



MATHEUS RIOS PIMENTA

**ESTRUTURAÇÃO DO SETOR DE MANUTENÇÃO DE UMA TRANSPORTADORA DE
VEÍCULOS DE CARGAS COM FOCO NA MANUTENÇÃO CORRETIVA
PLANEJADA**

LAVRAS - MG

2022

MATHEUS RIOS PIMENTA

**ESTRUTURAÇÃO DO SETOR DE MANUTENÇÃO DE UMA TRANSPORTADORA DE
VEÍCULOS DE CARGAS COM FOCO NA MANUTENÇÃO CORRETIVA
PLANEJADA**

Concepção Básica apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do componente
curricular GNE405 do curso de Engenharia
Mecânica.

Prof. Dr. Fabio Lucio santos

Orientador

Prof. Me. Filipe Augusto Gaio de Oliveira

Coorientador

LAVRAS – MG

2022

RESUMO

O setor de manutenção é responsável por garantir o bom funcionamento dos ativos de uma empresa. No mercado de transportes, as empresas se preocupam cada vez mais em possuir uma gestão sólida da manutenção de seus veículos. O objetivo central deste projeto foi a criação e implementação de um plano de manutenção em uma empresa no ramo de transportes, a fim de aumentar a produtividade e reduzir os custos de manutenção de sua frota. Propõe-se, assim, apresentar propostas e ferramentas que auxiliarão na gestão da manutenção de frotas de veículos de cargas, a fim de que os veículos aumentem sua produtividade e proporcionem uma maior lucratividade para a empresa. Para isso, foram criadas novas ordens de serviços que auxiliarão na gestão da manutenção, treinamentos que ajudarão os gestores de frotas e os motoristas a entenderem melhor o processo de manutenção e o novo plano de manutenção que será implementado. Foi criado também um sistema de controle de manutenção integrado ao sistema da empresa. Desta forma, o plano atende as expectativas da empresa modelo e se mostra eficaz, comparado ao método de manutenção seguido anteriormente pela empresa.

Palavras-chave: Manutenção veicular. Gestão de manutenção. Estratégias de manutenção.

ABSTRACT

The maintenance sector is responsible for ensuring the proper functioning of a company's assets. In the transport market, companies are increasingly concerned about having a solid management of the maintenance of their vehicles. The main objective of this project was the creation and implementation of a maintenance plan in a transport sector company, in order to increase productivity and reduce the maintenance costs of its fleet. Therefore, it is proposed methods and tools that will assist in the maintenance management of cargo vehicles fleets, so that the vehicles increase their productivity and provide greater profitability for the company. To accomplish it, new service orders have been created, which will help in the maintenance management, training that will help fleet managers and drivers to improve their knowledge concerning the maintenance process and the new maintenance plan that will be implemented. A control maintenance system was also created maintenance integrated to the company's system. In this way, the plan met the expectations of the model company and proved to be effective, compared to the maintenance method previously applied by the company.

Keywords: Vehicle maintenance. Maintenance management. Maintenance strategies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cavalo Mecânico 3 eixos.	22
Figura 2: Modelo de carreta graneleira (A) e modelo de carreta basculante (B).	23
Figura 3: Gráfico de área do FMEA.	28
Figura 4: Principais regiões de atuação da empresa modelo.	34
Figura 5: Ordem de serviço de manutenção.	42
Figura 6: Formulário de aviso de falhas.	43
Figura 7: Diagrama de interações entre front-end e back-end.	44
Figura 8: Tela de cadastro de novos equipamentos.	45
Figura 9: Tela de cadastro de novos equipamentos com a opção de “Equipamento” a mostra.	45
Figura 10: Tela de registro dos equipamentos cadastrados no sistema.	46
Figura 11: Tela de registro de nova ordem de serviço.	47
Figura 12: Tela de registro das ordens de serviços de manutenção no sistema.	48
Figura 13: Diagrama de Modos de Falhas.	49
Figura 14: Planilha de planejamento destinada ao motorista.	51
Figura 15: Ficha de conferência de itens obrigatórios do veículo.	52
Figura 16: Planilha de controle de revisões preventivas	53
Figura 17: Controle dos Pneus de uma cavalo mecânico a partir de uma planilha criada em Excel.	55
Figura 18: Controle dos Pneus de uma carreta bitrem a partir de uma planilha criada em Excel.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferentes ativos disponíveis na empresa.....	40
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala para a avaliação da severidade do efeito.	27
Tabela 2: Escala para avaliação de probabilidade de ocorrência.	27
Tabela 3: Escala para avaliação da probabilidade de detecção do modo de falha.	28
Tabela 4: Taxas médias para uma empresa saudável do indicador CMF.....	32
Tabela 5: Grau de gravidade dos tipos de falhas.	50

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Indicador MTBF	30
Equação 2: Indicador MTTR	30
Equação 3: Indicador Disponibilidade dos Ativos	31
Equação 4: Taxa de Falhas	31
Equação 5: Confiabilidade	31
Equação 6: Indicador CMF	32
Equação 7: Indicador CMPR	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- CNT** - Confederação Nacional do Transporte
- ANTT** - Agência Nacional de Transportes Terrestres
- ABTF** - Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos
- CTB** - Código de Trânsito Brasileiro
- CONTRAN** - Conselho Nacional de Trânsito
- DOT** - Department of transportation
- NBR** - Norma Brasileira
- ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- TPM** - Manutenção produtiva total
- PM** - Preventive Maintenance (Manutenção preventiva)
- CM** - Corrective Maintenance (Manutenção corretiva)
- MP** - Maintenance Prevention (Manutenção de prevenção)
- FMEA** - Failure Mode and Effect Analysis (Análise de Modos de Falhas e Efeitos)
- PVF** - Periodicidade das tarefas de verificação funcional
- MTBF (TMPF)** - Mean time between failures (Tempo médio entre falhas)
- MTTR (TMPR)** - Mean time to repair (Tempo médio para reparo)
- CMF** - Custo total de manutenção
- CMPR** - Custo de manutenção / ERV

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivos gerais	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Transporte rodoviário de cargas no Brasil	16
2.2 Cenário atual da manutenção	17
2.3 Legislação da manutenção de veículos	18
2.4 Itens obrigatórios do sistema	19
2.4.1 Itens obrigatórios para veículos automotores de grande porte	19
2.4.2 Itens obrigatórios para reboques e semirreboques	21
2.5 Tipos de veículos para carregamento de cargas	22
2.5.1 Cavalos Mecânicos	22
2.5.2 Semirreboques	22
2.6 Manutenção	24
2.6.1 Tipos de manutenção	24
2.6.2 Ordem de manutenção	25
2.6.3 Identificação das falhas	25
2.6.4 Análise de modo e efeito de falha (FMEA)	26
2.7 Indicadores de manutenção	29
2.7.1 MTBF (Tempo médio entre falhas)	30
2.7.2 MTTR (Tempo médio para reparo)	30
2.7.3 Distribuição de atividade por tipo de manutenção	30

2.7.4 A (Disponibilidade dos ativos).....	31
2.7.5 Confiabilidade dos ativos	31
2.7.6 CMF (Custo de Manutenção sobre Faturamento)	31
2.7.7 ERV (Estimated Replace Value) ou CPMV (Custo de manutenção sobre valor de reposição).....	32
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 Contexto da empresa modelo.....	34
3.2 Codificação dos equipamentos	35
3.3 Desenvolvimento de ordens de serviços de manutenção	35
3.4 Criação de um sistema para armazenamento de dados.....	36
3.5 Identificação das falhas	36
3.6 Determinação do planejamento de manutenção	36
3.7 Treinamento dos envolvidos no setor de manutenção.....	37
3.8 Determinação dos indicadores de manutenção.....	37
4 RESULTADOS	39
4.1 Contexto da empresa modelo.....	39
4.2 Codificação dos equipamentos	40
4.3 Desenvolvimento de uma ordem de serviço de manutenção.....	41
4.4 Desenvolvimento de um sistema para armazenamento de dados	43
4.4.1 Contextualização do sistema utilizado pela empresa	44
4.4.2 Etapa 1 – Adicionar e excluir códigos de equipamentos.....	44
4.4.3 Etapa 2 – Registro de novas ordens de serviço	46
4.5 Identificação das falhas	48
4.6 Determinação do planejamento de manutenção	51
4.6.1 Revisões preventivas.....	53
4.6.2 Controle de pneus	54

4.7 Indicadores de manutenção	57
4.8 Treinamento dos envolvidos no setor de manutenção.....	58
5 CONCLUSÃO.....	59
6 TRABALHOS FUTUROS	60
7 REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A Manutenção é um setor muito importante para qualquer empresa em que hajam ativos que se desgastem com o tempo, pois com tais desgastes, eles estão sujeitos a falhas e podem vir a quebrar a qualquer instante. Por isso, é fundamental possuir uma manutenção eficaz que supra toda a demanda da empresa, buscando evitar componentes quebrados e paradas inesperadas.

Há basicamente três tipos de manutenção: corretiva, preventiva e preditiva. Empresas que aguardam a falha para depois providenciar seu conserto, utilizam a manutenção corretiva. Já as empresas que utilizam a manutenção preventiva ou preditiva buscam reparar o componente ou sistema em questão antes de sua falha, economizando tempo e dinheiro (NEPOMUCENO, 1989).

Em geral, empresas de grande porte possuem um sistema de manutenção mais sólido, o que lhes garante uma boa produtividade e uma ótima economia. Já pequenas empresas ou empresas que se inseriram no mercado recentemente, geralmente não possuem o mesmo pensamento, deixando sua manutenção em segundo plano, ou seja, aderindo à manutenção corretiva. O principal motivo disso, é o fato de que essas empresas não possuem conhecimento sobre a importância da manutenção para sua produtividade e para sua saúde econômica (ENGETELES, 2020).

Um plano de manutenção eficiente está diretamente relacionado com a produtividade da empresa, além do fator econômico, uma vez que menos dinheiro será gasto para consertos de peças e equipamentos corrompidos.

A manutenção é um setor no qual se exige muita experiência e criatividade dos colaboradores para evitar o maior número de falhas dentro da empresa. Porém, a maior parte dos equipamentos e máquinas envolvidas no meio industrial não possuem um padrão 100% coerente e, por isso, a manutenção corretiva se torna inevitável.

Porém, não é somente nas indústrias que a manutenção é utilizada. Ela se enquadra também em veículos automotores, por exemplo, que podem ter falhas inesperadas como um pneu furado e necessitará de uma manutenção corretiva. E quando se trata de veículos de transportes de cargas, onde eles estão sempre em funcionamento, o cuidado deve ser ainda maior, visto que problemas técnicos nos automóveis podem causar graves acidentes.

O Brasil possui um dos maiores setores de transportes rodoviários de todo o mundo, possuindo em 2021 mais de um milhão e setecentos mil quilômetros de rodovias, sendo ele o país com a quarta maior malha rodoviária de todo o mundo. Segundo a Confederação Nacional de Transporte, no Brasil ocorrem mais de 50 mil acidentes com vítimas por ano, sendo 20% desse total, acidentes envolvendo caminhões e carretas. Por isso, é de fundamental importância investir em bons planos de manutenções para frotas veiculares, visando a redução de acidentes nas rodovias e uma melhor economia, por parte da empresa (CNT, 2021).

Neste trabalho, será proposto um plano de manutenção com foco na manutenção corretiva planejada, que atenda às necessidades de transportadoras com frotas de veículos de cargas, buscando reduzir ao máximo as falhas imprevistas e os gastos com manutenção.

1.1 Justificativa

Devido ao custo inicial de se implementar um plano de manutenção, seja ele preventivo ou preditivo, pequenas empresas optam por não implementá-lo, utilizando sempre da manutenção corretiva. Porém, nem sempre é claro a essas empresas os benefícios de um plano de manutenção bem estruturado, entendendo que não receberão grandes benefícios com sua implementação.

Por isso, saber analisar o comportamento dos equipamentos de uma empresa e propor um plano de manutenção bem estruturado, deixando claro os grandes benefícios produtivos e econômicos que ele poderá oferecer, é fundamental.

A proposta de um plano de manutenção corretiva planejada, criado para transportadoras de pequeno e médio porte, deve ser capaz de mostrar todo o seu potencial e proporcionar benefícios como a redução de quebras imprevistas e uma maior vida útil aos equipamentos e veículos, além da redução de custos com manutenção.

Portanto, torna-se crucial que o plano de manutenção criado seja bem estruturado e que apresente de forma clara seus benefícios, a fim de que os proprietários ou gestores entendam os bons retornos desta ferramenta.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos gerais

Como objetivo geral, o presente trabalho propõe estruturar o setor de manutenção de veículos de cargas da transportadora modelo implementando a metodologia da manutenção corretiva planejada, buscando uma maior produtividade e uma melhor economia de recursos e financeira.

1.2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, este trabalho propõe:

- Criar um plano de manutenção corretiva planejada que envolva os principais componentes de falhas dos veículos;
- Codificar todos os equipamentos da empresa para melhor gestão;
- Implementar um ambiente para gestão de manutenção no próprio sistema da empresa modelo;
- Fornecer treinamento aos motoristas e gestores sobre o novo plano de manutenção e sobre a área de manutenção;
- Implementar os indicadores de manutenção na empresa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir, será analisado como está a atual situação do transporte no Brasil referente aos gastos com transporte, demonstrando o grande potencial do setor para o mundo e validando a necessidade de propostas de melhorias na área. Além da situação do transporte no geral, será levado em conta também a situação do setor de manutenção no transporte.

Analisando esses dados, serão apresentadas metodologias sobre manutenções de veículos pesados para que, posteriormente, sejam utilizados de base para o desenvolvimento da metodologia do projeto.

2.1 Transporte rodoviário de cargas no Brasil

Atualmente no Brasil, o transporte rodoviário é responsável pela maior parte do transporte de cargas. Segundo a CNTTL (Confederação nacional dos trabalhadores em transporte e logística), o modal rodoviário é responsável por cerca de 60% da participação de movimentação de cargas e passageiros anual, sendo o transporte ferroviário o segundo maior modal, com aproximadamente 20% da participação (CNTTL, 2022).

Por essa grande representatividade do setor, os investimentos no setor rodoviário crescem a cada ano mais. Em 2021, foram gastos, até outubro, um total de R\$ 4,16 bilhões. A CNT estima que seriam necessários um investimento total de R\$ 82,5 bilhões para reconstrução e restauração de 92711 quilômetros com problemas (CNT, 2021).

Devido à alta do setor de transportes, surgem diversos benefícios ao povo brasileiro. Segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), nos primeiros 30 dias do ano de 2022, foram realizadas 61.733 contratações, contra 60.993 demissões. Haviam, em 2021, no Brasil, aproximadamente um milhão de transportadoras de cargas regulamentadas, além das empresas de transportes de passageiros, a qual também gera diversos empregos ao país (ANTT, 2022).

Existem alguns pontos críticos a serem citados. Em 2021, a pesquisa da CNT de rodovias indicou que 44,3% das rodovias sob gestão privada e 73% sob gestão pública apresentavam algum tipo de irregularidade. Além disso, aproximadamente um milhão e trezentos e cinquenta mil quilômetros não são pavimentados, o que demonstra uma desvantagem ao setor rodoviário.

Segundo a mesma pesquisa, com situações inadequadas de pavimentações, o custo operacional do transporte aumenta em torno de 30,9% por ano. O custo associado ao diesel, por exemplo, influenciado a partir do desperdício, foi de aproximadamente 956 milhões de litros devido a problemas de qualidade das rodovias (CNT, 2021).

Outro fator que aumenta o custo significativamente do setor rodoviário são os acidentes, que ocasionaram, em 2021, um prejuízo de R\$ 8,85 bilhões. (CNTTL, 2022).

Portanto, é possível enxergar que o setor rodoviário possui uma grande relevância em todo o país, mostrando que uma manutenção eficaz dos veículos é de fundamental importância.

2.2 Cenário atual da manutenção

Um dos principais desafios na manutenção de veículos é a complexidade e variedade de equipamentos e componentes existentes. Isso dificulta sua manutenção, pois existe uma grande variedade de oficinas que realizam tais manutenções, pois dificilmente uma só oficina realizará todo o serviço de manutenção necessário de um veículo pesado inteiro. Isso leva a um maior custo e uma menor produtividade, pois além do combustível gasto para a chegada nas oficinas mais distantes, talvez até mesmo em outras cidades, o tempo gasto para tal também será maior, reduzindo a produtividade daquele veículo (CARVALHO et al., 2017).

Contudo, no cenário atual da manutenção, existem técnicas mais avançadas e mais eficazes para a devida situação. Além da manutenção corretiva, existem também a manutenção preventiva e preditiva.

A manutenção preventiva busca realizar a manutenção antes da ocorrência da falha, através de manutenção periódicas pré-programadas. A manutenção preditiva é baseada em uma instrumentação especializada utilizando sensores nas máquinas e componentes, a fim de medir parâmetros como temperatura, pressão e vibração. Por meio desses parâmetros, é possível determinar, com grande precisão, o período de falha do componente (NEPOMUNCENO, 1989).

Pode-se dizer que, atualmente, essa é a manutenção mais eficaz, porém é necessário analisar cada caso individualmente. É necessário avaliar o custo total da implementação da

manutenção preditiva e o custo da parada de uma máquina com falha e avaliar a viabilidade de sua implementação.

Além da gestão da manutenção, deve ser controlado também o carregamento com cargas em excesso, pois além de prejudicial ao veículo, ocasiona multas e um maior desgaste das rodovias. Em 2018, foram contabilizadas mais de 15 mil infrações referentes a caminhões com excesso de carga. Isso leva a grandes prejuízos ao proprietário da frota e ao país, pois a longo prazo, o tempo de vida útil do veículo reduzirá significativamente, além de aumentar consideravelmente o consumo de combustível e o risco de acidentes. As estradas também sofrem com este processo, visto que o excesso de peso compromete a durabilidade da pavimentação das rodovias (CNT, 2019).

Além disso, em muitas transportadoras os sistemas de manutenção ainda estão em um estágio inicial. Em uma entrevista com o Presidente da Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos (ABTF), foram apontadas ações que os transportadores realizam por acharem que não estão sendo bem remunerados, como reduzir a quantidade de combustível na câmara frigorífica, a fim de reduzir os custos da viagem. Se tal controle de temperatura é fraudado, é válido questionar sobre a manutenção das frotas de veículos pesados (PELEGRINI, 2013).

Outro fator importante que acarreta em uma má gestão da manutenção, é a falta de treinamento e conhecimento de profissionais que realizam a manutenção autônoma, o que ocasiona em uma baixa eficiência da manutenção (ENEGEP, 2018).

2.3 Legislação da manutenção de veículos

Na manutenção, não só visando a segurança do motorista, maior produtividade do veículo e menores gastos, é necessário analisar também alguns fatores relacionados à legislação brasileira de trânsito.

Alguns itens dos veículos, além de fundamentais à segurança do motorista, podem causar multas se não estiverem de acordo com a legislação. Por isso, estes itens devem entrar na lista dos principais componentes a serem analisados periodicamente de acordo com o plano de manutenção. A seguir, serão citadas as respectivas leis do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) relacionadas a esses componentes (CTB, 2020):

- Lei Nº 9.503/1997 – Esta lei abrange o mau estado de conservação do carro, e em estado de conservação, se diz respeito também ao desgaste dos pneus, avaliado pela marcação presente nele, que pode causar multas de R\$ 195,23 e 5 pontos na carteira de motorista (BRASIL, 1997).
- Resolução nº 556/2015/CONTRAN – Esta resolução obriga a utilização do extintor de incêndio do tipo ABC para caminhões, caminhões-tratores, micro-ônibus, ônibus, veículos destinados ao transporte de produtos inflamáveis, líquidos, gasosos e para veículos utilizados no transporte coletivo de passageiros (BRASIL, 2015).
- Resolução 14/1998/CONTRAN – Art.230 – Esta resolução declara que os veículos devem possuir todas as luzes frontais e dianteiras em funcionamento. O valor da multa é de R\$130,16 e 4 pontos na carteira de motorista (BRASIL, 1998).

Estes três itens podem ocasionar em multas por simples falta de atenção do motorista e, por isso, necessitarão de uma análise constante. Além desses, os veículos ainda possuem alguns outros itens que são obrigatórios aos veículos e que serão apresentados a seguir.

2.4 Itens obrigatórios do sistema

Alguns equipamentos e componentes, apesar de aparentemente não serem essenciais para o bom funcionamento do veículo, são obrigatórios. Estes itens fazem parte da vistoria realizada pelo próprio motorista, a fim de manter seu veículo com todos equipamentos obrigatórios em pleno funcionamento. A seguir, serão citados quais são esses componentes (BRASIL, 1998).

2.4.1 Itens obrigatórios para veículos automotores de grande porte

No caso de veículos automotores de grande porte, os seguintes itens obrigatórios são citados:

- 1) pára-choques, dianteiro e traseiro;
- 2) protetores das rodas traseiras dos caminhões;
- 3) espelhos retrovisores, interno e externo;

- 4) limpador de pára-brisa;
- 5) lavador de pára-brisa;
- 6) pala interna de proteção contra o sol (pára-sol) para o condutor;
- 7) faróis principais dianteiros de cor branca ou amarela;
- 8) luzes de posição dianteiras (faroletes) de cor branca ou amarela;
- 9) lanternas de posição traseiras de cor vermelha;
- 10) lanternas de freio de cor vermelha;
- 11) lanternas indicadoras de direção dianteiras de cor âmbar e traseiras de cor âmbar ou vermelha;
- 12) lanterna de marcha à ré, de cor branca;
- 13) retrorefletores (catadióptrico) traseiros, de cor vermelha;
- 14) lanterna de iluminação da placa traseira, de cor branca;
- 15) velocímetro;
- 16) buzina;
- 17) freios de estacionamento e de serviço, com comandos independentes;
- 18) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 19) dispositivo de sinalização luminosa ou refletora de emergência, independente do sistema de iluminação do veículo;
- 20) extintor de incêndio;
- 21) registrador instantâneo e inalterável de velocidade e tempo, nos veículos de transporte e condução de escolares, nos de transporte de passageiros com mais de dez lugares e nos de carga com capacidade máxima de tração superior a 19t;
- 22) cinto de segurança para todos os ocupantes do veículo;
- 23) dispositivo destinado ao controle de ruído do motor, naqueles dotados de motor à combustão;

- 24) roda sobressalente, compreendendo o aro e o pneu, com ou sem câmara de ar, conforme o caso;
- 25) macaco, compatível com o peso e carga do veículo;
- 26) chave de roda;
- 27) chave de fenda ou outra ferramenta apropriada para a remoção de calotas;
- 28) lanternas delimitadoras e lanternas laterais nos veículos de carga, quando suas dimensões assim o exigirem;
- 29) cinto de segurança para a árvore de transmissão em veículos de transporte coletivo e carga;

2.4.2 Itens obrigatórios para reboques e semirreboques

E se tratando de reboques e semirreboques, os itens obrigatórios são:

- 1) para-choque traseiro;
- 2) protetores das rodas traseiras;
- 3) lanternas de posição traseiras, de cor vermelha;
- 4) freios de estacionamento e de serviço, com comandos independentes, para veículos com capacidade superior a 750 quilogramas e produzidos a partir de 1997;
- 5) lanternas de freio, de cor vermelha;
- 6) iluminação de placa traseira;
- 7) lanternas indicadoras de direção traseiras, de cor âmbar ou vermelha;
- 8) pneus que ofereçam condições mínimas de segurança;
- 9) lanternas delimitadoras e lanternas laterais, quando suas dimensões assim o exigirem.

2.5 Tipos de veículos para carregamento de cargas

Existem diferentes tipos de veículos rodoviários utilizados para o transporte de cargas. Neste projeto, serão estudadas principalmente as carretas, as quais possuem diferentes tipos de cavalos mecânicos, semirreboques e carrocerias.

2.5.1 Cavalo Mecânico

Os cavalos mecânicos são os veículos utilizados para a movimentação das carretas, e seu conjunto é formado pela cabine onde se aloca o motorista, pelo motor e por seus eixos. Existem cavalos do tipo 2 eixos, 3 eixos e 4 eixos. Essas nomenclaturas estão relacionadas a quantidade de eixos que o cavalo mecânico possui. Na Figura 1, é apresentado um cavalo mecânico de 3 eixos (SANTOS, 2016).

Figura 1: Cavalo Mecânico 3 eixos.



Fonte: (TRUCKJOTA, 2021)

2.5.2 Semirreboques

Para os semirreboques, existem diferentes tipos de eixos e diferentes tipos de carrocerias, as quais vão acima do semirreboque e armazenam a carga transportada (PIVARI, 2015).

Os semirreboques podem ser divididos nos seguintes tipos:

- 2 eixos;

- 3 eixos;
- 4 eixos;
- Bitrem 7 eixos;
- Bitrem 9 eixos;
- Rodotrem;

Além desses tipos, existem outros modelos que se diferenciam no posicionamento dos eixos, aumentando seu peso bruto máximo permitido, porém a quantidade de eixos se mantém.

Cada um desses representam a quantidade de eixos e suas disposições no semirreboque e se seu conjunto é formado por um ou dois conjuntos. Quando se tem a nomenclatura bitrem, significa que o conjunto possui 2 semirreboques. Já o Rodotrem, também possui 2 semirreboques, porém existe um reboque entre eles que se chama Dolly, a qual conecta os dois semirreboques e aumenta o peso bruto máximo permitido do conjunto (PIVARI, 2015).

Para os tipos de carroceria, os dois únicos que serão tratados neste trabalho são os do tipo basculante e do tipo graneleiro. Na Figura 2, é apresentado na imagem A, uma carreta com uma carroceria do tipo graneleiro e na imagem B, uma carreta com uma carroceria do tipo basculante.

Figura 2: Modelo de carreta graneleira (A) e modelo de carreta basculante (B).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Conhecendo então os tipos de veículos que serão utilizados nesse projeto, serão estudadas a seguir as principais metodologias de manutenção.

2.6 Manutenção

A gestão de manutenção funciona como um processo de melhoria contínua, supervisionando e controlando os ativos de uma empresa, a fim de prevenir possíveis quebras e paradas inesperados (NEPOMUCENO, 1989)

2.6.1 Tipos de manutenção

Existem, basicamente, três tipos de manutenções básicas no mercado, conforme apresentadas a seguir.

A manutenção corretiva não planejada, que é definida como a execução no reparo da falha ou no caso de baixo desempenho da máquina, é uma prática reativa de manutenção (PELEGRINI, 2013). Segundo a NBR 5462, manutenção corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida (ABNT, 1994). A manutenção corretiva é bastante utilizada e pode ser eficiente em alguns casos, como quando o custo de uma manutenção mais especializada, que preveniria a falha, for maior que o custo da parada e troca do equipamento danificado ou quando há uma impossibilidade de realizar uma suposição de falha para tal equipamento através da manutenção.

Além da manutenção corretiva não planejada, também existe a manutenção corretiva planejada, a qual oferece maior planejamento e controle sobre os ativos

Buscando evitar que o componente chegue a seu estado de falha, utiliza-se a manutenção preventiva. Segundo a NBR 5462, é efetuada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item (ABNT, 1994). Esta pode ser bastante eficaz quando objetiva-se realizar a manutenção em componentes que possuem um desgaste em ritmo constate e que possuem um custo relativamente baixo de reparo na ocorrência da falha. Um ponto negativo nesse tipo de manutenção, é que não é possível prever falhas precoces, ou seja, que ocorrem não por desgaste, mas por algum problema externo ao componente, como a ação humana, por exemplo (SOUZA, 2008).

Já a manutenção preditiva, é definida pela NBR 5462 como aquela que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisões centralizadas ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (ABNT, 1994). Essa é a manutenção

mais eficaz e que exige um maior investimento e uma maior capacitação dos colaboradores. Ela permite uma grande produtividade, necessitando de parada dos equipamentos somente quando constatado alguma anormalidade no componente por meio dos sensores.

2.6.1.1 Manutenção corretiva planejada

A manutenção corretiva planejada ocorre quando há o reparo do equipamento antes que ocorra a falha total, mediante apresentação de redução de desempenho ou de algum indício de que uma falha total está prestes a ocorrer (TROJAN et al., 2013).

Para acompanhar os equipamentos e identificar a presença de algum indício de falha, é necessário um acompanhamento constante, ou seja, o colaborador responsável por aquele equipamento deverá acompanhá-lo e analisá-lo periodicamente (PINTO e XAVIER, 2007).

2.6.2 Ordem de manutenção

A ordem de manutenção tem por objetivo documentar todas as manutenções de um determinado equipamento. Nela deve ser discriminado as peças que foram trocadas, a data da ocorrência da manutenção, o executor da manutenção, as possíveis causas da falha, caso tenha acontecido, entre outros fatores, dependendo da equipamento que sofre a manutenção (MORO, 2007)

2.6.3 Identificação das falhas

Cada tipo de falha possui uma identificação que determinará seu nível de prioridade para o reparo. Os tipos de falhas com maior prioridade são aquelas que ocasionam em problemas de segurança no trânsito e problemas de integridade ambiental. Abaixo dessas, são consideradas as falhas que ocasionam em paradas forçadas e problemas econômicos insignificantes. Além dessas, também existe a falha total, que também possui alta prioridade, uma vez que não é possível distinguir suas causas e consequências (SMITH, 1993).

Além da identificação das falhas, existem também indicadores que classificam a qualidade do setor de manutenção de uma empresa, os quais serão apresentados a seguir.

Para complementar os tipos de manutenção, será estudado a ferramenta FMEA, a qual irá auxiliar na estruturação do plano de manutenção.

2.6.4 Análise de modo e efeito de falha (FMEA)

A Análise de Modo e Efeito de Falha ou FMEA (do inglês Failure Mode and Effects Analysis), é um método desenvolvido para identificar falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços, identificar seus defeitos e suas causas de forma sistemática e, a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas (PELEGRINI,2013).

Pode-se dizer que o FMEA é uma análise do grau da problematização de cada modo de falha do sistema, ou seja, é uma separação de prioridades, onde aquelas falhas com maior criticidade terão maior prioridade, a fim de organizar uma lista de ações preventivas e corretivas a essas falhas (FRANCESCHINI, 2001).

Segundo Pelegrini (2013), as etapas para a execução da FMEA são:

- 1) identificar modos de falhas 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 risco de cada modo de falha a definir medidas para sua eliminação ou redução.

Para verificar qual o risco de falha do componente, foi criado um método a fim de descobrir qual falha merece maior atenção. Para determinar esse risco, basta multiplicar as pontuações da severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D). Essa análise é denominada de risco de modo de falha (IR) e quanto maior, mais atenção a devida falha merece (FRANCESCHINI, 2001).

As tabelas abaixo, apresentam escalas de probabilidade para a análise FMEA, as quais são possíveis analisar as pontuações de severidade, ocorrência e detecção, respectivamente encontram-se apresentadas nas Tabelas 1,2 e 3:

Tabela 1: Escala para a avaliação da severidade do efeito.

Severidade do Efeito	Escala
* 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 do 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: (FRANCESCHINI, 2001)

Tabela 2: Escala para avaliação de 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 que ocorrem com frequência	1/20	7
* Moderada	1/80	6
Falhas ocasionais	1/400	5
* Baixa	1/2000	4
Falhas que raramente ocorrem	1/15000	3
* Mínima	1/150000	2
Falha muito improvável	1/1500000	1

Fonte: (FRANCESCHINI, 2001)

Tabela 3: 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

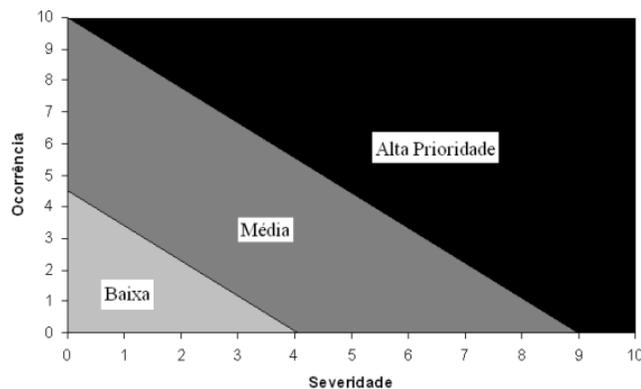
Fonte: (FRANCESCHINI, 2001)

Atualmente, existem três tipos de FMEA's principais, os quais são eles (CARVALHO et al., 2017):

- 1) FMEA de sistema: avalia as falhas em sistemas nos estágios iniciais de conceituação e projeto.
- 2) FMEA de produto: avalia possíveis falhas no projeto do produto antes da sua liberação para a manufatura.
- 3) FMEA de processo: avalia as falhas no processo antes de sua liberação para produção.

Além do risco de modo de falha, existe outra maneira de interpretar o FMEA, sendo ela por meio de análise gráfica. Na Figura 3, é apresentado um gráfico de área do FMEA, o qual relaciona a ocorrência da falha com sua severidade.

Figura 3: Gráfico de área do FMEA.



Fonte: (PELEGRINI, 2013)

O gráfico, diferente da primeira abordagem, avalia somente a ocorrência e a severidade, respondendo com a prioridade da falha.

Com isso, será estudado os diferentes tipos de falhas que podem ocorrer e estas serão avaliadas e receberão cada uma um nível de prioridade, de acordo com o FMEA.

2.7 Indicadores de manutenção

Os indicadores de manutenção são ferramentas fundamentais na gestão da manutenção, pois com eles é possível mensurar o nível de desempenho do setor de manutenção. Os indicadores fornecem dados que vão auxiliar nas tomadas de decisões na manutenção e irão mostrar as principais necessidades da empresa para uma melhor atuação.

Segundo WESTWICK (1973), para a escolha de quais indicadores de manutenção se utilizar, deve-se avaliar quais as metas e objetivos que a empresa deseja alcançar. Levando isso como base, o autor propõe o seguinte conjunto de características para se seguir na escolha dos indicadores:

- Escolher indicadores fáceis de avaliar o sucesso da organização;
- Todo indicador selecionado deve dar ao gerente uma orientação para uma ação de melhoria.
- Evitar pseudo-indicadores, ou seja, indicadores que possuem interpretações ambíguas.
- Diferentes empresas requerem indicadores distintos, por isso deve-se escolher os que se encaixam em seu modelo.

Para SINK & TUTTLE (1993), os indicadores devem proporcionar medidas que gerem informações. Tais informações, por sua vez, devem ser capazes de oferecer possibilidades de melhorias.

ROSA (2006) utilizou os dois métodos citados acima em sua metodologia, conseguindo retirar dados significativos dos indicadores selecionados e propondo boas ações para melhorias internas na empresa onde o método foi aplicado.

A seguir, são apresentados alguns dos principais indicadores de manutenção.

2.7.1 MTBF (Tempo médio entre falhas)

O indicador MTBF apresenta o tempo médio de um determinado equipamento entre uma falha e outra. Quanto maior o tempo, melhor para a empresa, o que significa que os equipamentos estão se mantendo mais tempos sem ocorrências de falhas. Portanto, se esse índice aumenta com o tempo, quer dizer que a manutenção está sendo eficaz. A equação 1 representa a fórmula do indicador MTBF (VIANA, 2006).

$$MTBF = \frac{\sum \text{Horas trabalhadas em bom funcionamento}}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva}} \quad (1)$$

2.7.2 MTTR (Tempo médio para reparo)

O indicador MTTR apresenta o tempo médio de reparo de uma falha, ou seja, o tempo que o equipamento leva para ser consertado após a ocorrência da falha (VIANA, 2006).

Quanto menor seu valor, mais eficiente está sendo o processo e menos tempo os equipamentos ficam parados para manutenção. No entanto, esse tempo dependerá de cada máquina e empresa, não havendo um valor ideal para sua utilização. Exigir que este tempo seja baixo pode induzir a equipe ao erro, uma vez que a rapidez na manutenção pode levar a negligência de algum ponto crítico do processo. A equação 2 representa a fórmula do indicador MTTR (NETTO, 2018).

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tempo de reparo}}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva}} \quad (2)$$

2.7.3 Distribuição de atividade por tipo de manutenção

Este indicador mostra a porcentagem de distribuição da manutenção entre seus três principais tipos: corretiva, preventiva e preditiva. Para este indicador, deve-se levantar o total de horas empregados na manutenção e estratificar, através das ordens de serviço, os tipos de manutenção, obtendo a quantidade utilizada de cada uma (PAULA, 2011).

2.7.4 A (Disponibilidade dos ativos)

O indicador de disponibilidade de ativos apresenta a relação de disponibilidade de um determinado equipamento em um determinado período de tempo, ou seja, a quantidade de horas trabalhadas de um equipamento pela quantidade total de horas do período. Esse é um índice fundamental, o qual os gestores da manutenção devem dominar completamente, uma vez que este índice está ligado diretamente com a disponibilidade e confiabilidade dos ativos, conforme apresentado na equação 3 (VIANA, 2006).

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (3)$$

2.7.5 Confiabilidade dos ativos

A confiabilidade está ligada à capacidade de um determinado ativo desempenhar sua função durante um dado espaço de tempo, ou seja, ela fornece a porcentagem de chance de um ativo estar funcionando por uma determinada quantidade de horas (NETTO, 2018).

Para calcular a confiabilidade deve-se utilizar as seguintes fórmulas:

Primeiro, é calculado a taxa de falhas, conforme a equação 4.

$$\lambda(t) = \frac{1}{MTBF} \quad (4)$$

Logo depois, é calculado a confiabilidade, conforme a equação 5.

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (5)$$

Em que t é igual ao tempo de operação que se deseja obter a confiabilidade e e é a constante de Euler.

2.7.6 CMF (Custo de Manutenção sobre Faturamento)

Este indicador é fundamental para a gestão financeira de uma empresa, pois ele mostra qual a porcentagem do faturamento total da empresa está sendo gasta com a manutenção, conforme apresentado na equação 6 (VIANA, 2006).

$$CMF = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Faturamento bruto}} \times 100 \quad (6)$$

Na Tabela 4, são apresentadas as principais taxas de custos de manutenção de valores máximos para uma empresa saudável.

Tabela 4: Taxas médias para uma empresa saudável do indicador CMF.

Setores	Taxa de gravidade
Açúcar / Alimento / Bebida / Fumo	1,89
Cimento / Cerâmica	3,5
Eletricidade / Energia	1,67
Enga / Constr. / Pr. Serv. / Saneamento	1,67
Eletroeletrônica	5
Farmacêutico	1
Hospitalar	3,17
Máquinas / Equipamentos	2,6
Mineração / Metalurgia	6,17
Material de Transporte	3,75
Papel / Celulose	4,38
Petróleo	3,33
Petroquímico	2,11
Plásticos / Borracha	3,17
Predial / Hotelaria	5,33
Químico	4
Siderúrgico	6,75
Têxtil	1
Transporte	9,5
Média	3,56

Fonte: (VIANA, 2006)

2.7.7 ERV (Estimated Replace Value) ou CPMV (Custo de manutenção sobre valor de reposição)

Este indicador analisa a viabilidade de se manter um ativo ou trocá-lo por um novo, de acordo com o custo de manutenção empregado. O termo ERV significa Estimated Replace Value, que se traduz em Valor Estimado de Troca. Para esta estimativa, será comparado o valor gasto em manutenção com determinado ativo nos últimos 12 meses com o valor de compra de um novo ativo (RIBEIRO, 2015).

Para este índice, o valor máximo tolerado é de 2,5%. Caso o ativo possua um resultado acima desse, significa que é mais vantajoso comprar um novo ativo e substituir o atual (RIBEIRO, 2015).

Na Equação 7 é apresentada a fórmula para cálculo do CPMR

$$CPMR = \frac{\textit{Custo total de manutenção}}{\textit{Valor de compra do equipamento}} \times 100 \quad (7)$$

A seguir, serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de cumprir com os objetivos deste estudo, foi desenvolvido, no primeiro semestre do ano de 2022, um plano de manutenção para frotas de veículos de cargas para transportadoras, buscando melhor produtividade e melhor programação de cargas para as frotas, além de economias financeiras providas de uma manutenção corretiva planejada. Baseando-se nas referências utilizadas, pode-se observar que serão necessárias diferentes ferramentas para a implementação integral do plano de manutenção. O plano foi desenvolvido dentro de uma empresa modelo, a qual é uma transportadora de veículos de cargas localizada no sudeste de Minas Gerais.

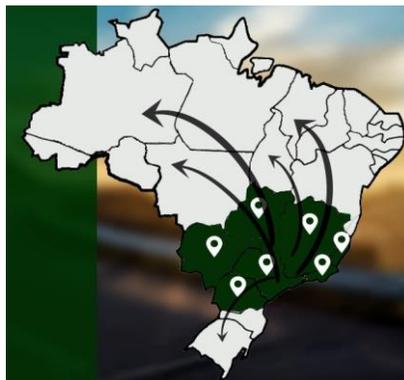
3.1 Contexto da empresa modelo

Atualmente, a empresa trabalha em sua grande parte com frotas terceirizadas, porém ela possui uma frota de carretas que totalizam dez conjuntos, sendo quatro conjuntos de Rodotrem e seis conjuntos de carretas 3 eixos.

O plano de manutenção que foi desenvolvido será aplicado no cavalo mecânico e nas carretas, sendo estas do tipo basculante e graneleiro.

A matriz da empresa modelo se encontra localizada no Sudeste de Minas Gerais, possuindo ainda mais de 10 filiais pelo Brasil. Sua principal atividade econômica é o transporte de cargas a granel, como soja, milho e açúcar. Na Figura 4, é apresentado um mapa do Brasil, destacando as regiões onde grande parte das filiais estão alocadas.

Figura 4: Principais regiões de atuação da empresa modelo.



Fonte: (EMPRESA MODELO, 2022)

Nesta etapa, serão comentadas algumas informações da empresa para seu melhor conhecimento e será discutido sobre quais pontos a empresa precisa melhorar, no que se trata de manutenção.

3.2 Codificação dos equipamentos

A primeira etapa da criação do plano de manutenção foi o cadastro de todos os ativos da empresa, onde cada um deles teve o seu respectivo código para uma melhor gestão. Nesse cadastro, foi informado o maior número de informações possíveis, auxiliando no acesso ágil a qualquer informação do equipamento.

O cadastro de cada ativo possibilitou a criação de um histórico para o mesmo, possibilitando maior controle da manutenção.

3.3 Desenvolvimento de ordens de serviços de manutenção

Na empresa, não existiam ordens de serviços ou registros sobre as falhas dos equipamentos. Anteriormente, ao se deparar com uma falha, o motorista do veículo acionava seu gestor que, por sua vez, enviava o veículo para uma oficina mecânica, se necessário. Desse processo, o único registro que ocorria era sobre o valor gasto com a manutenção e as peças trocadas.

Por isso, após o cadastro de cada equipamento, torna-se necessário a inserção de novas informações no histórico do mesmo. Para isso, foi criado um modelo de ordem de serviço, onde assim que solicitada, a informação será registrada para um determinado equipamento, iniciando então seu histórico.

As informações registradas nesse histórico servirão de base para tomadas de decisões futuras a respeito de cada ativo, auxiliando na gestão da manutenção.

Além da ordem de serviço, foi criado também um “aviso de falhas”, o qual será um formulário que o motorista deverá preencher ao presenciar uma falha. Este formulário é necessário para que, na passagem de informação da falha do motorista ao gestor de frota, nenhuma informação se perca e a informação seja a mais detalhada possível.

3.4 Criação de um sistema para armazenamento de dados

Para o registro de todas as informações relacionadas ao cadastro e histórico de cada equipamento, torna-se necessário a criação de um banco de dados para armazenamento das informações. Para isso, foi utilizado do próprio sistema da empresa.

Para a criação do sistema de registro dentro do sistema interno da empresa, foram elaboradas as funções necessárias para o sistema atuar de forma adequada e o *layout* que ele terá dentro do sistema.

3.5 Identificação das falhas

Para o cadastro de uma ordem de serviço, foi necessário a especificação do tipo de falha para auxiliar na tomada de decisão momentânea, pois ao ocorrer uma falha, pode haver ou não a necessidade de levar o veículo em uma oficina instantaneamente. Peregrine (2013) sugere que seja considerado as seguintes tipos de falhas:

- (A) Problema de segurança no trânsito;
- (B) Problema de integridade ambiental;
- (C) Parada forçada;
- (D) Problema econômico insignificante;
- (E) Falha total.

Cada uma dessas falhas terá uma prioridade para posterior tomada de decisão, as quais foram definidas junto aos gestores da empresa. Para a identificação de cada falha, foi criado um diagrama.

3.6 Determinação do planejamento de manutenção

Esta etapa buscou criar um monitoramento preciso sobre os ativos, definindo principalmente a periodicidade de manutenção de cada equipamento da empresa e como será o

controle de manutenção. Além disso, seu objetivo é também mantê-los em bom desempenho, garantindo uma excelente produtividade para a empresa.

A metodologia utilizada nesse projeto foi a da manutenção corretiva planejada, o que proporcionará à empresa um maior controle sobre os horários de funcionamento e paradas de seus veículos.

Para isso, foram criadas listas que foram utilizadas pelos motoristas para conferências periódicas de diversos equipamentos do veículo. Além disso, foram definidos quais equipamentos participarão da revisão preventiva semestral e também será criado um método para gestão dos pneus de todos os veículos.

3.7 Treinamento dos envolvidos no setor de manutenção

Nesta etapa, foram apresentadas informações e orientações aos principais envolvidos nos processos da manutenção, possibilitando maior eficiência e maior conhecimento da área. As orientações foram baseadas nas principais tarefas que cada responsável irá executar.

Aos gestores de frota, foi ensinado sobre o plano de manutenção que está sendo implementado e eles também participarão das orientações e do mini curso que foram fornecidos aos motoristas. Para os motoristas, foi ensinado também sobre o novo plano de manutenção, como utilizar os novos formulários de responsabilidade dos motoristas e, ainda, o mecânico principal de uma oficina parceira ministrou um mini curso sobre as principais conferências a se realizar antes de iniciar uma viagem.

Portanto, essas orientações servirão de base para que os gestores e motoristas estejam aptos a realizar a gestão da manutenção dos veículos da empresa.

3.8 Determinação dos indicadores de manutenção

Para esta etapa do projeto, foram implementados os indicadores de manutenção na empresa, os quais ainda não existiam. Para isso, dentre os diversos indicadores existentes, foram escolhidos os que mais irão impactar atualmente na empresa, a fim de ajustá-los e implementá-los

primeiramente e, posteriormente, implementar o restante. Para esta escolhida, foi utilizado os métodos apresentados por SINK & TUTTLE (1993) e WESTWICK (1973), juntamente a um *brainstorm* realizado com o proprietário da empresa e com o gestor da frota. O *brainstorm* consiste em uma reunião, na qual os participantes devem ter liberdade de expor suas ideias e sugestões e debaterem sobre as melhores soluções para o assunto em questão.

Para o cálculo dos indicadores, será necessário possuir o controle dos seguintes dados da empresa:

- Horas trabalhadas em bom funcionamento de cada ativo;
- Número de paradas para manutenção corretiva de cada ativo;
- Tempo de reparo das manutenções corretivas;
- Porcentagem de utilização da manutenção corretiva, preventiva e preditiva;
- Custo total de manutenção de cada ativo;
- Faturamento bruto da empresa;
- Valor de compra de um novo equipamento.

Esses dados serão controlados pelos dados informados nas ordens de serviço e serão a base para o cálculo dos indicadores de manutenção.

4 RESULTADOS

4.1 Contexto da empresa modelo

Durante a análise da empresa, na qual foi avaliado os altos gastos com manutenção e a falta de um setor focado na manutenção, constatou-se que, a princípio, um plano de manutenção eficaz seria de grande ajuda à empresa. Grande parte dos caminhões foram adquiridos recentemente e, por isso, várias manutenções são realizadas por oficinas autorizadas pelo fabricante, pois assim garantem a garantia do veículo, caso surja algum problema.

Além das rotinas de manutenção dos veículos, outros pontos observados, conversando com o gestor de frota e com os motoristas, foram de que os motoristas não receberam nenhum treinamento sobre manutenção ao entrar na empresa e em nenhum outro momento, não realizavam nenhuma verificação do veículo e também nunca foram instruídos a isso.

Para o direcionamento dos veículos que apresentassem falhas, não existia uma oficina fixa para a realização da manutenção, sendo ela escolhida pela localidade mais próxima ou pelo menor custo de reparo, definido através de breves cotações.

Verificando todas as falhas e problemas que mais ocorriam com os veículos, conversando com o gestor de frota e a partir dos laudos de manutenção fornecidos pelas oficinas nos últimos 6 meses, chegou-se à conclusão que os principais problemas enfrentados pela empresa, no que se trata de manutenção, são os seguintes:

- Intervalos para reparos de falhas muito extensos;
- Inexistência de um plano de manutenção;
- Inexistência de um histórico de manutenção efetivo;
- Baixa utilização da manutenção preventiva;
- Inexistência de ordens de serviços de manutenção;
- Equipamentos sem codificações;

A partir desses problemas, foi criado um plano de manutenção que se adequa a empresa e consiga trazer uma manutenção mais efetiva.

4.2 Codificação dos equipamentos

Nesta etapa, foram coletadas as informações de todos os equipamentos que entraram no plano de manutenção e estes receberam códigos que ajudarão em seu controle na gestão de manutenção, controle de custos, vida útil, entre outros, pois dessa forma, será possível analisar e registrar um histórico específico para cada ativo. Para a codificação de cada equipamento, foi analisado junto ao gestor da frota qual seria a melhor forma. Primeiramente, foi feito a separação entre os tipos de cada equipamento. No quadro 1, é apresentado os diferentes tipos de equipamentos utilizados.

Quadro 1: Diferentes ativos disponíveis na empresa.

Equipamento	Conjunto / eixos	Carroceria
Cavalo	2 eixos	-
	3 eixos	
	4 eixos	
Reboque	LS / 3 eixos	Basculante Graneleiro
	LS / 4 eixos	
	Bitrem / 2 eixos	
	Rodotrem / 2 eixos	
	Dolly	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Buscando praticidade e o conhecimento do tipo do veículo apenas por seu código, foi decidido, em conjunto com os gestores da empresa, que a codificação deveria conter a placa do veículo, pois cada veículo já possui a sua, o tipo do equipamento, conjunto, quantidade de eixos e carroceria, quando necessário.

Decidiu-se que o primeiro item da codificação seria a placa, pois como cada veículo já possui a sua, facilitará a distinção dos ativos, seguida posteriormente de uma barra. Após a barra, a primeira sigla do código será o equipamento, sendo C para cavalo e R para reboque. Já a segunda sigla será a quantidade de eixos. A terceira, que virá separada por hífen tanto antes quanto depois, representará o tipo do conjunto, sendo LS para carretas simples e trucadas, Bi para bitrem e Ro para rodotrem. Por último, tem-se o tipo da carroceria, sendo BA para basculante e GRA para graneleiro.

Como exemplo, o código de um cavalo 3 eixos seria PLACA/C3 e o de um reboque de bitrem graneleiro com 2 eixos seria PLACA/R2/BI-GRA.

4.3 Desenvolvimento de uma ordem de serviço de manutenção

As ordens de serviços foram criadas a fim de manter a base de dados sempre atualizada e gerar todo o histórico de manutenção dos veículos, para análises mais detalhadas e um melhor plano de evolução da manutenção da empresa para trabalhos posteriores.

As ordens vão contar com o máximo de informações possíveis sobre o motivo de sua solicitação. A fim de mudar a rotina de manutenção da empresa, foi criado um modelo de ordem de serviço que constará os seguintes dados, seguindo os tópicos apresentados como importantes por Moro (2007):

- Numeração da ordem;
- Quilometragem;
- Data e hora da Falha;
- Código do equipamento;
- Numeração do conjunto;
- Motorista responsável pelo conjunto;
- Descrição da solicitação;
- Oficina que prestará o serviço;
- Causa provável da falha;
- Peças trocadas ou reparadas;
- Nota fiscal de serviço;
- Valor do custo;
- Observações adicionais (se houver);

- Data e hora do início e término do serviço.

Na figura 5, é apresentada a ordem de serviço de manutenção manual para solicitação de serviços de manutenção.

Figura 5: Ordem de serviço de manutenção.

Nº: _____ **ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO**

Data e hora da falha	Código do equipamento	KM
__/__/__ __: __		
Motorista responsável pelo conjunto		
CPF: _____ Nome: _____		
Descrição da solicitação		
_____ _____ _____ _____		
Oficina prestadora de serviço		
CNPJ: _____ Nome: _____		
Causa Provável	Componentes reparados / trocados	
_____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____	
Nota fiscal de prestação de serviço		Valor do custo
Número: _____ Série: _____		R\$ _____
Data e hora do início da prestação de serviço		Data e hora do fim da prestação de serviço
__/__/__ __: __		__/__/__ __: __
Observações adicionais		
_____ _____ _____		

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A ordem em questão, será preenchida a caneta pelo gestor de frota e será levada à oficina parceira descrevendo a solicitação que ele deverá atender. Nela constará o motivo do veículo estar sendo levado à oficina e descreverá alguns pontos do serviço realizado.

Além da ordem de serviço, existirá também o aviso de falhas, o qual será um formulário que o motorista preencherá caso ocorra uma falha. Neste formulário o motorista irá preencher principalmente quais sintomas de falhas o veículo apresentou, qual o provável defeito e qual a provável causa da falha. Na Figura 6, é apresentado o formulário de aviso de falhas.

Figura 6: Formulário de aviso de falhas.

AVISO DE FALHAS		
Data e hora da falha	Código do equipamento	KM
___/___/___ ___:___		
Defeito provável		
<hr/> <hr/>		
Causa provável		
<hr/> <hr/>		
Sintoma apresentado		
<hr/> <hr/>		
Solicitado por:	Recebido por:	
_____	_____	

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.4 Desenvolvimento de um sistema para armazenamento de dados

A fim de que exista um histórico robusto sobre todo o setor de manutenção, foi criado um sistema de armazenamento de dados dentro do próprio sistema da empresa. Este histórico irá auxiliar na análise do setor de manutenção e fornecer um maior apoio nas tomadas de decisões, buscando uma melhor gestão da manutenção, reduções de custos e maior produtividade.

Para o desenvolvimento do ambiente dentro do sistema, foi elaborado o projeto das ferramentas e funcionalidades necessárias para o controle e cadastros das ordens de serviços e dos ativos no sistema e foi repassado ao setor de TI, o qual implementou o projeto. A seguir será demonstrado toda a estrutura do projeto.

O sistema possuirá as seguintes funcionalidades para o controle da manutenção:

- Adicionar e excluir códigos de equipamentos;
- Registrar novas ordens de serviço;

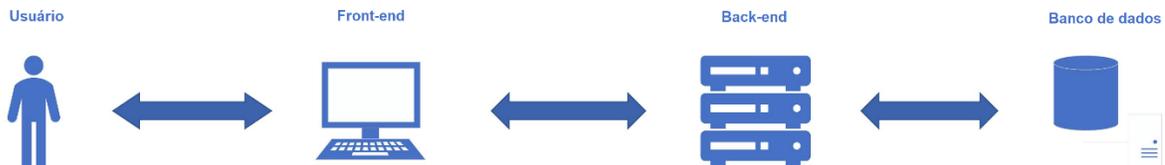
- Visualizar o histórico de manutenção da empresa como um todo e dos ativos individualmente;

4.4.1 Contextualização do sistema utilizado pela empresa

O projeto para armazenamento de dados foi implementado em um sistema ERP de desenvolvimento próprio da empresa. Um ERP (Enterprise Resource Planning) ou sistema de gestão integrado, utiliza de tecnologia para integrar processos de diversas áreas da empresa (RODRIGUES, 2012).

O sistema possui basicamente três módulos. Um visual, onde o usuário interage utilizando um computador ou smartphone, chamado de front-end. Este módulo foi construído utilizando a linguagem de programação JavaScript e pode ser acessado de qualquer navegador de internet. O segundo módulo, chamado de back-end, é responsável pelo processamento e lógica do negócio, sendo invisível ao usuário. Este se encontra em funcionamento através de uma máquina virtual Linux e foi criado utilizando linguagem de programação Java e framework Dropwizard. Por fim, o terceiro módulo consiste no banco de dados, responsável pela persistência de dados e hospedado no SGBD (sistema gerenciador de banco de dados) PostgreSQL. Na Figura 7, é apresentado um modelo em diagrama, criado no software Microsoft Visio (2019), que demonstra quais são as ordens de interações entre os módulos.

Figura 7: Diagrama de interações entre front-end e back-end.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.4.2 Etapa 1 – Adicionar e excluir códigos de equipamentos

Nesta primeira etapa, foi desenvolvido como seria o ambiente de cadastro e exclusão de códigos de equipamentos e como seu registro seria demonstrado no sistema quando consultado.

A tela de cadastro foi estruturada e criada dentro do sistema. Na Figura 8, é apresentado o layout final da tela de cadastro juntamente com seus campos para preenchimento.

Figura 8: Tela de cadastro de novos equipamentos.

Cadastro de Equipamento

Placa: Equipamento:

Conjunto/eixos: Carroceria:

Observações:

Fechar Cadastrar

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As opções disponíveis em cada item são os mesmos encontrados no quadro 1.

Na Figura 9, é apresentado como ocorre a abertura das opções de cada opção da tela.

Figura 9: Tela de cadastro de novos equipamentos com a opção de “Equipamento” a mostra.

Cadastro de Equipamento

Placa: Equipamento:

Conjunto/eixos: Carroceria:

Observações:

Fechar Cadastrar

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na Figura 10, é apresentada a tela de consultas do histórico dos registros, onde é possível observar as principais informações dos equipamentos cadastrados, editar os cadastros e também deletá-los.

Figura 10: Tela de registro dos equipamentos cadastrados no sistema.

Relatórios Gestão Manutenção 

Equipamentos cadastrados

10 resultados por página Pesquisar

Placa	Equipamento	Conjunto / eixos	Carroceria	Observações	Ações
QWZ-87	Cavalo	3 eixos	-		 
QXI-21	Reboque	Rodotrem / 2 eixos	Basculante		 
QXI-77	Reboque	Rodotrem / 2 eixos	Basculante		 
QXI-00	Reboque	Rodotrem / 2 eixos	Dolly		 
RFL-96	Cavalo	3 eixos	-		 
EXR-93	Reboque	LS / 4 eixos	Basculante		 
GXM-17	Cavalo	3 eixos	-		 
PRE-96	Reboque	Bitrem / 2 eixos	Basculante		 
PRE-86	Reboque	Bitrem / 2 eixos	Basculante		 
RFP-18	Cavalo	3 eixos	-		 

Mostrando de 1 até 10 de 11 registros Anterior **1** 2 Próximo

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O botão ao lado do título “Relatórios Gestão Manutenção” possui como fim, exibir todo o histórico de inclusão e inativação de equipamentos, mostrando a data em que a ação foi tomada e o usuário responsável. Já os botões de ações ao lado direito dos equipamentos, são para editar e inativar os equipamentos, respectivamente. Nas placas também existem links que levam para o cadastro da placa, o qual é um recurso que já existe no sistema e fornece dados gerais do CRLV do veículo e de seu proprietário.

4.4.3 Etapa 2 – Registro de novas ordens de serviço

Nesta segunda etapa, foi desenvolvido como seria o ambiente de registro de novas ordens de serviços e como seu histórico seria demonstrado no sistema quando consultado.

Na Figura 11, é apresentada a tela de registro de ordens de serviço, a qual foi estruturada e criada dentro do sistema. Nela, é possível inserir todos os dados referentes ao processo de criação de uma nova ordem de manutenção.

Figura 11: Tela de registro de nova ordem de serviço.

Inserir Ordem de Manutenção

Descrição da ordem	
Data e hora solicitação:	dd/mm/aaaa --:-- <input type="text"/>
Motorista:	CPF Motorista <input type="text"/> <input type="button" value="Q"/> Nome Motorista <input type="text"/>
Descrição do serviço:	<input type="text"/> KM: <input type="text"/>
Código do equipamento: <input type="text"/>	

Dados do serviço prestado	
Oficina:	CPF/CNPJ Oficina <input type="text"/> <input type="button" value="Q"/> Nome Oficina <input type="text"/>
Causa Provável:	<input type="text"/>
Componentes reparados/trocados:	<input type="text"/>
Nota Fiscal:	<input type="text"/> Série: <input type="text"/> Valor do custo: R\$ <input type="text"/>
Início da prestação do serviço:	dd/mm/aaaa --:-- <input type="text"/> Fim da prestação do serviço: dd/mm/aaaa --:-- <input type="text"/>

Observações	
Observações adicionais:	<input type="text"/>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na Figura 12, é apresentada a tela para consultas do histórico de registros, a qual é possível visualizar as principais informações das ordens de serviços já adicionadas, além de editá-las e excluí-las.

Figura 12: Tela de registro das ordens de serviços de manutenção no sistema.

Registro Gestão Manutenção 

Ordens de serviço de manutenção cadastradas

10 resultados por página Pesquisar

ORDEM	Código Equipamento	Data da solicitação	Oficina prestadora de serviço	Solicitante da ordem	Tipo de manutenção	Descrição	Ações
1	PLACA/C2	06/04/2022 às 19:43h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Preventiva	-	  
2	PLACA/R3/LS-GRA	06/04/2022 às 19:55h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Corretiva	-	  
3	PLACA/C3	06/04/2022 às 19:55h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Preventiva	-	  
4	PLACA/R2/BI-BA	06/04/2022 às 19:55h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Corretiva	-	  
5	PLACA/R2/RO-BA	06/04/2022 às 20:45h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Preventiva	-	  
6	PLACA/C3	06/04/2022 às 20:45h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Corretiva	-	  
7	PLACA/C2	06/04/2022 às 23:25h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Preventiva	-	  
8	PLACA/R2/LS-BA	06/04/2022 às 23:26h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Corretiva	-	  
9	PLACA/R2/BI-BA	06/04/2022 às 23:26h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Preventiva	-	  
10	PLACA/C3	06/04/2022 às 23:41h	** *** **/****.**- Nome Oficina	Matheus Pimenta	Corretiva	-	  

Mostrando de 1 até 10 de 11 registros Anterior **1** 2 Próximo

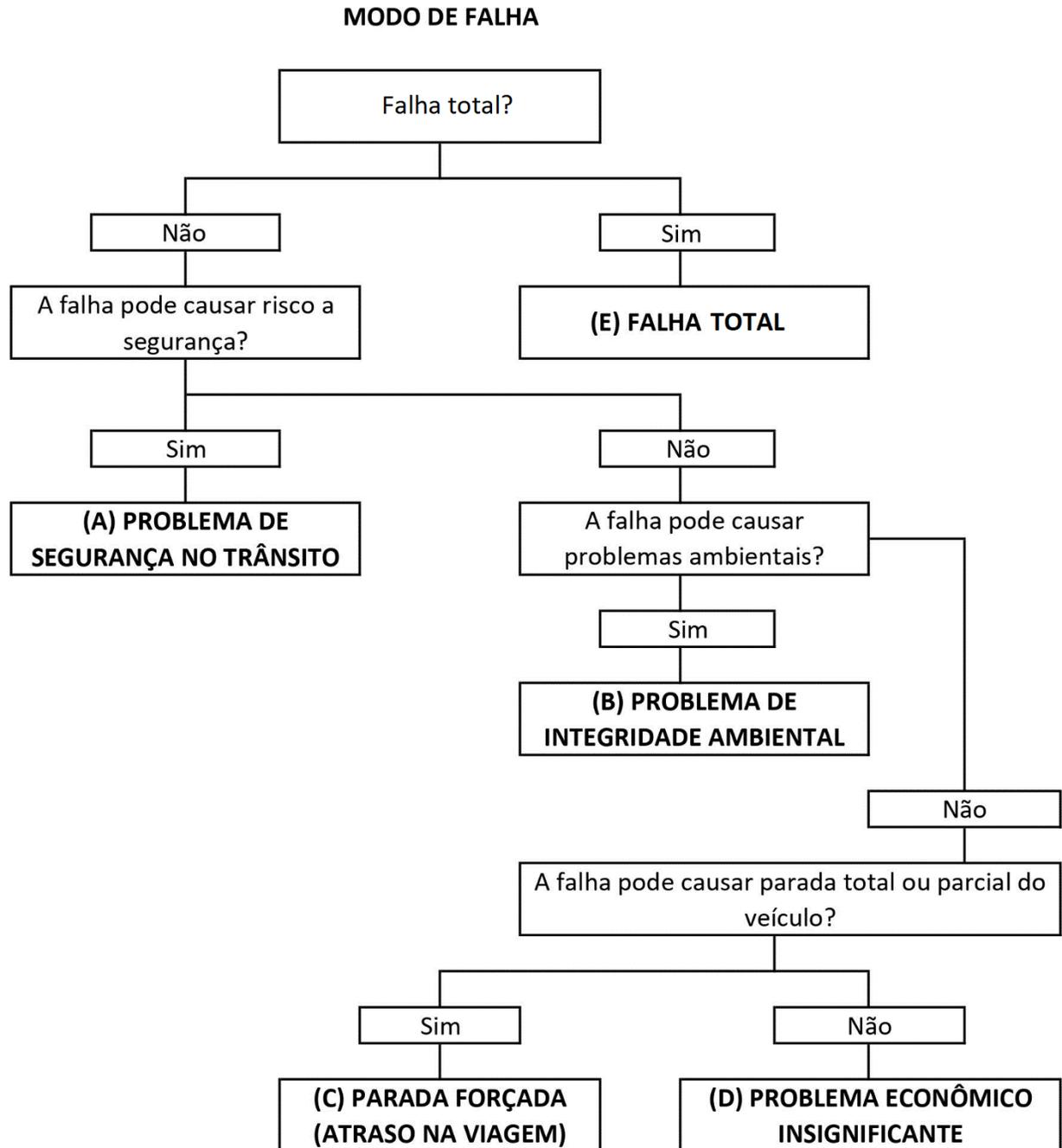
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O botão ao lado do título “Relatórios Gestão Manutenção” possui como finalidade exibir todo o histórico de inclusão e exclusão de ordens de serviço de manutenção, mostrando a data em que a ação foi tomada e o usuário responsável. Já os botões de ações ao lado direito das ordens, são para visualizar, editar e excluir as ordens, respectivamente.

4.5 Identificação das falhas

Cada uma das falhas ocorridas terá uma prioridade para posterior tomada de decisão. Foi criado um diagrama que auxiliará na obtenção do tipo de cada falha. Na Figura 13, é apresentado o diagrama de modo de falha, o qual auxiliará na diferenciação de cada tipo de falha para que seja tomada a decisão mais adequada.

Figura 13: Diagrama de Modos de Falhas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para a utilização do diagrama, deverá ser respondido as perguntas de acordo com o tipo de falha até que se encontre o tipo da falha ocorrida.

Todas as falhas irão seguir o modelo de manutenção proposto a seguir, onde cada uma terá um grau de relevância. A fim de medir sua relevância, cada tipo de falha terá um peso proporcional a sua gravidade. Na Tabela 5, são apresentados os tipos de falhas, suas categorias e seu peso, respectivamente.

Tabela 5: Grau de gravidade dos tipos de falhas.

Tipo de falha	Categoria	Qualificação
Problema de segurança no trânsito	A	Muito crítico
Problema de integridade ambiental	B	Muito crítico
Parada forçada	C	Crítico
Problema econômico insignificante	D	Pouco crítico
Parada total	E	Muito crítico

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para a classificação dos pesos, foi realizado um *brainstorming* com o proprietário da empresa, gestor de frota e supervisor de operações e foram definidos os seguintes critérios, seguindo as ideias de SMITH (1993):

1. Não identificação do problema;
2. Possibilidade de causar danos a si próprio ou a terceiros;
3. Possibilidade de causar danos ao meio ambiente;
4. Sem possibilidade de danos, somente custo de reparo e atraso na viagem;
5. Sem possibilidade de danos e sem atraso na viagem, podendo ser reparado posteriormente.

Esses foram os critérios utilizados para definição dos pesos das falhas, sendo os critérios 1, 2 e 3 muito crítico, devido ao risco de acidentes e ambiental, o 4 pouco crítico, devido à ausência de riscos, e o número 5 sem urgência, devido à ausência de riscos e por não haver a necessidade de reparo rápido. Dessa forma, a falha do tipo falha total, problemas de segurança e problema de integridade ambiental receberam uma qualificação de muito crítica. A falha do tipo parada forçada recebeu uma qualificação de crítica, uma vez que ela não causa danos externos, somente ao veículo e atraso na viagem. Já a falha do tipo problema econômico insignificante obteve qualificação de sem urgência, uma vez que ela pode ser reparada posteriormente.

A informação do tipo de falha irá constar nas observações adicionais da ordem de serviço de manutenção, a fim de auxiliar na tomada de decisão.

4.6 Determinação do planejamento de manutenção

A partir do histórico de falhas existentes na empresa e entrevistas com o gestor de frota da empresa, foram construídos dois planos de atividades de manutenção para os veículos, sendo um direcionado ao próprio motorista do veículo e outro para o controle das revisões preventivas dos veículos.

Na Figura 14, é apresentado a planilha que o motorista sempre irá portar para controle das conferências de manutenção que serão feitas antes de todas as viagens.

Figura 14: Planilha de planejamento destinada ao motorista.

Planejamento Preventivo Operador

Placas: _____

Motorista: _____

ITEM	Viagens																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CAVALO MECÂNICO																	
Condição da bateria																	
Líquido de arrefecimento																	
Óleo do motor																	
Calibragem dos pneus																	
Freios																	
Nível AdBlue																	
Nível do fluido para limpar o para-brisa																	
Possíveis vazamentos de ar, fluidos ou óleo																	
Fixação das rodas																	
CARRETAS																	
Acoplamento do reboque																	
Freios																	
Calibragem dos pneus																	
Fixação das rodas																	

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os itens apresentados na Figura 14 foram retirados do manual do motorista fornecido pela fabricante dos veículos da empresa.

Também será repassado ao motorista uma ficha com todos os itens obrigatórios do veículo para que ele possa fazer a verificação uma vez ao mês. Na Figura 15, é apresentada a ficha de conferência de itens obrigatórios.

Figura 15: Ficha de conferência de itens obrigatórios do veículo.

CONFERÊNCIA ITENS OBRIGATÓRIOSPlacas: _____
Motorista: _____

ITEM	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAVALO MECÂNICO												
Pára-choques, dianteiro e traseiro												
Protetores das rodas traseiras dos caminhões												
Espelhos retrovisores, interno e externo												
Limpador de pára-brisa												
Lavador de pára-brisa												
Pala interna de proteção contra o sol para o condutor												
Faróis principais dianteiros de cor branca ou amarela												
Luzes de posição dianteiras de cor branca ou amarela												
Lanternas de posição traseiras de cor vermelha												
Lanternas de freio de cor vermelha												
Lanternas indicadoras de direção dianteiras												
Lanterna de marcha à ré, de cor branca												
Retrorefletores traseiros, de cor vermelha												
Lanterna de iluminação da placa traseira, de cor branca												
Velocímetro												
Buzina												
Freios de estacionamento e de serviço												
Pneus que ofereçam condições mínimas de segurança												
Dispositivo de sinalização luminosa ou refletora												
Extintor de incêndio												
Registrador instantâneo de velocidade e tempo												
Cinto de segurança para todos os ocupantes do veículo												
Dispositivo destinado ao controle de ruído do motor												
Roda sobressalente												
Macaco, compatível com o peso e carga do veículo												
Chave de roda												
Chave de fenda												
Lanternas delimitadoras e lanternas laterais												
Cinto de segurança para a árvore de transmissão												
SEMIRREBOQUE												
Para-choque traseiro												
Protetores das rodas traseiras												
Lanternas de posição traseiras, de cor vermelha												
Freios de estacionamento e de serviço												
Lanternas de freio, de cor vermelha												
Iluminação de placa traseira												
Lanternas indicadoras de direção traseiras												
Pneus que ofereçam condições mínimas de segurança												
Lanternas delimitadoras e lanternas laterais												

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.6.1 Revisões preventivas

Para as revisões preventivas, foi fechado um acordo com uma oficina parceira para a realização da revisão preventiva para verificações e testes, a fim de validar se há a necessidade de reparos. O período para realização da manutenção, segundo a fabricante, depende do tipo de aplicação. Para veículos do tipo cavalo mecânico, o período de manutenção é intercalado entre 20.000 Km e 25.000 Km, ou seja, ao se realizar uma manutenção com 20.000 Km rodados, a próxima ocorrerá após 25.000 Km rodados e a próxima novamente após 20.000 Km, seguindo assim este ciclo. Para tal controle, ao fim de toda semana, o motorista irá fornecer a quilometragem do veículo ao gestor da frota.

Para um melhor controle, foi criada uma planilha no software Microsoft Excel (2019). Na planilha haverá a placa do veículo, a data da revisão, com quantos quilômetros houve a revisão e se ela ocorreu após 20.000 Km ou 25.000 Km. Na Figura 16, é apresentada a planilha criada para este controle.

Figura 16: Planilha de controle de revisões preventivas

Placa: AAA-0000								
Registro de revisões Tipo revisão: 25.000 KM: 40.000 Data: 01/08/2022		Registro semanal de quilometragem <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Quilometragem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15/08/2022</td> <td>42.000</td> </tr> <tr> <td>08/08/2022</td> <td>41.000</td> </tr> </tbody> </table>	Data	Quilometragem	15/08/2022	42.000	08/08/2022	41.000
Data	Quilometragem							
15/08/2022	42.000							
08/08/2022	41.000							
Registro de revisões Tipo revisão: 20.000 KM: 15.000 Data: 01/07/2022		Intervalo até a próxima revisão (KM) <div style="text-align: center; background-color: #90EE90; padding: 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">20.000</div> KM próxima revisão <div style="text-align: center; background-color: #FFDAB9; padding: 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">60.000</div>						
		<div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border-radius: 10px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">Adicionar registro de quilometragem</div> <div style="background-color: #90EE90; padding: 5px; border-radius: 10px; display: inline-block;">Adicionar registro de revisões</div>						

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ao lado esquerdo da planilha, é apresentado o registro das revisões realizadas na placa que se encontra no título da planilha. Ao centro, pode-se visualizar o registro de quilometragem que é feito semanalmente e, ao lado direito, tem-se o intervalo para a próxima revisão, de acordo

com a período aguardado da última revisão, a quilometragem que deverá ser feita a próxima revisão e dois botões para adicionar novos registros de quilometragem e novos registros de revisões. Para o uso dos botões, foi criado uma macro em VBA (*Visual Basic for Applications*), o qual é uma linguagem de programação que permite automatizar processos no software Microsoft Excel (MICROSOFT, 2022). Ao clicar nos botões, será aberto uma janela para a inserção dos dados e, ao adicioná-los, eles irão para o topo da tabela dos registros, mantendo sempre os registros mais novos no topo.

Para a determinação de quais itens seriam avaliados nessa conferência, foi realizado uma reunião com o mecânico proprietário da oficina parceira e com o gestor de frota. Dessa forma, foi informado pelo mecânico que seria necessário a conferência dos seguintes itens:

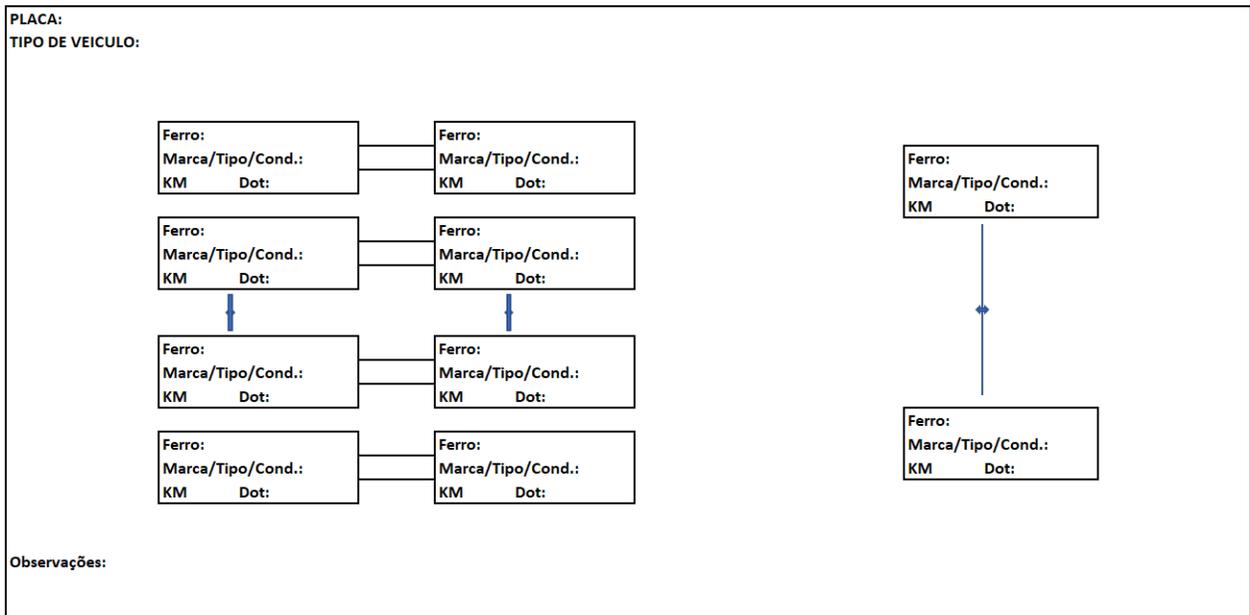
- Componentes internos: Sistema de embreagem; Freio de mão; Freio; Extintor; Luzes indicativas e painel;
- Injeção eletrônica: Diagnóstico de injeção; Velas de ignição e cabo de velas; Filtro de ar; Filtro de combustível; Limpeza de bicos;
- Motor: Nível do reservatório do líquido de arrefecimento; Vazamentos e mangueiras de arrefecimento; Correias e tensores; Nível de óleo do motor; Vazamento de motor;
- Componentes inferiores: Bandejas e braços; Pivôs; Terminais de direção; Articulação axial da caixa de direção; Coifas das homocinéticas e caixa de direção; Batentes, coifas e calços de molas; Coxim do amortecedor; Buchas da barra de direção e barra tensora; Amortecedores;
- Geometria: Alinhamento de direção; Cambagem e caster; Balanceamento das rodas; Calibragem de pneus e rodízio de rodas; Desgaste da banda de rodagem; Estepe;
- Freios: Fluido de freio e nível de reservatório; Pastilhas, discos, lonas e tambores; Flexíveis de freio; Vazamento e cilindros de rodas traseiro;
- Escapamento: Escapamento; Abraçadeiras e coxins.

4.6.2 Controle de pneus

Para o controle de pneus, primeiramente houve a marcação a ferro de todos os pneus pertencentes a empresa, a fim de localizá-los precisamente em suas posições. A partir disso, foi

criado uma planilha utilizando o software Microsoft Excel (2019), onde será controlada a posição de cada pneu, ou seja, em qual cavalo ou carreta ele se encontra e em qual posição do veículo ele se encontra. Além disso, na planilha também constará a marca do pneu, seu tipo, sua condição, sua quilometragem e seu DOT (*Department of transportation*). O DOT é um código que contém diversas informações do pneu e indica que o pneu atende ou excede os determinados padrões de segurança (PIRELLI, 2022).

Figura 17: Controle dos Pneus de uma cavalo mecânico a partir de uma planilha criada em Excel.

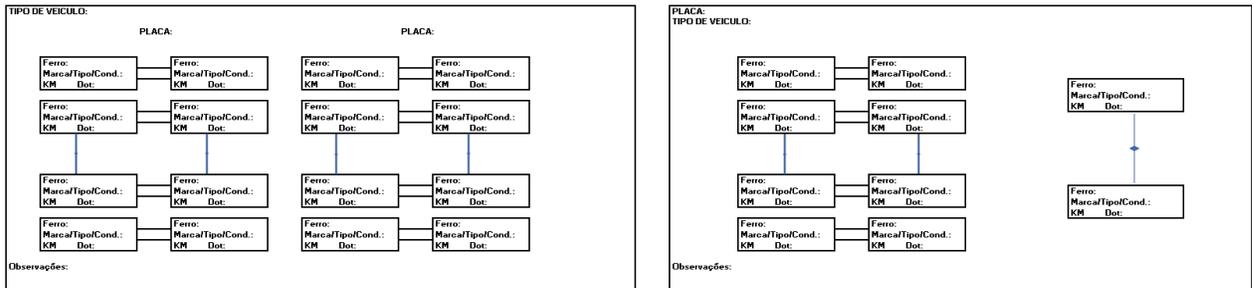


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na Figura 16, é apresentado o controle de um cavalo mecânico. Cada retângulo representa um pneu do veículo. Os pneus do lado direito são os pneus frontais e os do lado esquerdo, os traseiros. Dentro do retângulo, é descrito o número do pneu, sua marca, seu tipo, sua condição, sua quilometragem e seu DOT. Os tipos de pneus utilizados são lisos ou borrachudos e sua condição é definida em dois tipos diferentes, sendo eles novos ou recuperados.

Os conjuntos serão divididos em abas na planilha, nomeando-as de acordo com a placa do cavalo. Dentro de cada planilha, haverá o cavalo e suas carretas, estando um ao lado do outro, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 18: Controle dos Pneus de uma carreta bitrem a partir de uma planilha criada em Excel.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na parte esquerda, é apresentado o modelo de uma carreta bitrem, onde é possível visualizar dois conjuntos de dois eixos cada um, representando duas carretas de dois eixos cada, ao lado direito, é apresentado o modelo de um cavalo mecânico.

Para o controle de quilometragem dos pneus, foi realizado um estudo mais detalhado, conforme apresentado a seguir.

4.6.2.1 Controle de quilometragem dos pneus

Para o controle da quilometragem, será analisado quantos quilômetros cada pneu rodou separadamente, pois nem sempre todos eles estão em contato com a pista. Geralmente, quando o veículo está rodando vazio, sem uma carga, alguns dos eixos são suspensos, a fim de economizar o pneu. Por isso, o motorista terá consigo uma lista na qual ele marcará a quilometragem que o caminhão se encontra e quais eixos estão rodando e sempre que ele suspender qualquer eixo, ele fará uma nova anotação com a nova quilometragem do caminhão e quais eixos estão rodando.

Semanalmente, o motorista irá entregar a lista ao gestor de frota e ele irá calcular a quilometragem de cada pneu e atualizar na planilha.

Além das anotações da quilometragem, o motorista também irá verificar, semanalmente, antes da entrega da lista ao seu gestor, a altura da banda de todos os pneus, utilizando um paquímetro, que será fornecido pela empresa a todos os motoristas, e verificará se a altura está acima do limite do pneu. Este limite é medido por uma marcação em alto relevo entre os frisos do pneu, que indica o máximo desgaste permitido. Os valores encontrados serão anotados e entregues

junto da lista ao gestor. Com isso, será possível analisar a vida útil dos pneus e o tempo média de desgaste de cada pneu.

4.7 Indicadores de manutenção

Os indicadores de manutenção serão calculados automaticamente no sistema implementado, utilizando os dados do próprio histórico criado. Após a construção de um histórico sólido, o sistema irá mostrar, além dos indicadores de manutenção, gráficos para uma melhor visualização dos resultados da manutenção. Nestes gráficos, serão apresentados as linhas de evolução de cada um dos indicadores utilizados.

Para a escolha de quais indicadores foram implementados a princípio na empresa, foi apresentado, aos proprietários da empresa e ao gestor de frota, os indicadores existentes e a funcionalidade de cada um. Como a empresa possui uma frota relativamente nova e pequena, serão analisados os indicadores que apresentem uma melhor gestão para baixo volume e que trará uma visão econômica melhor à empresa. Sendo assim, foram escolhidos os seguintes indicadores:

- **TMPF (Tempo médio entre falhas)** – Importante pois fornecerá quanto tempo os veículos estão se mantendo sem falhas, o que mostrará se os métodos de manutenção implementados estão sendo eficazes.
- **TMPR (Tempo médio para reparo)** – Importante pois mostrará se as oficinas escolhidas para as manutenções estão trabalhando de forma eficaz e ágil.
- **Disponibilidade dos ativos** – Como o custo de veículo parado é alto, este indicador possibilitará o cálculo de quanto tempo e dinheiro está sendo perdido na ocorrência de uma falha.
- **CMF (Custo de manutenção / faturamento)** – Importante pois mostrará qual a porcentagem do faturamento da empresa está sendo gasta com manutenção.

Possuindo o controle de cada um destes indicadores, será possível propor ações de melhorias e acompanhar se essas ações estão sendo eficazes.

Esses indicadores serão medidos diariamente pelo sistema e serão avaliados, a princípio, semestralmente, uma vez que a empresa possui um baixo volume de caminhões. Em sua

comparação, será avaliado se houve ou não melhora a partir do último semestre e será verificado formas de melhorar os indicadores com reuniões entre os gestores e o proprietário da empresa.

4.8 Treinamento dos envolvidos no setor de manutenção

Ao gestor da frota, foi demonstrado o passo a passo de como será feita a utilização das novas ordens de carregamento e como se utilizar todo o sistema criado para a gestão de manutenção. Além do gestor da frota, o proprietário da empresa também acompanhou as orientações e ambos aprovaram todo o plano de manutenção e gostaram muito da iniciativa e da implementação.

Após as orientações aos gestores, foi feito o processo de orientação aos motoristas com somente um motorista para que ele pudesse opinar sobre este novo processo. Foi repassado a eles tudo sobre o novo plano implementado e quais seriam os formulários que ele passaria a preencher. Além disso, o mecânico principal da oficina parceira apresentou o mini curso ao motorista, que durou em torno de 30 minutos, sobre as principais conferências antes de se iniciar uma viagem. Após o fim do processo, o motorista elogiou o novo procedimento que estaria sendo implementado na empresa e disse que o mini curso foi de grande ajuda para que ele soubesse realizar corretamente as principais conferências repassadas pelo mecânico.

Portanto, o processo de orientações teve uma boa recepção pela empresa e foi aprovado pelos instruídos e será posteriormente realizado com o restante dos motoristas.

5 CONCLUSÃO

O modelo de manutenção seguido anteriormente na empresa mostrou-se pouco eficaz nos dias atuais, uma vez que não havia nenhuma programação de manutenção e se utilizava mais da manutenção corretiva não planejada. Por esse motivo, o plano de manutenção criado se mostrou com um grande potencial na empresa modelo, oferecendo diversos benefícios produtivos e financeiros à mesma.

Todos os equipamentos da empresa foram codificados, de forma que facilite na gestão dos ativos e controle da manutenção. Para isso, foi desenvolvido dentro do próprio sistema da empresa um ambiente para controle da manutenção, o qual oferece controle dos ativos cadastrados, controle das manutenções realizadas e visualização dos indicadores de manutenção.

Além disso, foi criado um plano de treinamento para os motoristas e gestores de frotas, ensinando mais sobre a gestão de manutenção e sobre o novo sistema de gestão da empresa.

No contexto apresentado neste trabalho, a empresa foi muito receptiva quanto a proposta do plano, aderindo-o e o colocando em funcionamento. Os resultados finais do plano foram satisfatórios e serão evoluídos para um próximo projeto.

6 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, almeja-se fazer o levantamento dos principais componentes de falhas do veículo com o gestor de frota da empresa e o diretor através do histórico de falhas do veículo. Além disso, também será realizado uma reunião com transportadoras parceiras, as quais possuem frotas de tamanhos consideráveis, para conversar a respeito de suas manutenções e chegar a melhores conclusões a respeito dos itens de falhas.

Outros pontos a serem trabalhados, será o melhor planejamento das manutenções preventivas e preditivas e a análise do histórico de manutenção desenvolvido no sistema, a fim de propor melhorias para evoluir os futuros resultados, e a elaboração de um projeto para controle da quilometragem dos pneus de forma autônoma, através de sensores.

7 REFERÊNCIAS

- ANTT. **Informações Gerais**. Disponível em: <<https://portal.antt.gov.br/informacoes-gerais>> (Acesso em 05/05/2022).
- ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE – Rodoviário. 2021 -. Anual.
- ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE 2021. 2021 -. Anual.
- ARAÚJO, L. C. **Melhoria da manutenção planejada em uma fábrica de pneus do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2017.
- BARROS, B. A., FERRAZ, M., REIS, S. **A Importância da Manutenção Industrial Como Ferramenta Estratégica de Competitividade**. Trabalho de Graduação de Engenharia de Produção - Faculdade Redentor Rua Coronel Josino, Miracema, RJ, Brasil. 2018.
- BOLETIM ECONÔMICO 2021 DA CNT. 2021-. Mensal.
- BOLETIM ESTATÍSTICO JANEIRO 2021 DA CNT. 2021 -. Mensal.
- BRASIL. **Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o código de trânsito brasileiro, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 1997. Cap. XVI, Art. 257.
- BRASIL. **Resolução nº 14, de 06 de fevereiro de 1998**. Institui o código de trânsito brasileiro, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 fev. 1998. Art 230.
- BRASIL. **Resolução nº 556, de 17 de setembro de 2015**. Institui o código de trânsito brasileiro, Poder Executivo, Brasília, DF. Ed. 179, Seção 1, Pag 46.
- CNT. **Acidentes rodoviários com caminhões**. Disponível em: <<https://cnt.org.br/acidentes-rodoviarios-caminhoes>> (Acesso em 18/05/2022).
- CNT. **As vantagens de transportar sem sobrecarga**. 2019. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-informe-vantagens-transportar-sem-sobrecarga>> (Acesso em 01/02/2022).
- CNTTL. **Extintor de incêndio continua obrigatório para caminhões e ônibus**. Disponível em: <<https://cnttl.org.br/noticia/5219/extintor-de-incendio-continua-obrigatorio-para-caminhoes-e-onibus>> (Acesso em 07/05/2022).
- COSTA, M. ALMEIDA. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Juiz de Fora, MG, Brasil, 2013.

DW. **Top 5 – Maiores malhas rodoviárias do mundo.** Disponível em: <<https://www.dw.com/ptbr/top-5-maiores-malhas-rodovi%C3%A1rias-do-mundo/a-16384231>> (Acesso em 05/05/2022).

ENGEOL. **9 Tipo de manutenção: Como escolher a estratégia correta.** Disponível em: <<https://manutencao.engeoil.com.br/portal/pt/kb/articles/tipos-de-manutencao>> (Acesso em 13/06/2022).

ENGETELES. **Como implementar o PCM.** Disponível em: < <https://engeteles.com.br/como-implantar-o-pcm/>> (Acesso em 05/05/2022).

FERREIRA, R. ALVES. **Gestão Da Manutenção, Elaboração De Um Controle De Manutenção Em Uma Frota De Caminhões: empresa familiar.** Varginha, MG, Brasil, 2020.

FRANCESCHINI, F, GALETTO, M. **A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA.** Politecnico di Torino, 2001.

MARQUES, TRAVAIN, SANTOS, CARVALHO, PEREIRA, JUNIOR. **GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE FROTAS DE VEÍCULOS. Uma proposta de otimização através de monitoramento individualizado e contínuo.** Trabalho do Programa de Especialização em Gestão de Negócios – Curitiba, PR, Brasil, 2017.

MICROSFT. **Introdução ao VBA no Office.** Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>> Acesso em: 15 de agosto de 2022.

MORO, N. **Introdução à gestão de manutenção.** Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

MOUBRAY J. **Reliability – Centred Maintenance**, 2ª Ed. Nova York: Editora Industrial Press, 1997.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção Preditiva, Volume 1.** 1º Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1989. `

NETTO, A. P. **Manutenção Industrial, Volume 1.** 1ª Ed. Santa Catarina: Editora Uniasselvi, 2018.

OLIVEIRA, J. C. S. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras.** Revista GEPROS (Gestão da Produção, Operações e Sistemas) Ano 8, n.3, 2013.

PELEGRINI, G. **Modelo de Planejamento de manutenção para caminhões de cargas frigorificadas.** Tese submetida ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013. Porto Alegre – RS, Brasil.

PESQUISA CNT DE RODOVIAS 2021 – Release e principais dados. 2021 -. Anual.

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007.

PIVARI, Marcos. **Carretas e reboques**. São Paulo. Disponível em: <<http://portal.macamp.com.br/portal-subcategoria.php?varId=26>> Acesso em: 06 de dezembro de 2015.

RIBEIRO, H. **Manutenção Produtiva Total. A Bíblia do TPM, Volume 1**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Viena, 2014.

RODRIGUES, R. E. **Sistemas ERP: Conceitos e considerações para evitar o fracasso do projeto**. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2012.

SANTOS, L. M. A., Et al. **A Importância da manutenção industrial e seus indicadores**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed 11, Vol. 01, 2019.

SINK, D. S, TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para a performance**. Trad. Elenice Mazzili e Lúcia Faria Silva. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1993.

SMITH, A. **Reliability Centered Maintenance**. Boston, 1993.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. Dissertação submetida ao programa de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008.

TONDATO R., QUINTILHANO S. R. **A manutenção autônoma como ferramenta para melhoria contínua: um estudo de caso em uma pequena empresa Paranaense**. Maceió, AL, Brasil, 2018.

TROJAN, F., MARÇAL, R. F. M., BARAN, L. R. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério electre tri**. Natal, RN, Brasil, 2013.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006.

WESTWICK, C. A. **How to use Manegement Ratios**. Great Britain: Diddles Limited, 1989.

ZAIONS D. R. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. Porto Alegre, RS, Brasil, 2003.