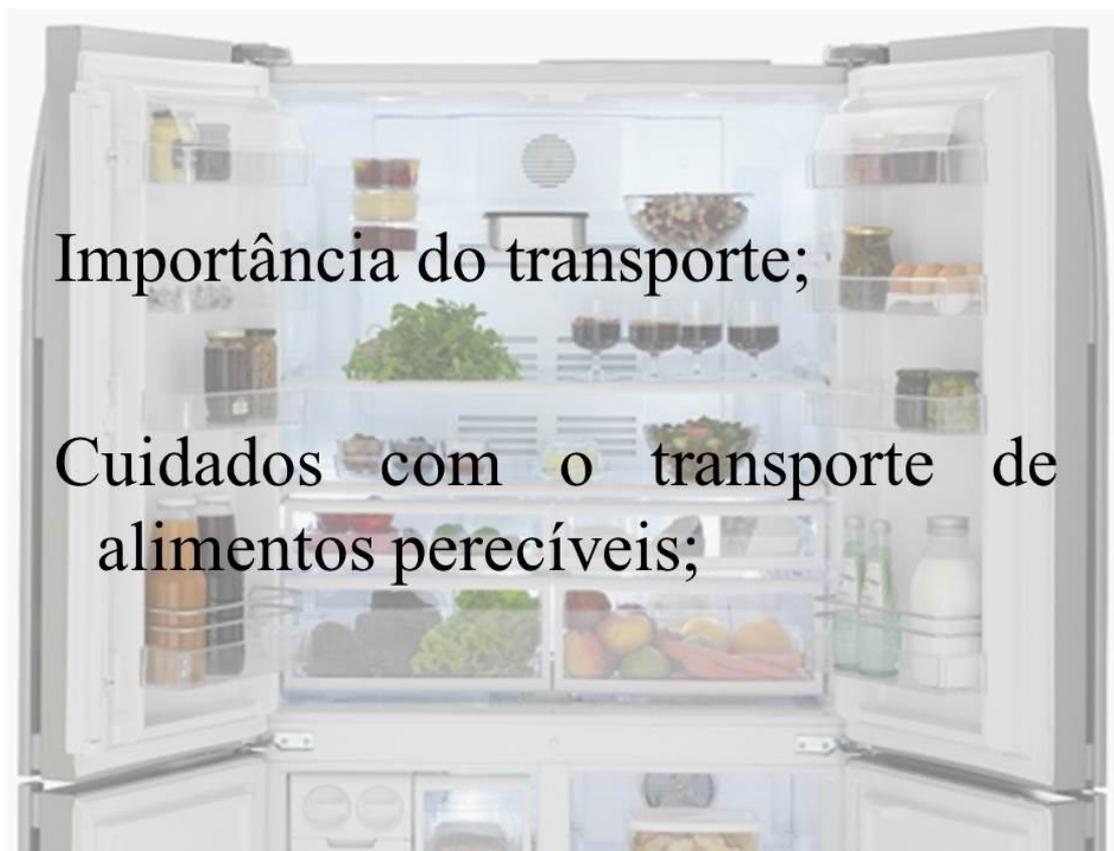




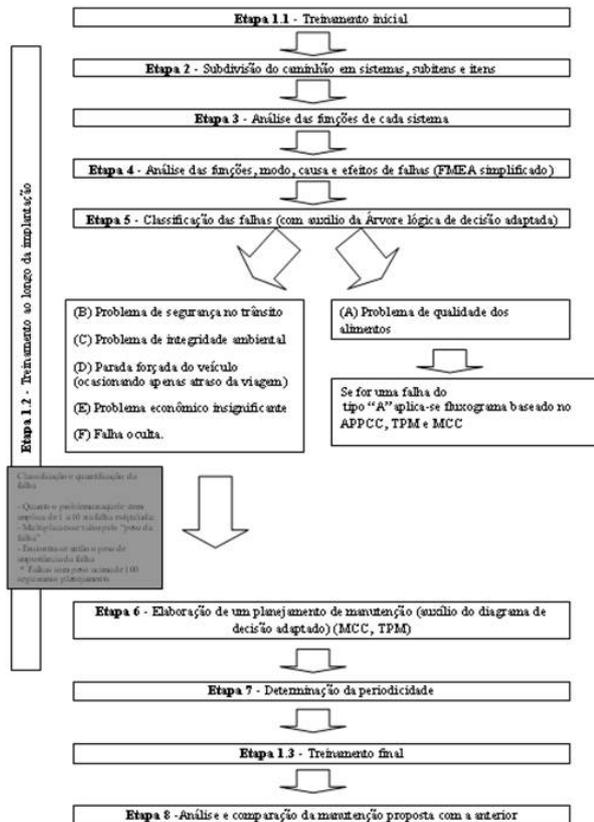
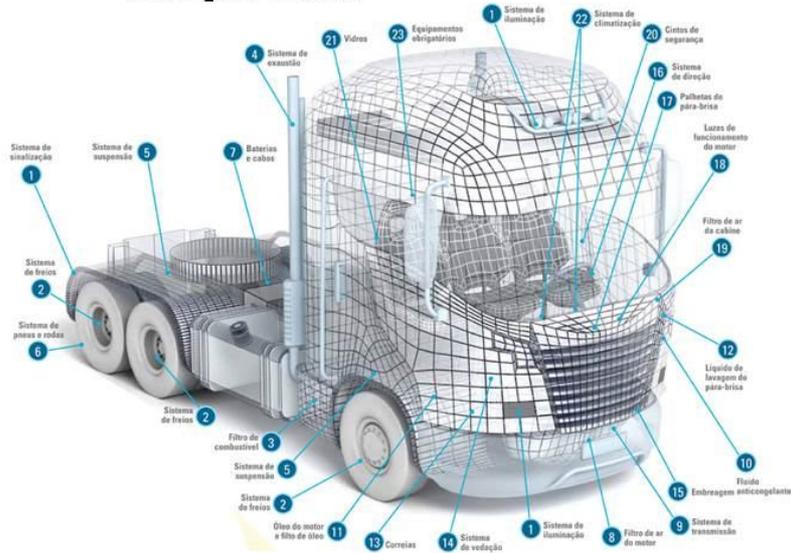
Kardec e Nacif (2003)

- Transporte de alimentos perecíveis;
- Importância de uma manutenção de excelência;
- Planejamento de manutenção.





# Etapas do modelo de gestão de manutenção a ser implantado na empresa.

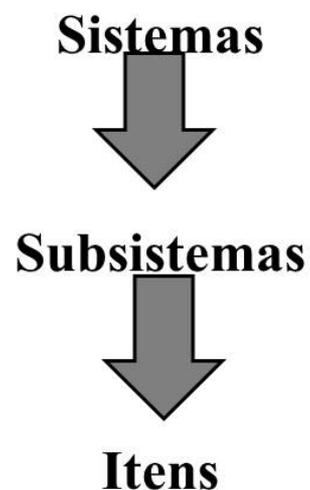


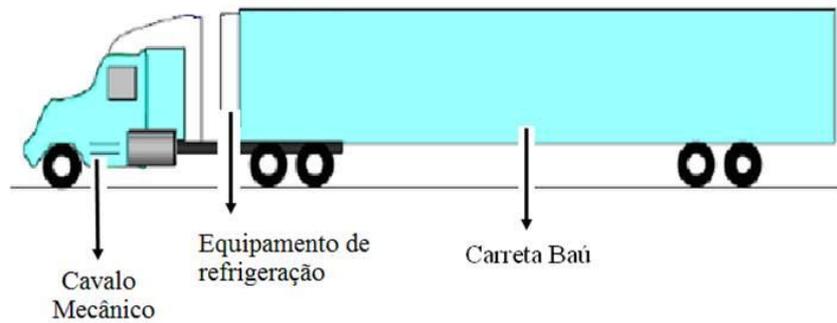
## **Etapa 1 – Treinamentos**

- 1.1 Treinamento inicial;
- 1.2 Treinamento ao longo da implantação;
- 
- 1.3 Treinamento final.

## **Etapa 2 – Subdivisão do caminhão em sistemas, subsistemas e itens**

- Subdivisão do caminhão em sistemas, subsistemas e itens;





Ex:

**Sistema:** Cavalo mecânico

**Subsistema:** Diferencial

**Itens:** Planetária

Rolamentos

Arruela de encosto

## Etapa 3 – Análise das funções e falhas funcionais de cada sistema

- Verificar qual a função do subsistema como um todo e a importância de cada item dentro dele,
- Compreendida a importância de cada item no subsistema e deste no sistema, direciona-se as discussões com vistas ao entendimento dos possíveis modos de falha em cada item, da sua causa, bem como, do efeito e da consequência dessa falha.
- Os apontamentos realizados servirão de base para classificar e quantificar cada uma das falhas verificadas.

## **Etapa 4 – Análise do modo, causa e efeitos das falhas**

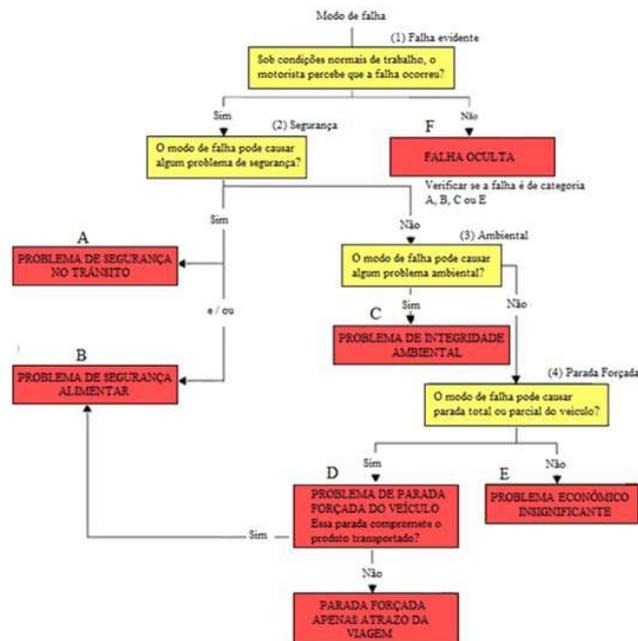
- O modo de falha descreve como o item pode falhar;
- A causa da falha descreve o que provoca a falha do item;
- E o efeito e consequência da falha descreve qual o efeito que a falha do item pode provocar no subsistema e/ou sistema, bem como qual a consequência desta falha.

## **Etapa 5 – Classificação e quantificação das falhas**

- A classificação das falhas se dá através de uma árvore lógica de decisão adaptada para classificação de falhas.
- Já a quantificação se dá em função da importância do modo de falha para o tipo de falha.

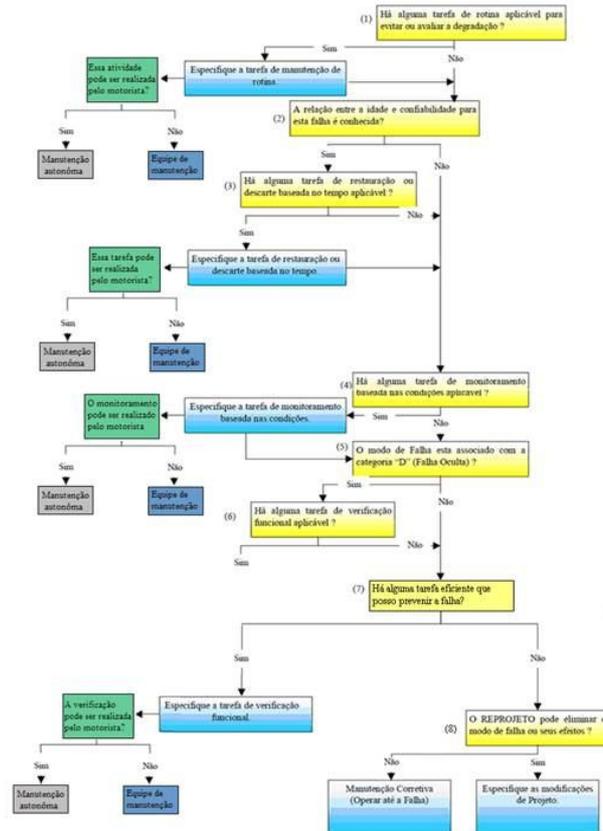
- (A) – Problema na qualidade dos alimentos;
- (B) – Problema de segurança no trânsito;
- (C) – Problema de integridade ambiental;
- (D) – Parada forçada do veículo (ocasionando apenas atraso da viagem);
- (E) – Problema econômico insignificante; e
- (F) – Falha oculta.

## Diagrama de classificação de falhas



## Etapa 6 - Planejamento das manutenções

- As falhas classificadas na etapa 5 como sendo do tipo A – Problemas de qualidade dos alimentos, são direcionadas para o planejamento de manutenção através da Tabela baseada no APPCC.
- Para falhas classificadas como sendo do tipo B, C, D, E ou F com valores de relação de importância superior a 100, são direcionadas para o planejamento de manutenção através do diagrama de decisão para elaboração do planejamento de manutenção, baseada na MCC e manutenção autônoma.



## Etapa 7 – Determinação da periodicidade

- Para a determinação da periodicidade das intervenções, será necessário comparar a periodicidade do planejamento antigo de manutenção com o planejamento proposto pelos manuais dos fabricantes, e análise de histórico de falhas

## Etapa 8 - Análise e comparação

- A etapa de análise e comparação é um momento para ser feito em dois períodos:

1° - Logo após concluído o novo modelo de manutenção; e

2° Após um tempo de para identificar melhorias originadas ou possíveis problemas ocasionados.

Quem deverá integrar a equipe para a implantação do modelo de gestão de manutenção na empresa???





**Obrigada!**

## APÊNDICE B. INTERPRETAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS

**Quadro 1 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema compressor**

Sistema: Equipamento de refrigeração Subsistema: Compressor			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Selo	Selo não veda	Ressecamento	Vazamento de gás
			Não refrigeração da carga
			Danos ao produto
		Desgaste natural	Vazamento de gás
			Não refrigeração da carga
			Danos ao produto
		Trabalho em alta pressão	Vazamento de gás
			Não refrigeração da carga
			Danos ao produto
Flexíveis de sucção	Vazamento do fluido refrigerante.	Ressecando	Vazamento de fluido refrigerante
			Não refrigeração da carga
			Danos ao produto
Correias	Desgaste	Desgaste natural	Parada total do compressor
		Correia muito tensionada	Desalinhamento do “ponto” do motor
			Parada total do motor
		Correia pouco tensionada	Equipamento “patina”
			Pode tirar o motor do ponto
			“Tranca” o motor podendo gerar uma parada total
Polias	Desgaste	Desgaste natural	Pode danificar a correia, gerando parada do equipamento de refrigeração

**Quadro 2 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema filtros**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema de filtros			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Filtro de ar	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do ar corretamente
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a passagem de ar	Aquecimento do equipamento
Filtro de diesel	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do diesel corretamente
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a circulação de diesel	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração
Filtro de lubrificantes	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do lubrificante corretamente
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a passagem de lubrificante	Provoca aquecimento e parada do motor Provoca atrito do motor

**Quadro 3 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema elétrico**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema elétrico			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Sensores	Não funcionamento dos sensores	Mau contato Sensores descalibrado Falha intrínseca	Não envia sinais de alarme de temperatura
	Funciona inadequadamente	Mau contato Sensores descalibrado Falha intrínseca	Envio incorreto de sinais de temperatura
	Fuga de corrente	Baixa isolamento Fiação desprotegida	Choque elétrico
Alternador	Não carregamento da bateria	Desgaste das escovas	Não armazenamento de energia na bateria
Motor de partida	Não funciona	Problemas nas escovas	Não liga o motor
		Desgaste natural devido ao grande número de arranques durante o dia	Não liga o motor
Painel de controle	Controlador queimado	Excesso de vezes que liga e desliga	Não controla mais a temperatura

	Curto circuito	Falta de isolamento	Choque elétrico
Bateria	Não fornece energia	Bateria descarregada	O equipamento não liga
		Mau contato	O equipamento não liga
		Perda da capacidade de armazenar energia devido ao desgaste natural	O equipamento não liga
	Fornecer energia abaixo do esperado	Falha de ajuste no retificador	O equipamento não liga
	Fuga de corrente	Falha na isolação	Choque elétrico
			Perda de carga
O equipamento não liga			
Problema de vazamento da bateria	Desgaste natural	O equipamento não liga	
Fusíveis	Queima	Problema no componente representado pelo fusível	Pode haver parada do sistema elétrico

**Quadro 4 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema arrefecimento**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema arrefecimento			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Radiador	Não circula água	Válvula termostática, com alguma obstrução devido à circulação de água suja	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Bomba d'água com alguma obstrução devido à circulação de água suja	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Aletas do radiador estão com alguma obstrução devido à circulação de água suja.	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Caneletas obstruídas	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Aletas amassadas	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Cebolão com defeito	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Falha na ventoinha	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento
		Apresentar vibração	Coxins estão danificados
	Suportes do coxim estão soltos		Vibração que pode danificar as conexões, provocando

			vazamento da água
	Vazamento no radiador	Furo no radiador	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor
	Mistura da água do radiador com óleo	Junta do cabeçote pode ter queimado	Perda da capacidade de refrigeração
	Água do radiador baixando nível	Vazamentos na tampa do radiador	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor
		Vazamento nas mangueiras Braçadeiras com pouco ou muito aperto	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor
		Radiador vazando junto à bomba d'água no selo ou bloco do motor	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor
	Radiador com corrosão	Uso incorreto de aditivos	Desgaste no radiador ocasionado vazamento da água e consequentemente superaquecimento
Bomba d'água	Não funciona	Travamento das buchas	Não consegue bombear água para refrigerar o motor provocando, assim, superaquecimento no motor
		Desgaste natural	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor
	Funcionamento inadequado	Desgaste natural	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor
		Empeno do rotor/eixo	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor
		Ar na linha de sucção	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor
		Filtro sujo	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor
		Alta circulação de impurezas	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Vazamento da água Não refrigeração do motor,

			ocasionando superaquecimento
Válvula termostática	Tranca o equipamento em função de desgaste natural.	Não acionar quando a temperatura chegar a 70°C	Desgaste a outros componentes
Tubulação e mangueiras	Vazamento	Ressecamento ou manutenção incorreta	Vazamento da água Não refrigeração do motor, ocasionando superaquecimento
Reservatório de água	Vazamento	Falta de água	Vazamento da água Não refrigeração do motor, ocasionando superaquecimento

**Quadro 5 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema lubrificação**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema de lubrificação			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Bomba de óleo lubrificante	Bomba não funciona	Problemas nas engrenagens	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor
		Desgaste natural	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor
	Funcionamento inadequado	Desgaste natural	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor
			Pressão de circulação desregulada
		Alta circulação de impurezas	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Baixa do nível do óleo provocando uma má lubrificação que leva ao superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor
Pescador	Não coleta lubrificante	O próprio trabalhar do óleo pode provocar um problema no pescador	Não circulação de lubrificante ocasionando superaquecimento
		Excesso de impurezas	Não circulação de lubrificante ocasionando

			superaquecimento
Cárter	Vazamento	Furo ou trinca	Vazamento de lubrificante Lubrificação incorreta, ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor

**Quadro 6 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema motor**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema de motor			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Cabeçote	Defeitos nas válvulas	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeitos nas molas	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeito nos dutos de admissão e escapamento	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
Bloco	Defeito no alojamento dos cilindros e virabrequim	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeitos nos dutos de circulação de água e óleo	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
Virabrequim	Defeitos no pistão	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeitos nos cilindros	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor

		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeitos nas bielas	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
	Defeitos no volante do motor	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor
		Superaquecimento	Parada do motor
Coxim do motor	Vibração	Coxim solto	Vibração que pode danificar os demais componentes ou “tirar o motor do ponto”
Pistão	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
		Fratura	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
Anéis	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
		Fratura	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
Plaquetas	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
		Fratura	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto

Camisa	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto
		Fratura	Danos a outros componentes
			Parada total do compressor
			Danos ao produto

**Quadro 7 – Apresentação da etapa 4 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema carcaça do equipamento**

Sistema: Equipamento de refrigeração			
Subsistema: Subsistema de carcaça do equipamento			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Carcaça	Trepidação no motor e compressor	Como o motor é fixo, com o andar do veículo acaba afrouxando	Quebra das mangueiras e flexíveis de gás
Termômetro	Não medir corretamente a temperatura	Não aferição	Danos ao produto

**Quadro 8 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema suspensão**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Suspensão			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Mola	Quebra de mola	Buracos, estradas ruins, quebra por fadiga.	Redução da resistência de impacto do veículo
	Folga do grampo das molas	Vibração	Redução da resistência de impacto do veículo;
Pino de balancera	Quebra do pino de balancera	Desgaste natural ou falta de lubrificação	Pode deixar o veículo pendido para um lado o que gera maior desgaste dos pneus
	Folga da bucha do balancin	Desgaste natural	Pode ocasionar quebra do pino de balancera
	Folga dos espaçadores dos balancins	Desgaste natural, vibração	Pode ocasionar quebra do pino de balancera

Tirante	Quebra do tirante	Quebra por impacto	Pode deixar o veículo pendido para um lado o que gera maior desgaste dos pneus
		Desgaste natural	Folga consequentemente quebra, podendo deixar o veículo pendido para um lado, ocasionando maior desgaste dos pneus

**Quadro 9 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema eixos**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Eixos			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Cubo	Falha no rolamento	Desgaste natural, falta de lubrificação	Ocasiona problema no cubo, superaquecendo desencadeando inclusive fogo
Eixo	Eixo pode entortar e até cair devido a algum buraco	Fadiga, desalinhamento	Desgaste de pneus
			Se o eixo cair pode até tombar o veículo
Rodas	Desalinhamento	Desgaste natural	Desgaste pneus
	Folga parafusos	Desgaste natural/ vibração	Vibração da roda

**Quadro 10 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema freios**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Subsistema de freios			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Tambor de freio	Desgastes e trincas	Desgaste natural	A roda específica fica sem freio
Lonas de freio	Quebra	Freada brusca	Pode vir a quebrar o patim a roda específica ficará sem freio
	Desgaste	Desgaste natural	A roda específica fica sem freio
Patim	Quebra	Devido à quebra da pastilha de freio	A roda específica fica sem freio
Molas	Pode quebrar ou se soltar	Desgaste natural	A roda específica não vai frear, pois a mola não aciona o ar comprimido

Válvula mestra	Trancar	Excesso de sujeira ou congelamento em viagens específicas	Trava todos os freios do caminhão
Quica de freio	Furo na quica	Desgaste natural	Isolamento da roda, a mesma não vai mais frear
Reservatório de ar comprimido	Queda de pressão, vazamento.	Desgaste natural	Não armazena o ar, travando, assim, todas as rodas

**Quadro 11 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema instalações pneumáticas**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Instalações pneumáticas			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Balão de ar	Furar ou estourar	Corrosão através de infiltração	Não erguerá o eixo
Grampo	Grampo estoura	Desgaste natural	Não erguerá o eixo

**Quadro 12 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema elétrico**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Instalações e componentes elétricos			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Fiação	Desgaste	Trepidação do veículo, mau uso por parte do motorista	Curto circuito, logo algum item vai falhar
Farol	Quebra	Desgaste natural ou ressecamento	Farol não funciona
			Pode ser multado
Lâmpadas	Queima de lâmpadas	Desgaste natural	Farol não funcional
			Pode ser multado

**Quadro 13 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema chassi**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Chassi			
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha
Chassi	Trinca no pescoço	Desgaste natural, uma marca específica apresenta maiores problemas	Quebra do chassi deixando o veículo pendido

**Quadro 14 – Apresentação da etapa 4 do sistema da carreta, subsistema**

Sistema: Carreta			
Subsistema: Caixa de carga do furgão frigorífico			
<b>Item físico</b>	<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>	<b>Efeito e consequência da falha</b>
Paredes do Baú	Infiltração	Defeito de fabricação	Perda da capacidade de refrigeração; Pode molhar a carga seca
Borrachas de isolamento do baú	Desgaste	Ressecamento	Infiltração pode molhar a carga seca
Túnel de frio	Trincas, quebras	Falha na hora do carregamento (carga enrosca no túnel)	Não distribuição do frio de maneira uniforme, temperatura incorreta na traseira do furgão

## APÊNDICE C. APRESENTAÇÃO DA ETAPA 4 ACRESCIDA DA ETAPA 5

**Quadro 1 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema compressor**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Compressor										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Selo	Selo não veda	Ressecamento	Vazamento de gás	X						
			Não refrigeração da carga	X						
			Danos ao produto	X						
		Desgaste natural	Vazamento de gás	X						
			Não refrigeração da carga	X						
			Danos ao produto	X						
		Trabalho em alta pressão	Vazamento de gás	X						
			Não refrigeração da carga	X						
			Danos ao produto	X						
Flexíveis de sucção	Vazamento do fluido refrigerante	Ressecamento	Vazamento de fluido refrigerante	X						
			Não refrigeração da carga	X						
			Danos ao produto	X						
Correias	Desgaste	Desgaste natural	Parada total do compressor	X						
			Correia muito tensionada	Desalinhamento do “ponto” do motor					10	100
		Parada total do motor		X						
		Correia pouco tensionada	Equipamento “patina”					10	100	
			Pode tirar o motor do ponto					10	100	
			“Tranca” o motor podendo gerar uma parada total	X						
Polias	Desgaste	Desgaste natural	Pode danificar a correia, gerando parada do equipamento de refrigeração	X						

**Quadro 2 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema filtros**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Subsistema de filtros										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Filtro de ar	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do ar corretamente			5				25
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a passagem de ar	Aquecimento do equipamento						10	100
Filtro de diesel	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do diesel corretamente			5				25
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a circulação de diesel	Interrupções momentâneas do equipamento de refrigeração	X						
Filtro de lubrificantes	Filtragem ineficaz	Desgaste natural	Não faz a filtragem do lubrificante corretamente			5				25
	Entupimento do filtro	Acúmulo de sujeira nos filtros dificultando a passagem de lubrificante	Provoca aquecimento e parada do motor	X						
			Provoca atrito do motor						10	100

**Quadro 3 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema elétrico**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Subsistema elétrico										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Sensores	Não funcionamento dos sensores	Mau contato Sensores descalibrados Falha intrínseca	Não envia sinais de alarme de temperatura	X						
	Funciona inadequadamente	Mau contato Sensores descalibrado Falha intrínseca;	Envio incorreto de sinais de temperatura						10	100
	Fuga de corrente	Baixa isolamento Fiação desprotegida	Choque elétrico				8			24
Alternador	Não carregamento da bateria	Desgaste das escovas	Não armazenamento de energia na bateria	X						
Motor de partida	Não funciona	Problemas nas escovas	Não liga o motor	X						
		Desgaste natural devido ao grande número de arranques durante o dia	Não liga o motor	X						
Painel de controle	Controlador queimado	Excesso de vezes que liga e desliga	Não controla mais a temperatura	X						
	Curto circuito	Falta de isolamento	Choque elétrico				8			24
Bateria	Não fornece energia	Bateria descarregada	O equipamento não liga	X						
		Mau contato	O equipamento não liga	X						
		Perda da capacidade de armazenar energia devido ao desgaste natural	O equipamento não liga	X						

	Fornece energia abaixo do esperado	Falha de ajuste no retificador	O equipamento não liga	X						
	Fuga de corrente	Falha na isolação	Choque elétrico			8			24	
Perda de carga					10			30		
O equipamento não liga			X							
	Problema de vazamento da bateria	Desgaste natural	O equipamento não liga	X						
Fusíveis	Queima	Problema no componente representado pelo fusível	Pode haver parada do sistema elétrico						10	100

**Quadro 4 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema arrefecimento**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Subsistema arrefecimento										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Radiador	Não circula água	Válvula termostática com alguma obstrução, devido à circulação de água suja	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
		Bomba d'água com alguma obstrução, devido à circulação de água suja	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
		Aletas do radiador estão com alguma obstrução, devido à circulação de água suja.	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
		Caneletas obstruídas	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						

		Aletas amassadas	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
		Cebolão com defeito	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
		Falha na ventoinha	Não refrigeração do motor ocasionando superaquecimento	X						
Apresentar vibração		Coxins estão danificados	Vibração que pode danificar as conexões, provocando vazamento da água	X						
		Suportes do coxim estão soltos	Vibração que pode danificar as conexões, provocando vazamento da água	X						
Vazamento no radiador		Furo no radiador	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor	X						
Mistura da água do radiador com óleo		Junta do cabeçote pode ter queimado	Perda da capacidade de refrigeração	X						
Água do radiador baixando nível		Vazando na tampa	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor	X						
		Vazamento nas mangueiras Braçadeiras com pouco ou muito aperto	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor	X						
		Radiador vazando junto a bomba d'água no	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor	X						

		selo ou bloco do motor								
	Radiador com corrosão	Uso incorreto de aditivos	Desgaste no radiador ocasionado vazamento da água e consequentemente superaquecimento	X						
Bomba d'água	Não funciona	Travamento das buchas	Não consegue bombear água para refrigerar o motor provocando, assim, superaquecimento no motor	X						
		Desgaste natural	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor	X						
	Funcionamento inadequado	Desgastes naturais	Vazamento da água do radiador que pode provocar superaquecimento do motor	X						
		Empeno do rotor\eixo	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor	X						
		Ar na linha de sucção	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor	X						
		Filtro sujo	Não bombeamento de água provocando, assim, superaquecimento no motor	X						
Alta circulação de impurezas	Não bombeamento de água provocando, assim,	X								

			superaquecimento no motor							
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Vazamento da água Não refrigeração do motor, ocasionando superaquecimento	X						
Válvula termostática	Trancar, desgaste natural.	Não acionar quando a temperatura chegar a 70°C	Desgaste a outros componentes						10	100
Tubulação e mangueiras	Vazamento	Ressecamento ou manutenção incorreta	Vazamento da água Não refrigeração do motor, ocasionando superaquecimento	X						
Reservatório de água	Vazamento	Falta de água	Vazamento da água Não refrigeração do motor, ocasionando superaquecimento	X						

**Quadro 5 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema lubrificação**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Subsistema de lubrificação										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Bomba de óleo lubrificante	Bomba não funciona	Problemas nas engrenagens	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor	X						
		Desgaste natural	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor	X						
	Funcionamento inadequado	Desgaste natural	Lubrificação incorreta ocasionando						10	100

			superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor								
			Pressão de circulação desregulada						10	100	
		Alta circulação de impurezas	Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor						10	100	
			Pressão de circulação desregulada						10	100	
	Vazamentos externos	Desgastes nas vedações	Baixa do nível do óleo provocando uma má lubrificação que leva ao superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor						10	100	
Pescador	Não coleta lubrificante	O próprio trabalhar do óleo pode gerar um problema no pescador	Não circulação de lubrificante ocasionando superaquecimento	X							
		Excesso de impurezas	Não circulação de lubrificante ocasionando superaquecimento	X							
Cárter	Vazamento	Furo ou trinca	Vazamento de lubrificante Lubrificação incorreta ocasionando superaquecimento, atrito e desgaste das peças do motor	X							

**Quadro 6 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema motor**

Sistema: Equipamento de refrigeração											
Subsistema: Subsistema de motor											
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha	
				A	B	C	D	E	F		
				10	10	5	3	1	10		
Cabeçote	Defeitos nas válvulas	Desgaste natural	Desalinhamento do “ponto do motor”					10			10

		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
	Defeitos nas molas	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
	Defeito nos dutos de admissão e escapamento	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
Bloco	Defeito no alojamento dos cilindros e virabrequim	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
	Defeitos nos dutos de circulação de água e óleo	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
Virabrequim	Defeitos no pistão	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
	Defeitos nos cilindros	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
	Defeitos nas bielas	Desgaste natural	Desalinhamento do "ponto do motor"					10		10	
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X							
		Superaquecimento	Parada do motor	X							
		Defeitos no	Desgaste natural	Desalinhamento					10		10

	volante do motor		do “ponto do motor”							
		Fadiga	Trincas, quebras e parada do motor	X						
		Superaquecimento	Parada do motor	X						
Coxim do motor	Vibração	Coxim solto	Vibração que pode danificar os demais componentes ou “tirar o motor do ponto”						10	100
Pistão	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
		Fratura;	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
Anéis	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
		Fratura	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
Plaquetas	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
		Fratura	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
Camisa	Quebra do componente	Desgaste natural	Danos a outros componentes						10	100
			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						
		Fratura	Danos a outros componentes						10	100

			Parada total do compressor	X						
			Danos ao produto	X						

**Quadro 7 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema de equipamento de refrigeração, subsistema carcaça do equipamento**

Sistema: Equipamento de refrigeração										
Subsistema: Subsistema de carcaça do equipamento										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Carcaça	Trepidação no motor e compressor	Como o motor é fixo, com o andar do veículo acaba afrouxando	Quebra das mangueiras e flexíveis de gás						10	100
Termômetro	Não medir corretamente a temperatura	Não aferição	Danos ao produto	X						

**Quadro 8 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema suspensão**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Suspensão										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Mola	Quebra de mola	Buracos, estradas ruins, quebra por fadiga	Diminui a resistência de impacto do veículo					10		10
	Folga do grampo das molas	Vibração	Diminui a resistência de impacto do veículo					10		10
Pino de balancera	Quebra do pino de balancera	Desgaste natural ou falta de lubrificação	Pode deixar o veículo pendido para um lado o que gera maior desgaste dos pneus					10		10
	Folga da bucha do balancin	Desgaste natural	Pode ocasionar quebra do pino de balancera					10		10
	Folga dos espaçadores dos balancins	Desgaste natural, vibração	Pode ocasionar quebra do pino de balancera					10		10
Tirante	Quebra do tirante	Quebra por impacto	Pode deixar o veículo pendido para um lado o que gera maior desgaste dos pneus					10		10
		Desgaste natural	Pode deixar o veículo pendido para um lado o que gera maior desgaste dos pneus					10		10

**Quadro 9 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema eixos**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Eixos										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Cubo	Falha no rolamento	Desgaste natural, falta de lubrificação	Ocasional problema no cubo, superaquecendo desencadeando inclusive fogo				10			30
Eixo	Eixo pode entortar e até cair devido a algum buraco	Fadiga, desalinhamento	Desgaste de pneus					10		10
			Se o eixo cair pode até tombar o veículo		10					100
Rodas	Desalinhamento	Desgaste natural	Desgaste pneus					10		10
	Folga parafusos	Desgaste natural/vibração	Vibração da roda		10					100

**Quadro 10 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema freios**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Subsistema de freios										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Tambor de freio	Desgastes e trincas	Desgaste natural	A roda específica fica sem freio		8					80
Lonas de freio	Quebra	Freada brusca	Pode vir a quebrar o patim A roda específica ficará sem freio		8					80
	Desgaste	Desgaste natural	A roda específica fica sem freio		8					80
Patim	Quebra	Devido à quebra da pastilha de freio	A roda específica fica sem freio		8					80
Molas	Pode quebrar ou se soltar	Desgaste natural	A roda específica não vai frear, pois a mola não aciona o ar comprimido		8					80
Válvula mestra	Trancar	Excesso de sujeira ou congelamento em viagens específicas	Trava todos os freios do caminhão		10					100
Quica de freio	Furo na quica	Desgaste natural	Isolamento da roda, a mesma não vai mais		8					80

			frear							
Reservatório de ar comprimido	Queda de pressão, vazamento	Desgaste natural	Não armazena o ar, travando, assim, todas as rodas		10					100

**Quadro 11 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema instalações pneumáticas**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Instalações pneumáticas										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Balão de ar	Furar ou estourar	Corrosão por meio de infiltração	Não erguerá o eixo					10		10
Grampo	Grampo estoura	Desgaste natural	Não erguerá o eixo					10		10

**Quadro 12 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema elétrico**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Instalações e componentes elétricos										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Fiação	Desgaste	Trepidação do veículo, mau uso por parte do motorista	Curto circuito, logo algum item deixará de funcionar						10	100
Farol	Quebra	Desgaste natural ou ressecamento	Farol não funciona		8					80
			Poderá ser multado					10		10
Lâmpadas	Queima de lâmpadas	Desgaste natural	Farol não funcional		8					80
			Poderá ser multado					10		10

**Quadro 13 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema chassi**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Chassi										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Chassi	Trinca no pescoço	Desgaste natural, uma marca específica apresenta maiores problemas	Quebra do chassi deixando o veículo pendido				8	10		24+10=34

**Quadro 14 – Reapresentação da etapa 4 e acréscimo da etapa 5 do sistema da carreta, subsistema**

Sistema: Carreta										
Subsistema: Caixa de carga do furgão frigorífico										
Item físico	Modo de falha	Causa da falha	Efeito e consequência da falha	Classificação da falha						Relação de importância do item com a falha
				A	B	C	D	E	F	
				10	10	5	3	1	10	
Paredes do Baú	Infiltração	Defeito de fabricação	Perda da capacidade de refrigeração; Pode molhar a carga seca	X						
Borrachas de isolamento do baú	Desgaste	Ressecamento	Infiltração pode molhar a carga seca	X						
Túnel de frio	Trincas, quebras	Falha na hora do carregamento (carga enrosca no túnel)	Não distribuição do frio de maneira uniforme, temperatura incorreta na traseira do furgão	X						

## APÊNDICE D. APRESENTAÇÃO DA ETAPA 6 – PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES

### Quadro 1 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Selo (compressor)

<p><b>Sistema:</b> Equipamento de refrigeração  <b>Subsistema:</b> Compressor  <b>Item:</b> Selo</p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Vedação incorreta em função de:  Ressecamento  Desgaste natural  Trabalho em alta pressão  - Provocando:  Vazamento de gás  Não refrigeração correta, podendo ocasionar danos ao produto</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Troca do selo a cada 10000 horas (TermoKing)  - Troca do selo a cada 7000 horas (Carrier)</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Indicação de vazamento de gás</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Inspeção visual, buscando identificar vazamento de cor amarelada (indica vazamento de gás)</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Verificar se o vazamento é de óleo ou de gás. Se for vazamento de óleo há a possibilidade de esperar o veículo retornar para a sede da empresa, se for vazamento de gás, o veículo deve dirigir-se imediatamente para uma concessionária/oficina mais próxima para substituição do selo</p>

**Quadro 2 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Flexíveis de sucção (compressor)**

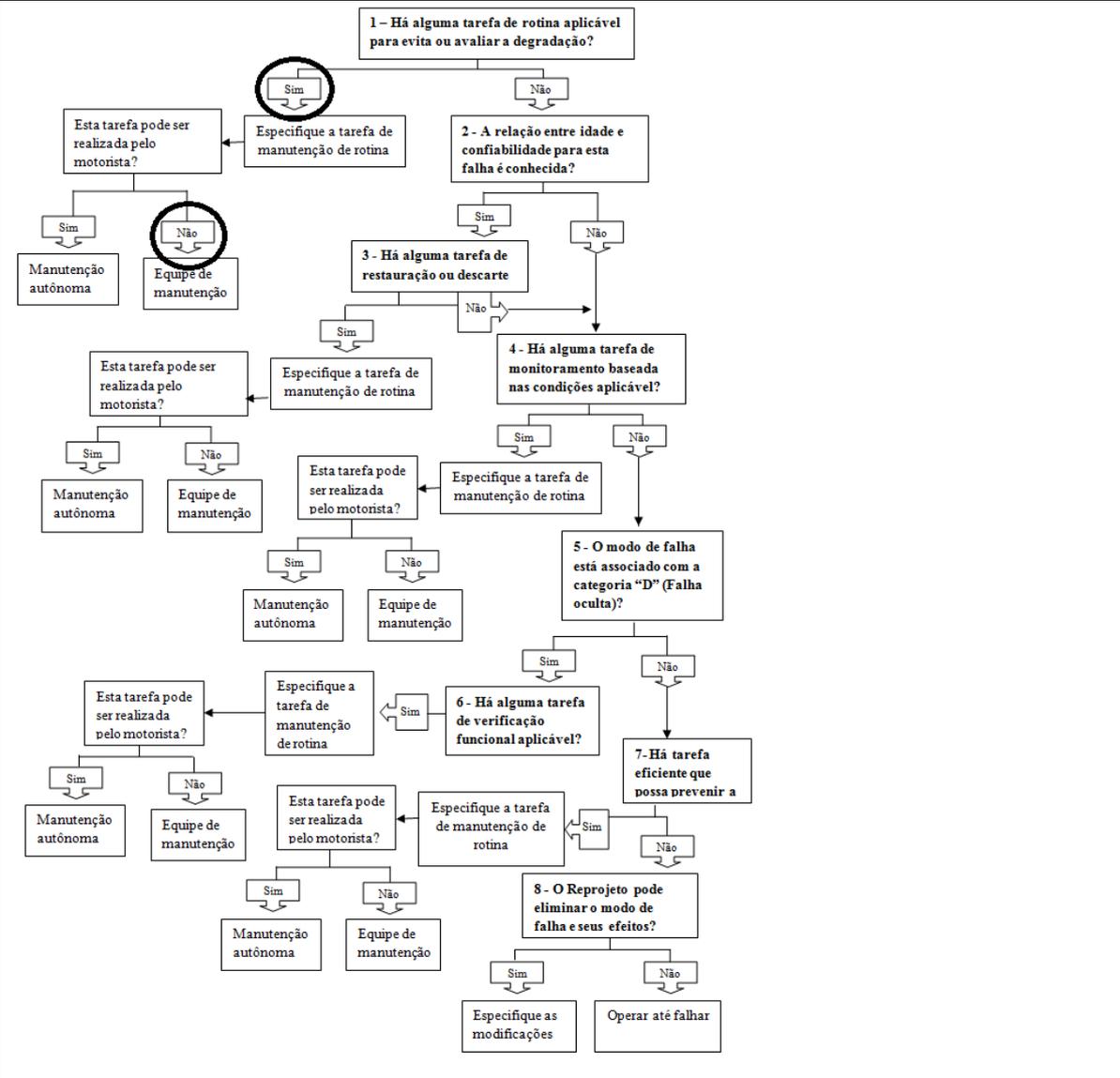
<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Compressor</b>  <b>Item: Flexíveis de sucção</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Vazamento de fluido refrigerante em função de:  Ressecamento e trincas  - Ocasionalmente:  Não refrigeração, podendo provocar danos aos produtos transportados</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Evitar a vibração do motor  - Inspeção visual das condições dos flexíveis de sucção</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Vibração excessiva  - Qualquer indicação de vazamento de gás</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Controlar vibração</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar os flexíveis de sucção</p>

**Quadro 3 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Correias e polias (compressor)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Compressor</b>  <b>Item: Correias/ Polias</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Desgaste das correias em função de:  Desgaste natural  Correia muito tensionada  Correia pouco tensionada  - Desgaste das polias em função de:  - Desgaste natural  - Podendo ocasionar  Parada total do equipamento gerando danos ao produto</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Inspeção visual das condições das correias e polias  - Troca das correias e polias a cada 1000 horas</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Excesso de folga ou de tensionamento das correias</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Inspeção visual</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojetos: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar as correias e polias</p>

**Quadro 4 - Planejamento da manutenção de falhas nas correias e polias do compressor do equipamento de refrigeração**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**  
**Subsistema: Compressor**  
**Item: Correias**



<b>Especificação da Tarefa de manutenção de rotina</b>	<b>Responsável</b>	<b>Periodicidade</b>
Controlar tensionamento da correia	Equipe de manutenção	A cada 500 horas
Inspeção visual das correias	Equipe de manutenção	A cada 500 horas
Troca de correias	Equipe de manutenção	A cada 1000 horas

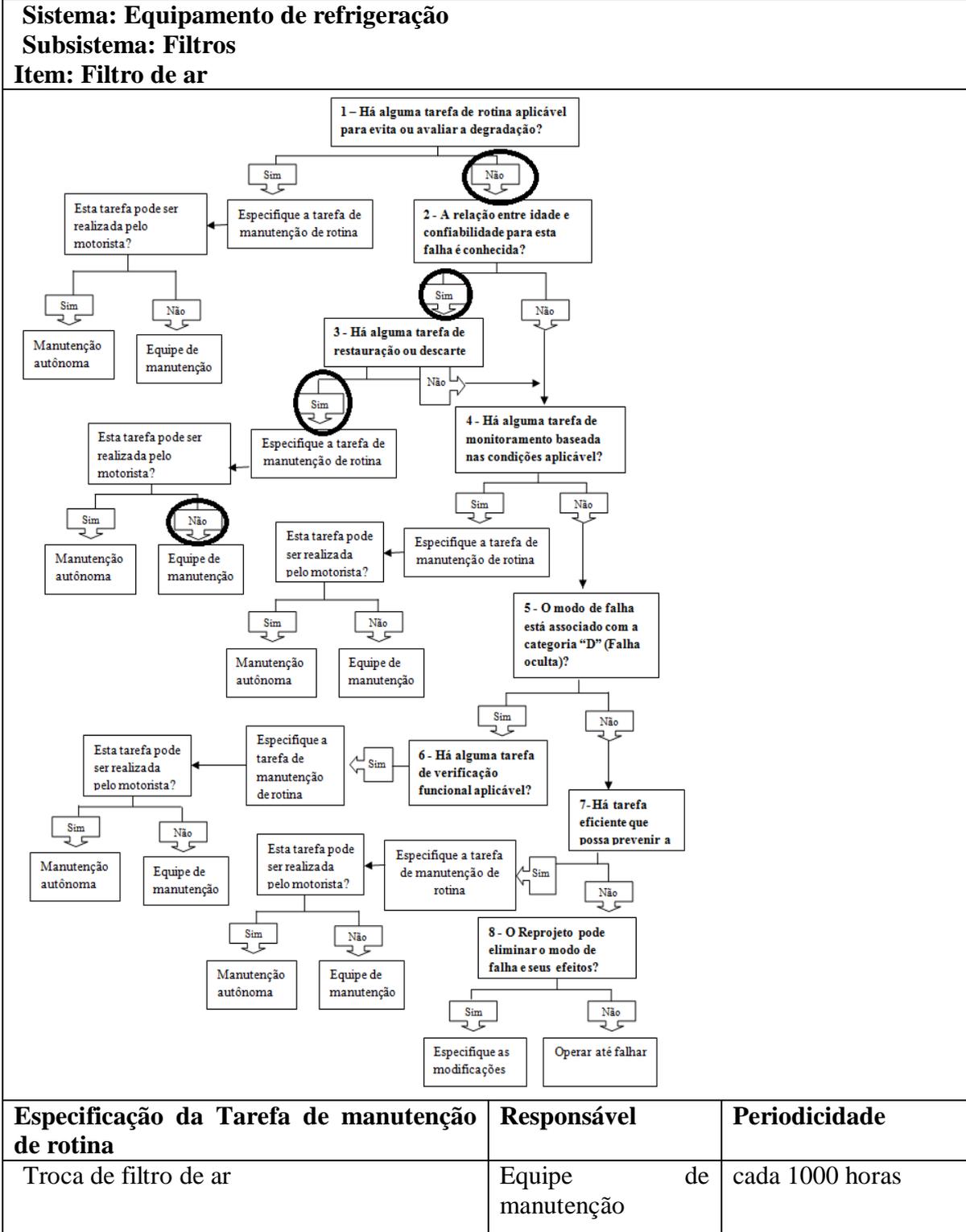
**Quadro 5 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Filtro Diesel (filtros)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Filtros</b>  <b>Item: Filtro Diesel</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Excesso de sujeira ou acúmulo de impurezas dificultando a passagem do diesel no motor, podendo ocasionar uma parada total do equipamento</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Troca do filtro do diesel a cada 1000 horas</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer tipo de dificuldade no funcionamento do equipamento</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Inspeção visual</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar o filtro de diesel</p>

**Quadro 6 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Filtro Lubrificante (filtros)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Filtros</b>  <b>Item: Filtro lubrificante</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Excesso de sujeira ou acúmulo de impurezas dificultando a passagem do lubrificante para o motor, podendo ocasionar uma parada total do equipamento</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Troca do filtro lubrificante a cada 1000 horas</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Controle de temperatura do motor, máximo de 88°C</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Inspeção visual</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar o filtro lubrificante</p>

**Quadro 7- Planejamento da manutenção de falhas no filtro de ar do equipamento de refrigeração**



**Quadro 8 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Sensores (elétrico)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Elétrico</b>  <b>Item: Sensores</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Sensores não funcionam em função de pane, mau contato ou algum tipo de falha nas conexões, conseqüentemente, não enviam mais sinais de temperatura ou enviam de forma incorreta</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Teste de função, denominado autoteste, pode ser feito pelo motorista antes de cada viagem, com o veículo ainda vazio  - Revisão a cada 1000 horas</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer sinal de alerta nos sensores ou irregularidade apresentada no autoteste</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Análise do autoteste</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para reparar a pane nos sensores</p>

**Quadro 9 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Alternador (elétrico)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Elétrico</b>  <b>Item: Alternador</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Não carregar a bateria, logo, o equipamento deixa de refrigerar corretamente</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Verificar as condições das escovas a cada 2000 horas  - Inspeção visual em todo o alternador a cada 3000 horas  - Revisão geral do alternador anualmente</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Bateria do equipamento apresentando dificuldades para carregar</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Monitoramento, caso a bateria não carregue corretamente</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar o alternador</p>

**Quadro 10 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Motor de partida (elétrico)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Elétrico</b>  <b>Item: Motor de partida</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - O equipamento não liga</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Revisão a cada 3000 horas ou a cada 2 anos</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Equipamento apresentando dificuldades para ligar</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Monitoramento, caso o motor apresente dificuldade para ligar</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar o motor de partida</p>

**Quadro 11– Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Painel elétrico / painel de controle (elétrico)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Elétrico</b>  <b>Item: Painel elétrico / painel de controle</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - A placa, ou o painel de controle, podem entrar em curto com a rede e não controlar mais os sensores de temperatura</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Fabricante recomenda a troca da placa a cada 5000 horas  - Realização do autoteste a cada viagem</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer sinal de irregularidade no autoteste ou nos sensores</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Análise do autoteste</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar a placa;  Motorista, mediante orientação, troca um fusível</p>

**Quadro 12 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bateria (elétrico)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Elétrico**

**Item: Bateria**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Não fornecer mais energia para o equipamento ou fornecer energia insuficiente, podendo levar o equipamento a uma parada ou refrigeração incorreta

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Verificar terminais a cada 2000 horas  
 - Verificar nível do fluido da bateria a cada 2000 horas  
 - Substituição da bateria anualmente

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Monitoramento, caso o motor apresente dificuldade para ligar

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Equipamento apresentando dificuldades para ligar

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

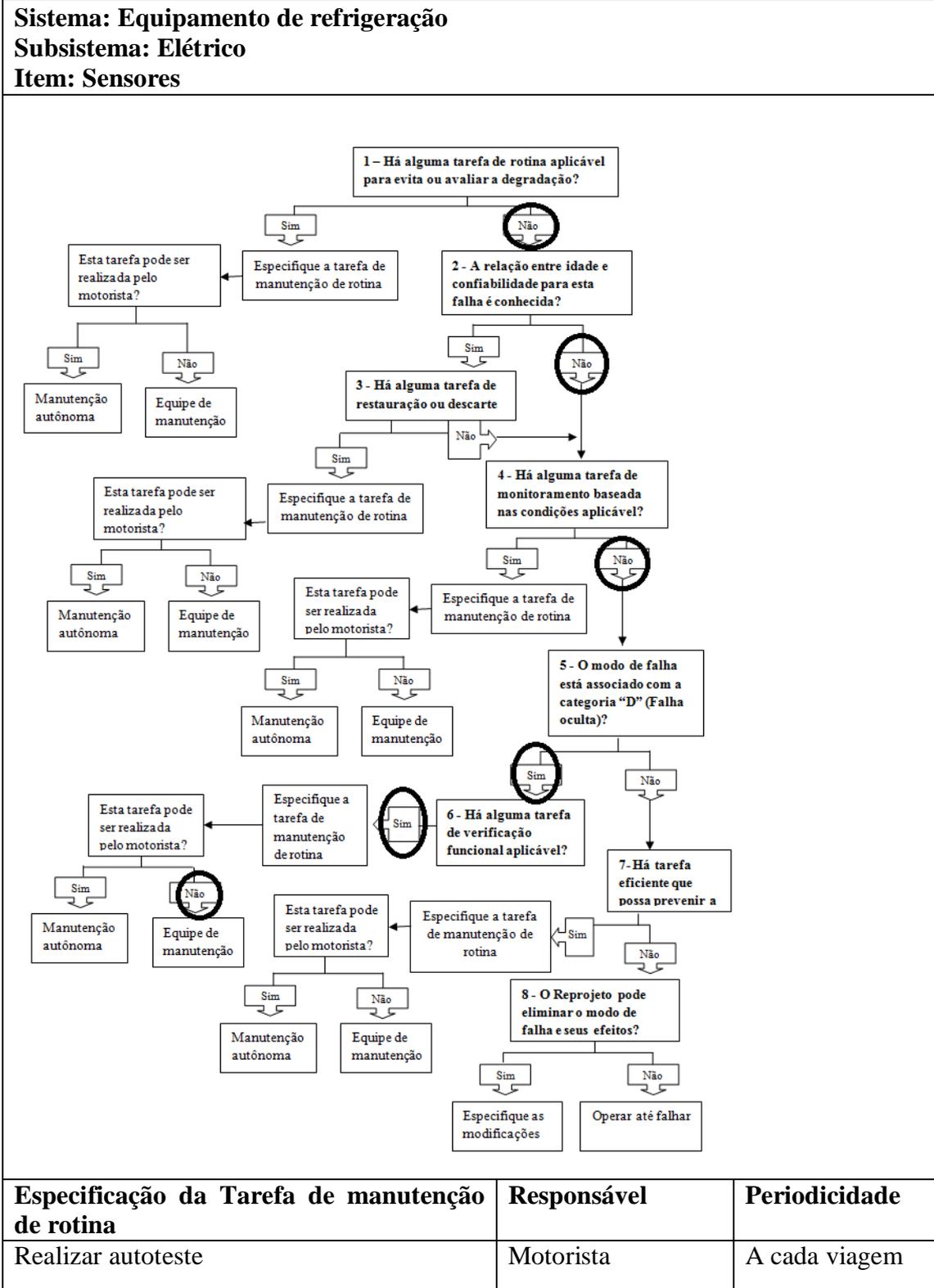
- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar a bateria

- Reprojeção:

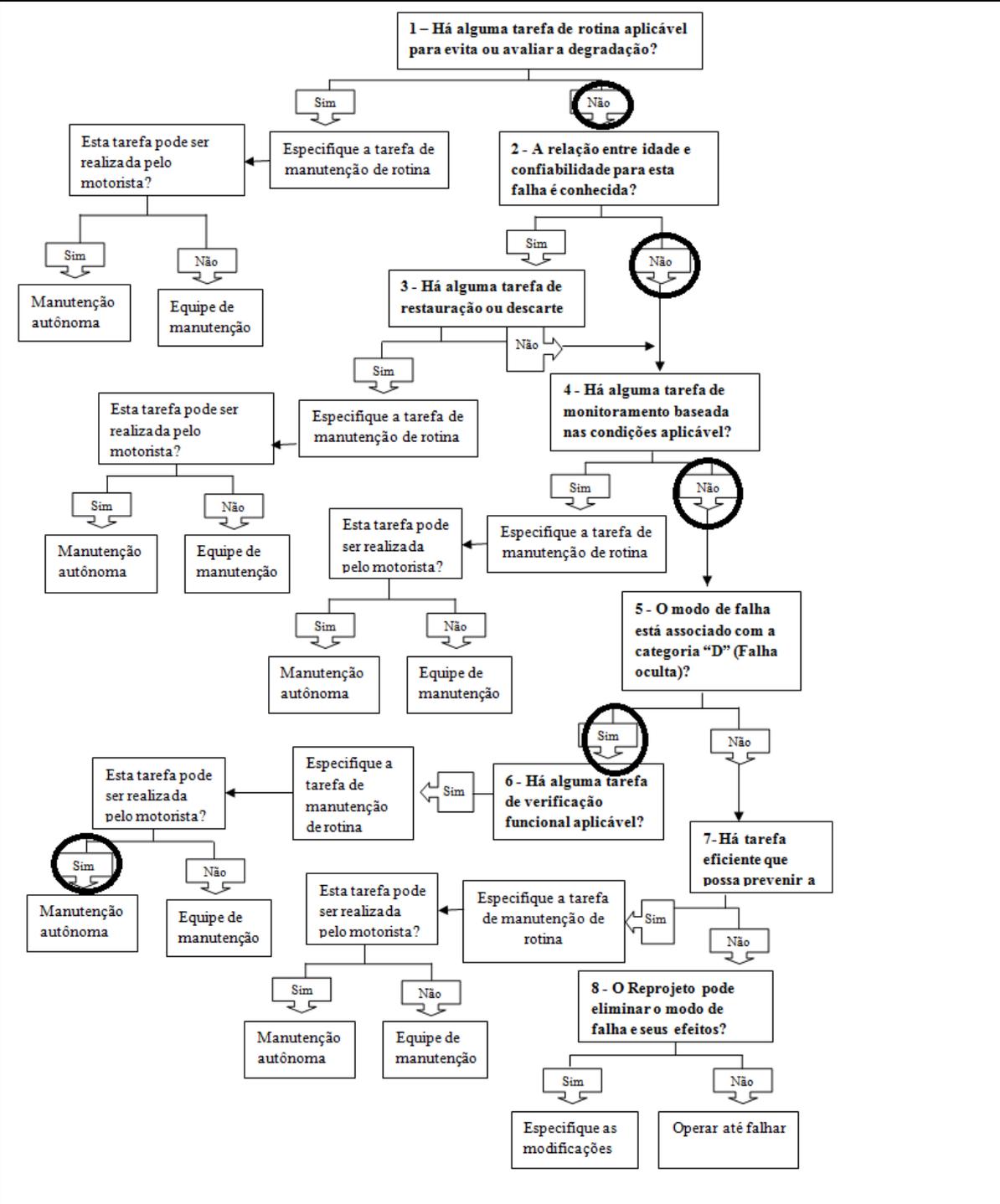
Implementar uma bateria extra em função de muitos equipamentos ligados

**Quadro 13 - Planejamento da manutenção de falhas nos sensores elétricos do equipamento de refrigeração**



**Quadro 14 - Planejamento da manutenção de falhas nos fusíveis do equipamento de refrigeração**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**  
**Subsistema: Elétrico**  
**Item: Fusíveis**



Especificação da Tarefa de manutenção de rotina	Responsável	Periodicidade
Realizar autoteste	Motorista	A cada viagem

**Quadro 15 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto– Equipamento de refrigeração: Radiador (arrefecimento)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Arrefecimento**

**Item: Radiador**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Um problema no radiador pode provocar um superaquecimento no motor do equipamento

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Verificar diariamente o nível de água no radiador (atividade realizada pelo motorista)
- A cada 2000 horas fazer a limpeza e inspeção visual do radiador, observando trincas ou vazamentos

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Algum tipo de mangueira obstruída
- Nível de água abaixo do mínimo necessário

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Inspeção visual
- Verificar vibração do radiador
- Manter nível da água
- Avaliar qualquer tipo de vazamento

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:  
Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para realizar uma solda ou a troca do radiador

**Quadro 16 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba d'água (arrefecimento)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Arrefecimento**

**Item: Bomba d'água**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Bomba d'água não consegue bombear a água necessária para o resfriamento, provocando um superaquecimento do motor

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- A cada 1000 horas, retira-se a bomba d'água para verificação das palhetas ou de possíveis vazamentos;  
- Verificar sistema de arrefecimento do motor a cada 1000 horas com um refratômetro.

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Qualquer sinal de aquecimento do motor  
- Controlar temperatura do motor, limite máximo de 88°C

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Motorista controla temperatura do motor do equipamento

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar a bomba d'água

- Reprojeção:

O equipamento da marca Carrier poderia sofrer modificações quanto aos sensores que indicam a temperatura do motor

**Quadro 17 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Mangueiras e tubulações (arrefecimento)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Arrefecimento**

**Item: Mangueiras e tubulações**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Ressecamento das mangueiras, provocando vazamento de água, o que pode resultar em um superaquecimento do motor

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual das mangueiras a cada 1000 horas, verificando possíveis vazamentos e trincas  
- Manter nível da água dentro dos limites

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Baixo nível da água  
- Superaquecimento do motor

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Nível da água

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar mangueiras ou tubulações com vazamento

**Quadro 18 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Reservatório de água (arrefecimento)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Arrefecimento**

**Item: Reservatório de água**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Vazamento, provocando um superaquecimento do motor.

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual do reservatório (possíveis vazamentos, trincas) a cada 1.000 horas;  
- Controlar nível da água

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Baixo nível da água  
- Superaquecimento do motor

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Nível da água

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar o reservatório de água

**Quadro 19 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Bomba de óleo (lubrificação)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Lubrificação</b>  <b>Item: Bomba de óleo</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Bomba de óleo não funciona, provocando um superaquecimento do motor</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Revisão da bomba de óleo a cada 15.000 horas para equipamentos da marca TermoKing, e a cada 8000 horas para equipamentos da marca Carrier</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Qualquer sinal de aquecimento no painel</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Nível do óleo do motor</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar a bomba de óleo</p>

**Quadro 20 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Pescador (lubrificação)**

<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Lubrificação</b>  <b>Item: Pescador</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - Não coleta lubrificante, ocasionando superaquecimento no motor</p>
<p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Revisão do pescador a cada 15000 horas para equipamentos da marca TermoKing, ea cada 8000 horas para equipamentos da marca Carrier</p>
<p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Limite máximo aceitável da temperatura: 88°C</p>
<p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Manter nível do óleo</p>
<p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar o pescador</p>

**Quadro 21 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Carter (lubrificação)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Lubrificação**

**Item: Carter**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Vazamento, furo ou trinca no Carter provocando um superaquecimento do motor.

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual do Carter (possíveis vazamentos, trincas) a cada 1.000 horas;  
 - Manter nível do óleo do Carter;  
 - Limpeza do respiro do Carter a cada 3.000 horas.

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Baixo nível do óleo do Carter.

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

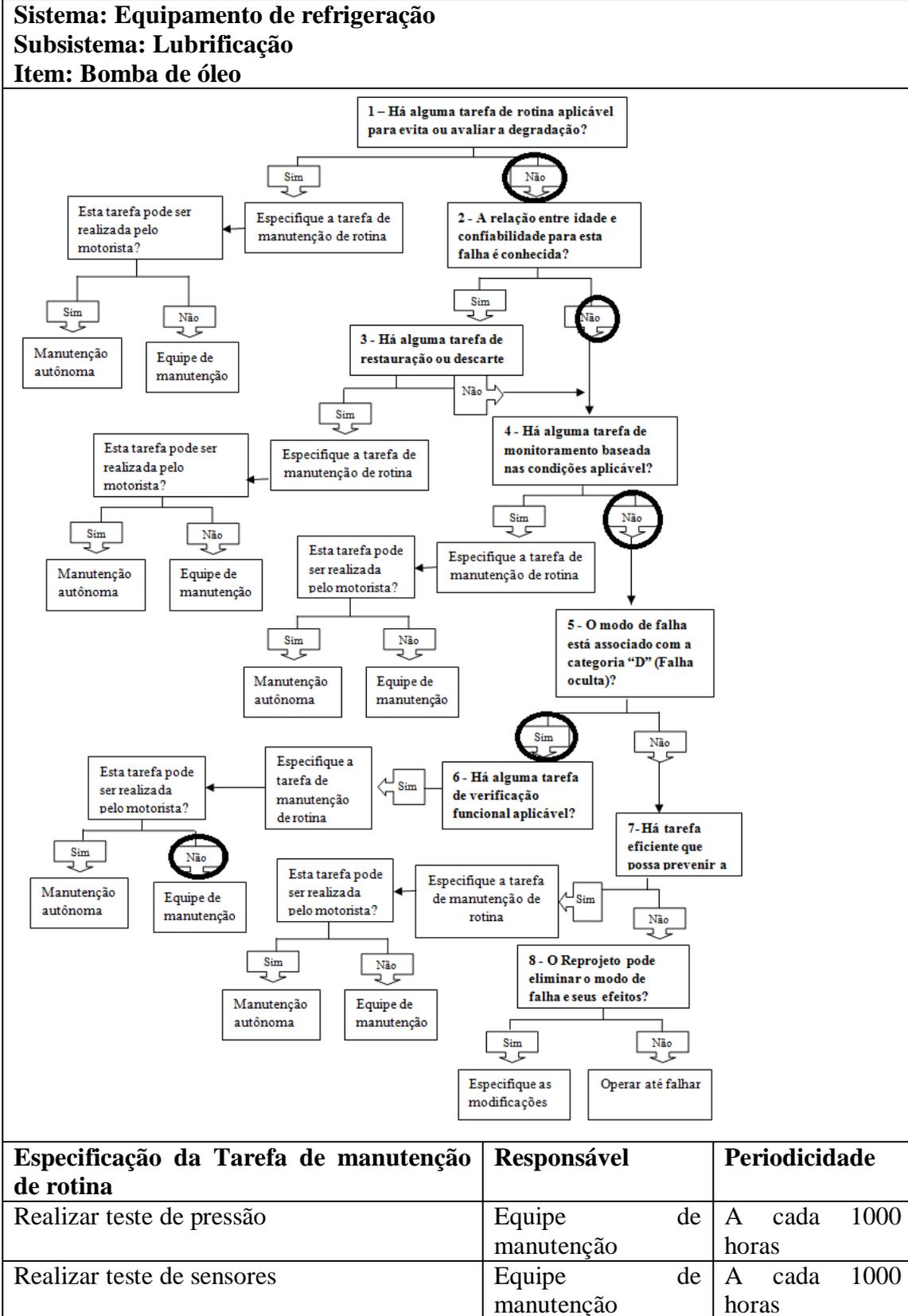
- Inspeção visual.

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou soldar o Carter.

**Quadro 22 - Planejamento da manutenção de falhas na bomba de óleo lubrificante do equipamento de refrigeração**



**Quadro 23 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Cabeçote/ Virabrequim/ Blocos/ Pistão/ Anéis/ Plaquetas/ Camisas (motor)**

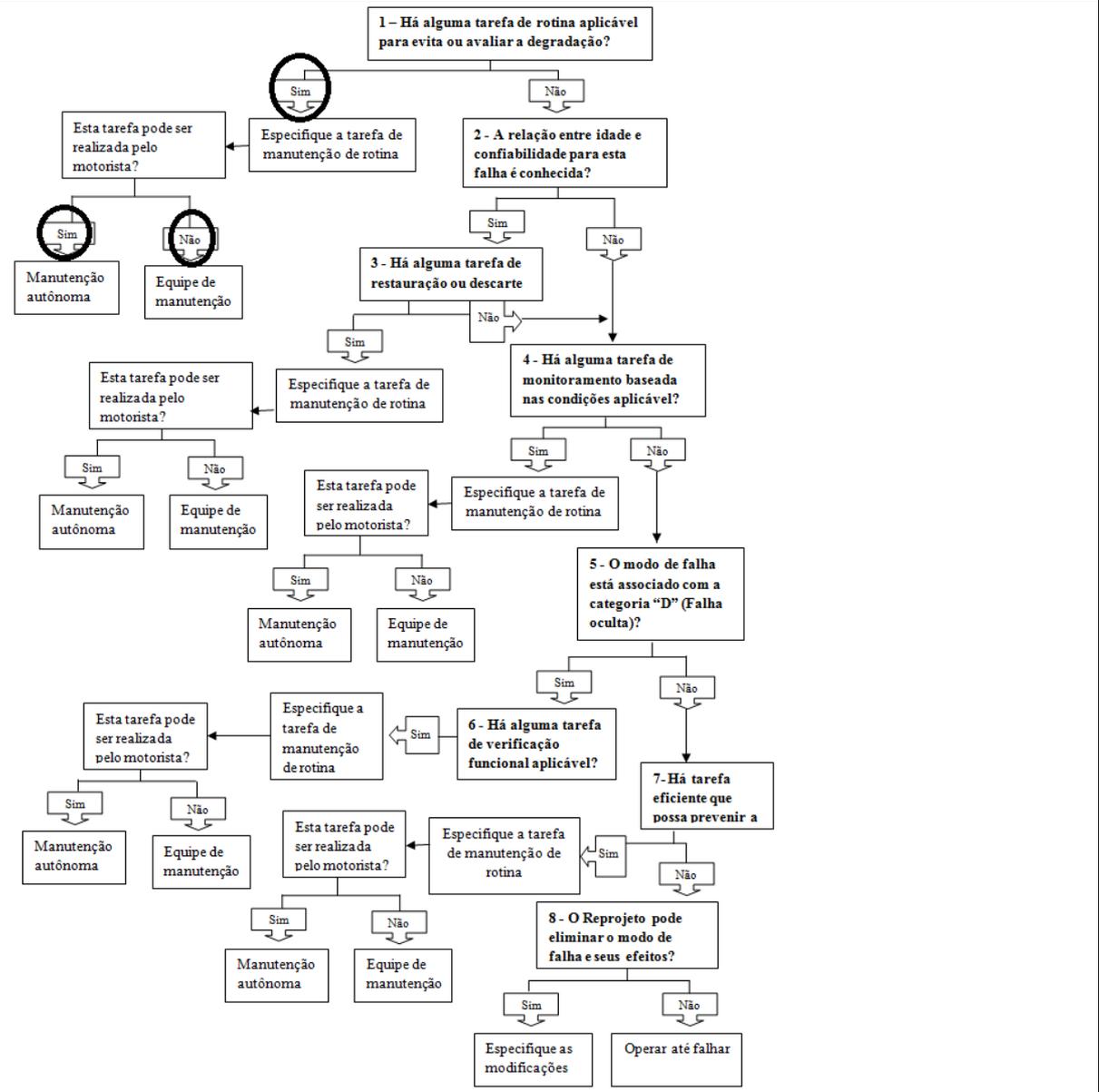
<p><b>Sistema: Equipamento de refrigeração</b>  <b>Subsistema: Motor</b>  <b>Item: Cabeçote/ Virabrequim/ Blocos/ Pistão/ Anéis/ Plaquetas/ Camisas</b></p>
<p><b>1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)</b>  - A quebra de algum dos componentes do motor ocorre em função de:  Desgaste natural  Fratura  - Ocasionalmente:  Danos a outros componentes  Parada do compressor, conseqüentemente, causando danos ao produto transportado</p> <p><b>2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)</b>  - Troca do óleo do motor a cada 2.000 horas  - Verificar rotação do motor a cada 2.000 horas  - Retífica completa a cada 8.000 horas para equipamentos da marca Carrier e a cada 15000 horas para equipamentos da marca TermoKing</p> <p><b>3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)</b>  - Superaquecimento do motor</p> <p><b>4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)</b>  - Manter temperatura abaixo de 88°C  - Controle de aquecimento, vibração e ruído  - Manter nível de óleo e água do motor</p> <p><b>5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeção: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)</b>  - Ação Corretiva:  Em função da região em que o veículo estiver, a realização da retífica do motor pode demorar, há casos em que é necessário enviar um segundo caminhão para troca do equipamento  - Reprojeção:  Carrier: só entra em alarme de aquecimento com mais de 100°C e só avisa depois que ferveu o cabeçote</p>

**Quadro 24 - Planejamento da manutenção de falhas no motor do compressor do equipamento de refrigeração**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Motor**

**Item: Pistão, virabrequim, anéis, plaquetas, camisa, cabeçote**



<b>Especificação da Tarefa de manutenção de rotina</b>	<b>Responsável</b>	<b>Periodicidade</b>
Controlar nível de óleo e água no motor	Motorista	Diariamente
Controlar vibração	Equipe de manutenção	A cada 1000 horas
Inspeção Visual	Equipe de manutenção	A cada 1000 horas
Retífica completa	Equipe de manutenção	A cada 15000 horas (Termo King) e 8000 horas (Carrier)

**Quadro 25 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Equipamento de refrigeração: Termômetro (carcaça)**

**Sistema: Equipamento de refrigeração**

**Subsistema: Carcaça**

**Item: Termômetro**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Não identificar corretamente a temperatura

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Aferição a cada 800 horas feita pelo técnico

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Qualquer tipo de medição incorreta de temperatura

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

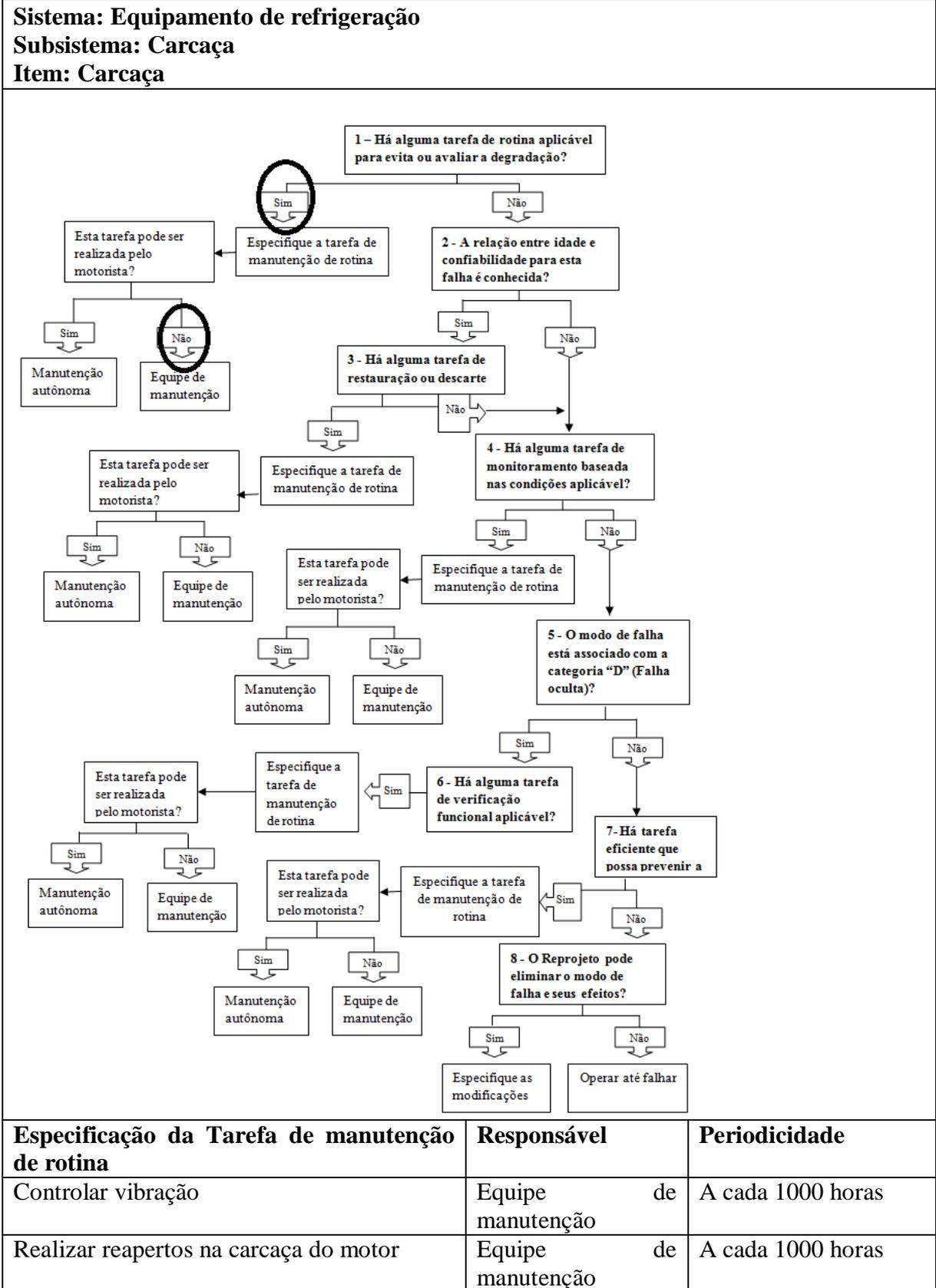
- Aferição

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Ação Corretiva:

Dirigir-se a uma concessionária/oficina mais próxima para trocar ou reparar o termômetro

**Quadro 26 - Planejamento da manutenção de falhas na carcaça do equipamento de refrigeração**



**Quadro 27 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Carreta Baú: Paredes de isolamento do baú (caixa de carga)**

**Sistema: Carreta Baú**

**Subsistema: Subsistema de caixa de carga**

**Item: Paredes de isolamento do baú**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Infiltração;
  - Defeitos de fabricação
- Ocasionalmente perda de capacidade de refrigeração e possibilidade de molhar a carga

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual das paredes do baú, identificando e corrigindo qualquer foco de infiltração

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Qualquer foco de infiltração

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Inspeção visual das paredes do baú, que devem estar em perfeitas condições

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Corrigir o foco de infiltração injetando silicone ou poliuretano até chegar a uma oficina/concessionária para resolver o problema definitivamente

**Quadro 28 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Carreta Baú: Borrachas de isolamento do baú (caixa de carga)**

**Sistema: Carreta Baú**

**Subsistema: Subsistema de caixa de carga**

**Item: Borrachas de isolamento do baú**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Desgaste
  - Ressecamento
- Ocasionalmente infiltração, perda de capacidade de refrigeração e possibilidade de molhar a carga

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual das borrachas, identificando e corrigindo ressecamento, desgaste ou qualquer foco de infiltração

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Qualquer foco de infiltração

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

- Inspeção visual das borrachas de isolamento do baú, que devem estar em perfeitas condições

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Dirigir-se a uma oficina/concessionária para resolver o problema

**Quadro 29 – Planejamento da manutenção para evitar falhas que possam comprometer o produto – Carreta Baú: Túnel de frio (caixa de carga)**

**Sistema: Carreta Baú**

**Subsistema: Subsistema de caixa de carga**

**Item: Túnel de frio**

**1. Identificação dos perigos: (Quais perigos podem ser gerados por essa falha?)**

- Trincas e quebras, não distribuindo o frio uniformemente dentro do baú

**2. Medidas preventivas: (Como prevenir a ocorrência dessa falha?)**

- Inspeção visual do túnel em todas as viagens antes do carregamento

**3. Estabelecimento dos limites críticos: (Quais são os limites aceitáveis para evitar que essa falha ocorra?)**

- Não distribuição do frio de maneira uniforme
- Temperatura incorreta na traseira do furgão

**4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento/verificação: (Quais são os procedimentos para monitorar ou verificar o item a fim de evitar que a falha ocorra?)**

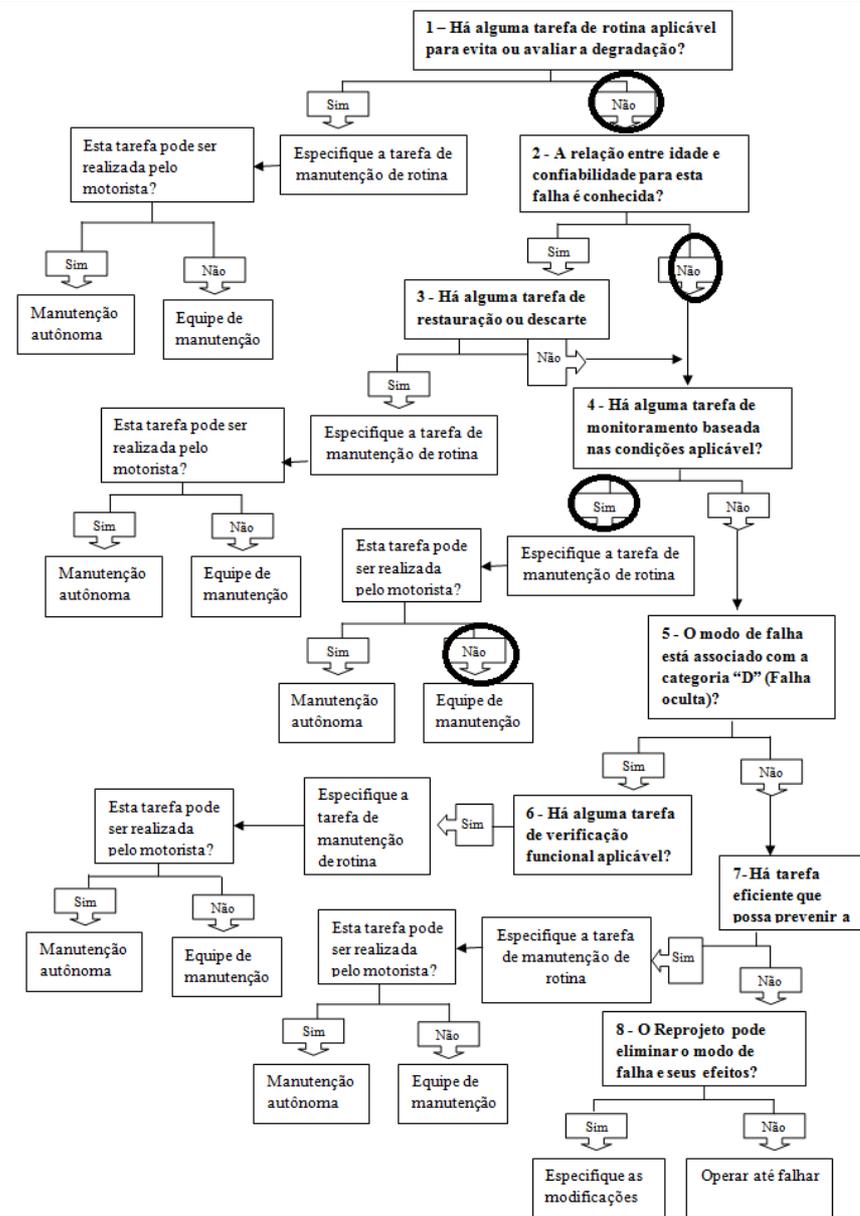
- Inspeção visual do túnel
- Atenção à temperatura interna do baú

**5. Estabelecimento de ações corretivas e ou de reprojeto: (Caso a falha aconteça, quais ações devem ser seguidas?)**

- Dirigir-se a uma oficina/ concessionária para reparar ou trocar o túnel

**Quadro 30 - Planejamento da manutenção de falhas no eixo da carreta baú**

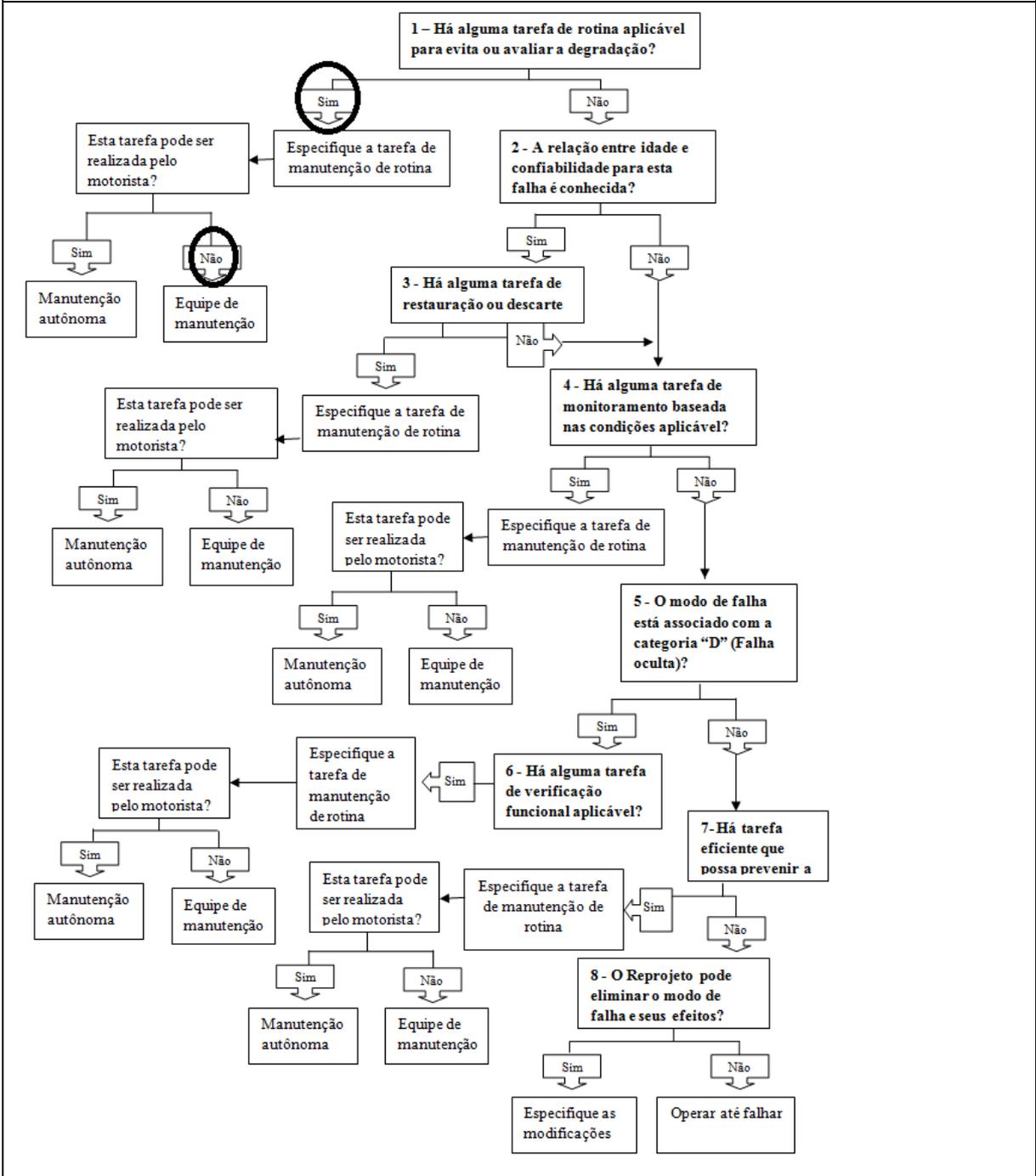
**Sistema: Carreta Baú**  
**Subsistema: Eixos**  
**Item: Eixo**



<b>Especificação da Tarefa de manutenção de rotina</b>	<b>Responsável</b>	<b>Periodicidade</b>
Inspeção visual buscando detectar possíveis trincas no eixo e ponta de eixo	Equipe de manutenção	de A cada 10000 km
Alinhamento	Equipe de manutenção	de A cada 10000 km
Cambagem	Equipe de manutenção	de A cada 10000 km

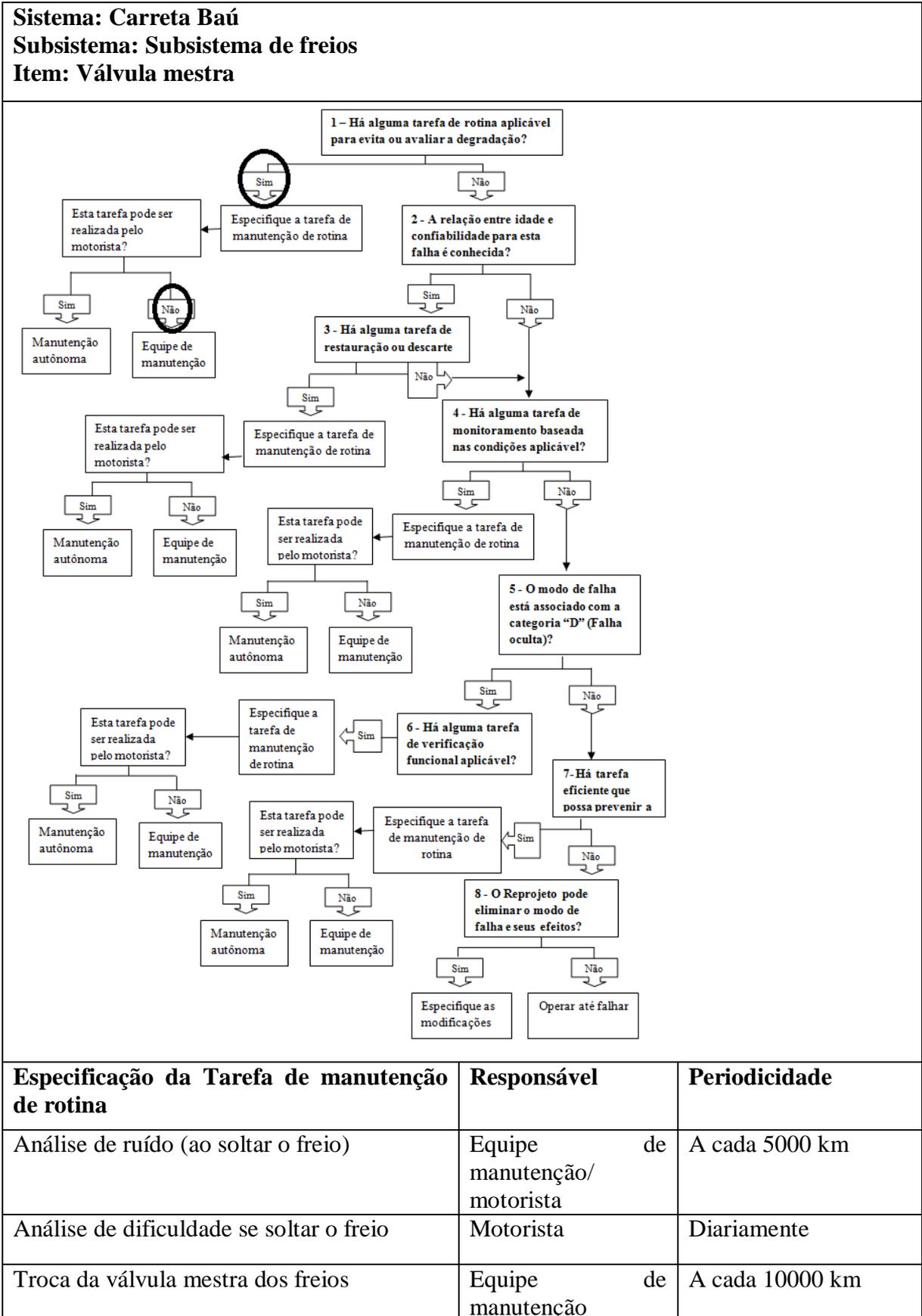
**Quadro 31 - Planejamento da manutenção de falhas nas rodas da carreta**

**Sistema: Carreta**  
**Subsistema: Eixos**  
**Item: Rodas**



<b>Especificação da Tarefa de manutenção de rotina</b>	<b>Responsável</b>	<b>Periodicidade</b>
Alinhamento	Equipe de manutenção	de a cada 1000 horas
Realizar reapertos nos parafusos das rodas	Equipe de manutenção	de a cada viagem

**Quadro 32 - Planejamento da manutenção de falhas na válvula mestra dos freios da carreta baú**



**Quadro 33 - Planejamento da manutenção de falhas no reservatório de ar dos freios da carreta baú**

