



ALEXANDRE GUIMARÃES LARA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DA GESTÃO DA FROTA
UTILIZADA NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS POR UMA
EMPRESA PARA MAPEAMENTO DE OPORTUNIDADES DE
MELHORIAS**

**LAVRAS – MG
2023**

ALEXANDRE GUIMARÃES LARA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DA GESTÃO DA FROTA
UTILIZADA NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS POR UMA
EMPRESA PARA MAPEAMENTO DE OPORTUNIDADES DE
MELHORIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Mecânica, para a obtenção do título de
Bacharel.

Profa. Dra. Joelma Durão Rezende Pereira
Orientadora
Prof. Dr. Bassiro Sô
Coorientador

**LAVRAS – MG
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Lara, Alexandre Guimarães.

Avaliação do processo da gestão da frota utilizada na prestação
de serviços por uma empresa para mapeamento de oportunidades de
melhorias / Alexandre Guimarães Lara. - 2023.

61 p.

Orientador(a): Joelma Durão Rezende Pereira.

Coorientador(a): Bassiro Sô.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Gestão de Frotas. 2. Manutenção. 3. Análise de Processos. I.
Pereira, Joelma Durão Rezende. II. Sô, Bassiro. III. Título.

ALEXANDRE GUIMARÃES LARA

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DA GESTÃO DA FROTA UTILIZADA NA
PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS POR UMA EMPRESA PARA MAPEAMENTO DE
OPORTUNIDADES DE MELHORIAS**

**EVALUATION OF THE FLEET MANAGEMENT PROCESS USED IN THE
PROVISION OF SERVICES BY A COMPANY FOR MAPPING OPPORTUNITIES
FOR IMPROVEMENT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Mecânica, para a obtenção do título de
Bacharel.

APROVADA em 03 de fevereiro de 2023.
Prof. Filipe Augusto Gaio de Oliveira UFLA

Profa. Dra. Joelma Durão Rezende Pereira
Orientadora
Prof. Dr. Bassiro Sô
Coorientador

**LAVRAS – MG
2023**

RESUMO

A eficiência da gestão da frota de veículos de uma empresa é imprescindível para bons resultados financeiros, independente dos seus ramos de atuação, as empresas possuem custos quando possuem veículos. O presente trabalho avalia o processo de gestão da frota de veículos utilizada em um contrato específico de prestação de serviços de manutenção predial nas dependências de outra empresa terceira, do setor de mineração, com o uso de carros utilitários, caminhonetes e caminhões na realização das atividades diárias. O objetivo da análise é avaliar as ineficiências do processo de gestão dos veículos da empresa prestadora de serviços e propor melhorias e adequações para possibilitar o uso pleno dos recursos alocados nesta unidade de trabalho. Utilizando o histórico de ocorrências de manutenção dos veículos e explorando as condições do processo da gestão da frota a partir do compartilhamento de informações pela empresa, realização de reuniões e visitas, foram realizadas análises estratificadas dos custos e de variáveis relacionadas aos veículos com a aplicação de ferramentas da qualidade. Dessa forma, foram obtidas as ineficiências do processo de gestão e elaboradas sugestões de melhorias para aplicação pela empresa.

Palavras-Chave: Gestão de veículos. Manutenção. Otimização de processos. Melhorias.

ABSTRACT

The efficiency of managing a company's fleet of vehicles is essential for good financial results, regardless of their fields of activity, companies have costs when they have vehicles. The present work evaluates the management process of the fleet of vehicles used in a specific contract for the provision of building maintenance services on the premises of another outsourced company, in the mining sector, with the use of cars, vans and trucks for support in daily activities. The objective of the analysis is to evaluate the inefficiencies of the service provider company's vehicle management process and propose improvements and adaptations to active optimal use of the resources allocated in this work unit. Using the history of vehicle maintenance occurrences and exploring the conditions of the fleet management process from the sharing of information by the company, holding meetings and visits, stratified analyzes of costs and variables related to vehicles were carried out with the application of quality tools. In this way, the inefficiencies of the management process were identified and suggestions for improvements were made for application by the company.

Keywords: Vehicles management. Maintenance. Process optimization. Improvements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total	14
Figura 2 – Casa do Sistema Toyota de Produção	18
Figura 3 – Planilha utilizada para arquivamento de informações de manutenção.	27
Figura 4 – Painel do gráfico sequencial do custo geral de manutenção dos veículos.	32
Figura 5 – Painel estratificação dos custos com manutenção por categoria.....	33
Figura 6 – Painel estratificação por placa, Diagrama de Pareto: Caminhonetes.	34
Figura 7 – Painel estratificação por placa, Diagrama de Pareto: Caminhões.....	34
Figura 8 – Diagrama de Ishikawa para avaliação de causas do problema.	36
Figura 9 – Relação de representatividade por tipo de manutenção de caminhonetes.	39
Figura 10 – Relação de representatividade por tipo de manutenção de caminhões.	40
Figura 11 – Foto do exterior de uma caminhonete utilizada em serviço pela empresa.....	46
Figura 12 – Foto da parte inferior de uma caminhonete utilizada em serviço pela empresa. ..	46
Figura 13 –Recorte das colunas utilizadas referentes à planilha do histórico de manutenções para análise de recorrências.....	47
Figura 14 – Painel gráfico do custo financeiro e número de ocorrências de manutenção por sistema do veículo para caminhonetes.....	48
Figura 15 – Painel gráfico custo financeiro e número de ocorrências de manutenção por sistema do veículo para caminhões.	48
Figura 16 – Custo de manutenção segregado por ano dos veículos: Caminhonetes.	50
Figura 17 – Custo de manutenção segregado por ano dos veículos: Caminhões.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Carros utilitários utilizados pela empresa na unidade de trabalho.	24
Tabela 2 – Caminhonetes utilizadas pela empresa na unidade de trabalho.	25
Tabela 3 – Caminhões utilizados pela empresa na unidade de trabalho.	25
Tabela 4 – Relação de controle de existência de planos de manutenção: Caminhonetes.	37
Tabela 5 – Relação de controle de existência de planos de manutenção: Caminhões.	38
Tabela 6 - Média mensal de rodagem dos veículos nas unidades.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistemas do veículo incluindo adaptações para delimitação das categorias.	29
Quadro 2 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas no curto prazo.....	42
Quadro 3 – Relação de custos com manutenções preventivas realizados: caminhonetes.	43
Quadro 4 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas: Daily Truck 70C17.	44
Quadro 5 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas: Accelo 815C.....	44
Quadro 6 – Relação de custos com manutenções preventivas realizados: Caminhões.	45
Quadro 7 – Consolidação das causas analisadas e suas classificações quanto a influência.	51
Quadro 8 – Elaboração de sugestões de melhorias.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivos Gerais	8
1.1.2	Objetivos Específicos.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Gestão de frotas.....	9
2.2	Histórico da manutenção e a manutenção veicular	10
2.3	Tipos de manutenção	12
2.4	Manutenção Produtiva Total.....	13
2.5	Plano de manutenção.....	15
2.6	<i>Lean Manufacturing</i> (Manufatura Enxuta).....	17
2.7	Ferramentas da Qualidade: Diagrama de Pareto e Diagrama de Ishiwaka	20
2.8	Definição do tipo de pesquisa utilizado.....	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1	Apresentação do local do estudo.....	23
3.2	Etapas de realização do trabalho	24
3.2.1	Detalhamento dos veículos da unidade de trabalho	24
3.2.2	Obtenção do histórico de manutenção dos veículos	26
3.2.3	Tratamento inicial dos dados do histórico de manutenção	28
3.2.4	Visitas em campo	29
3.2.5	Análises do processo de gestão da frota.....	29
3.2.6	Limitações das análises	31
4	4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1	Cenário de manutenção dos veículos	32
4.2	Análise de causas do problema	35
4.2.1	Comprovações de causas.....	37

4.3	Sugestões de melhorias	51
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

No século XVIII uma sucessão de invenções nos meios de produção, deu origem ao modo de produção fabril, que em uma série de melhorias evolutivas marcou o limiar da Revolução Industrial (LIMA; NETO, 2017). Com a evolução dos meios de produção e o início da mecanização, diversos setores foram impactados, sendo um deles o setor automotivo. Após anos de evolução, o uso de veículos automotores para transporte de pessoas e cargas se tornou popular, e atividades que antes eram realizadas com esforços físicos, foram simplificadas com a mecanização.

Com a utilização dos veículos automotores, também foi necessário desenvolver conhecimentos e técnicas para a gestão dos mesmos, visando garantir que os veículos operem em condições de pleno funcionamento e sem riscos quanto à segurança dos operadores. Nesse contexto, tem-se muita informação disponível para gestão dos veículos, porém na grande maioria dos casos não são completamente exploradas.

Os conceitos sobre gestão de frotas, não são recentes, autores no século XX já discutiam sobre o tema. A gestão de frotas é coordenar, administrar, controlar e gerenciar vários equipamentos de uma mesma empresa ou organização, onde se capilariza em alguns tópicos essenciais como manutenção de veículos, roteirização, custos de serviços e peças, dimensionamento para operação. (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 1997).

Na abordagem da gestão de frotas, a manutenção é um dos quesitos principais de ser gerenciada, pois ela não está apenas relacionada à boa integridade e durabilidade dos veículos, como também à segurança de todos os envolvidos nas atividades e nas conformidades legais quanto aos requisitos ambientais de poluição do ar e sonora.

Diante do cenário competitivo atual entre as empresas do mercado industrial e de transportes, a necessidade de melhorias na gestão de suas máquinas ou veículos culminaram na utilização e na criação de novas ferramentas para gestão dos mesmos, mantendo em muitas delas o foco no processo de manutenção. A gestão da manutenção de veículos também tem grande influência no valor financeiro dos ativos, podendo ocasionar vantagens competitivas para as empresas, as quais podem gastar menos recursos no processo e agregar maiores valores nas vendas dos veículos usados, como também, grande ônus nos cenários de descasos com os veículos.

Nesse cenário, o presente trabalho é um estudo de caso que avalia a gestão da frota de veículos utilizada na prestação de serviços nas dependências de uma empresa terceira,

mapeando as ineficiências do processo, com foco na manutenção dos veículos para explorar oportunidades de melhorias. Contudo, outros quesitos também são explorados, entre eles: processos internos de gestão dos veículos, características como: idade da frota dos veículos, a influência do ambiente no desgaste de sistemas específicos dos veículos e até mesmo a existência ou não de procedimentos padrão para utilização dos veículos, fatores que são importantes para uma gestão sólida de uma frota.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

O trabalho tem como objetivo avaliar as condições e os processos da gestão da frota utilizada em contrato de prestação de serviços de manutenção predial em uma empresa terceira do ramo de mineração e propor ações melhorias na gestão dos veículos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evidenciar o cenário dos gastos financeiros com a frota de veículos da empresa utilizada na unidade de trabalho em questão;
- Expor como o processo de gestão dos veículos é realizado;
- Mapear as ineficiências do processo de gestão dos veículos;
- Propor melhorias em forma de um plano de ação para otimizar a gestão dos veículos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentadas informações relevantes para a temática do trabalho, um viés de gestão de frotas com ênfase nas atividades de manutenção é fornecido, como também, temas abordando ideologias comumente utilizadas na implantação de melhorias de processos, como o *Lean Manufacturing*, ferramentas de qualidades úteis nas análises da gestão de frota e a Manutenção Produtiva Total, expondo conceitos importantes para otimizações de processos de manutenção.

2.1 Gestão de frotas

O termo “gestão de frotas” representa a atividade de reger, administrar ou gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma empresa. Essa tarefa tem uma abrangência bastante ampla e envolve diferentes serviços, como dimensionamento, especificação de equipamentos, roteirização, custos, manutenção, renovação de veículos, entre outros. (Valente et al., 2016. p.1)

Em complemento à definição, Clemente (2008) propõe que gestão de frotas é o gerenciamento de veículos de uma empresa, através de técnicas para redução de custos, minimização de riscos e avanços na eficiência da operação exercida.

De acordo com Moubrey (1997) um dos pilares importantes da gestão de frotas é a manutenção preventiva onde tem como objetivo evitar ou reduzir quebras e/ou falhas dos equipamentos, respeitando minuciosamente um plano de manutenção elaborado por um especialista ou fabricante. Os equipamentos devem ter seus desgastes previsíveis e calculados para terem intervenções preventivas, dessa forma, pode-se estender o tempo de operação dos equipamentos e ativos da empresa. Nesse cenário é importante discutir sobre a temática de manutenção e suas influências na gestão de frotas.

2.2 Histórico da manutenção e a manutenção veicular

O desenvolvimento da manutenção na história acompanha o desenvolvimento industrial na sociedade. A necessidade de se adequar e utilizar novas tecnologias estimulou a evolução da indústria, tornando-a mais apta no processo produtivo e na competitividade empresarial (ZONTA et al, 2020). De acordo com Sezer et al (2018), o crescimento da complexidade das interações entre diferentes atividades de produção estende cada vez mais os ecossistemas de manufatura e a manutenção atingiu importância crítica para as indústrias.

Com a Revolução Industrial, a manutenção sofreu uma evolução progressiva, porém ainda não era tratada com total relevância. A indústria era pouco mecanizada e a manutenção era executada pelos próprios operadores. Ao final do século XIX, com a mecanização das indústrias, houve a necessidade dos primeiros reparos. Em 1914, foi instituída por Henry Ford a implantação da produção em série. As fábricas passaram a estabelecer programas de produção e, conseqüentemente, foi inevitável a criação de equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas operantes no menor tempo possível. O propósito foi a realização da manutenção corretiva (TAVARES, 1999).

Tal cenário se manteve até o início da Segunda Guerra Mundial. Nesse período, a demanda por produtos de todas as categorias aumentou, enquanto que a mão de obra industrial diminuiu consideravelmente. As intervenções corretivas, aquelas que ocorrem após a falha ou quebra do ativo, não atendiam mais o processo de forma satisfatória. Desse modo, a manutenção preventiva objetivava não só para corrigir as falhas, mas também evitá-las. A partir deste ponto, a manutenção se tornou tão importante quanto à operação (PINTO; XAVIER, 2007).

A manutenção de veículos consiste em procurar manter a frota em boas condições de uso, dentro dos limites econômicos, de forma que a sua imobilização seja mínima. Ela é uma medida importante para aumentar a produtividade e reduzir custos para a empresa (VALENTE et al., 2016).

A logística no transporte pelo sistema rodoviário é o principal meio utilizado no Brasil e o número de operadores logísticos é crescente. Nesse sentido, os custos de manutenção ganham importância significativa para a competitividade das empresas da área (DARIO et al., 2014).

O custo dessas operações, principalmente tratando-se da manutenção em pneus, é diretamente afetado pela forma em que o veículo é conduzido e uma depende muito da outra. Ou seja, quanto mais adequada a condução veicular e eficazes as operações de manutenção,

menor será o custo operacional. Do contrário, surgem problemas como consumo excessivo de peças e pneus, excesso de mão de obra de oficina, maior tempo do veículo parado, diminuição da vida útil do veículo e dos pneus, aumento dos custos, diminuição da receita e perda de clientes (DARIO et al., 2014).

Essa relação entre manutenção e desempenho tem recebido atenção pois a manutenção é responsável pela disponibilidade dos ativos, sendo o mais importante nos resultados de custos das empresas e no aumento da produção. Segundo Dario et al. (2014) os custos dos pneus é um dos mais críticos, em termos de manutenção, conservação, aquisição e controle, pois depende de variáveis como: as condições das estradas, armazenagens, preço dos pneus, perdas de pneus durante as operações de transportes, roubos e acidentes. Já para Kato (2005), tanto os custos quanto a segurança estão dependentes da manutenção dos pneus, porém os fatores que reduzem a sua vida útil estão relacionados à cuidados próprios de manutenção, que consiste na não execução ou a execução incorreta dessas atividades: alinhamento, balanceamento, controle de pressão, desenho de banda de rodagem e emparelhamento. Que na maioria das vezes não são realizadas visando redução de custos, mas que trazem um prejuízo muito maior quando negligenciadas.

Ainda no que se refere aos custos de manutenção, é interessante avaliar o efeito do tempo de uso dos veículos nos gastos. De acordo com Pereira (2006) os veículos utilizados para a realização do transporte de carga estão sujeitos ao longo do tempo a desgastes e alterações tecnológicas, tornando-se cada vez mais obsoletos e gerando um alto custo operacional para a empresa, cooperativa ou para o transportador autônomo. O aumento dos custos operacionais ao longo dos anos de utilização, se torna um motivo concreto para a substituição dos veículos antigos por novos.

No mesmo contexto, Feldens et al. (2010) expõe que por meio de uma variável chamada vida econômica, analisa-se o ciclo de vida do equipamento determinando o ponto ótimo de substituição do equipamento e existem diferentes modelos para se calcular essa variável, dada a importância desse quesito.

Além dos custos financeiros, também deve-se atentar para os custos ambientais da utilização de veículos automotores. Segundo Cruvinel et al. (2011) veículos que operam em idades avançadas, os impactos financeiros e ambientais são mais expressivos, em virtude do emprego de tecnologias mais antigas, poluidoras e pouco eficientes em relação ao consumo energético, sendo assim, esses veículos interferem também na qualidade do ar, emitindo gases poluentes e assim na qualidade de vida da população.

Diante do que foi exposto, foram relacionados os vários âmbitos nos quais a manutenção de uma frota de veículos tem influência, sendo eles: no setor financeiro, na segurança durante a operação e nos aspectos ambientais, sendo assim, aprofundar na temática de manutenção e procurar maneiras de gerir melhor esse processo é fundamental para o êxito das empresas. Conhecer os tipos de manutenção e algumas das ferramentas disponíveis da atualidade para monitorar o processo tem grande relevância.

2.3 Tipos de manutenção

Apesar de hoje ser uma atividade essencial, a manutenção nem sempre foi tida como importante nas indústrias e sequer era realizada. A Primeira Guerra Mundial foi marcada pelo avanço tecnológico para a produção bélica, acarretando em mudanças marcantes, como a implantação da produção em série e surgimento de novas máquinas. Por isso, surgiu a necessidade de uma equipe especializada em manutenção que conseguisse realizar os reparos em menor tempo possível que não prejudicasse toda a produção (SHEUT; KRAJEWSKI, 1994).

Existem três tipos de manutenção e o primeiro tipo referido no parágrafo anterior é a manutenção corretiva, que ocorre quando o reparo é feito após o equipamento apresentar a falha e destina-se a colocar o item com falha de volta em um estado em que possa executar a função necessária (STENSTRÖM et al., 2016). Uma definição mais formal é fornecida pela NBR 5462 (1994), que é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” e é empiricamente conhecida no ambiente fabril como “apagar incêndio”. Esta definição omite o caráter de planejamento e é uma intervenção necessária imediatamente após o ocorrido a fim de minimizar os danos de produção e garantir a segurança dos colaboradores. Apesar de não ser a mais recomendada, se a vida útil de um produto é relativamente curta, então sua garantia também será, e nesse caso pode ser mais vantajoso realizar a manutenção corretiva (SHAFIEE; CHUKOVA, 2013).

O próximo tipo de manutenção é a manutenção preventiva, que se baseia no acompanhamento do tempo de uso das peças, realizando as trocas necessárias antes de ocorrer a falha como, por exemplo, a troca de óleo após certa quilometragem ou a troca de uma peça de acordo com a indicação do fabricante (STENSTRÖM et al., 2016). Segundo a NBR 5462 (1994) é a “manutenção 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”. Este tipo de manutenção planejada oferece uma série de vantagens para a empresa e para os operadores, como a redução da probabilidade de falha do equipamento trazendo o sentimento de “tranquilidade” para o colaborador. Os prazos estabelecidos para as atividades preventivas são definidos por pré-análise dos técnicos de manutenção, o que reduz bastante o fator de improvisação. Desta forma, as métricas de qualidade de serviço são alcançadas em um nível superior ao de um ambiente que se baseia essencialmente em ações corretivas (SHAFIEE; CHUKOVA, 2013).

O último tipo de manutenção, denominado manutenção preditiva, acompanha o desempenho das máquinas, por monitoramento, medições e/ou controle estatístico, buscando prever os tempos de falha de forma mais assertiva (BALDISSARELLI; FABRO, 2019). A partir disso é possível realizar as manutenções necessárias no momento mais lucrativo para a empresa. De acordo com a NBR 5462 (1994) é a “manutenção 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”. Existem diversas técnicas preditivas e dentro da indústria quatro delas são mais utilizadas, sendo elas: análise de vibrações mecânicas, análise de óleos e lubrificantes, ultrassom e termografia (NITHIN et al., 2021). Essas análises exigem um grau de investimento elevado, para a compra dos equipamentos que auxiliam nas medições, mas em alguns casos é a mais vantajosa.

2.4 Manutenção Produtiva Total

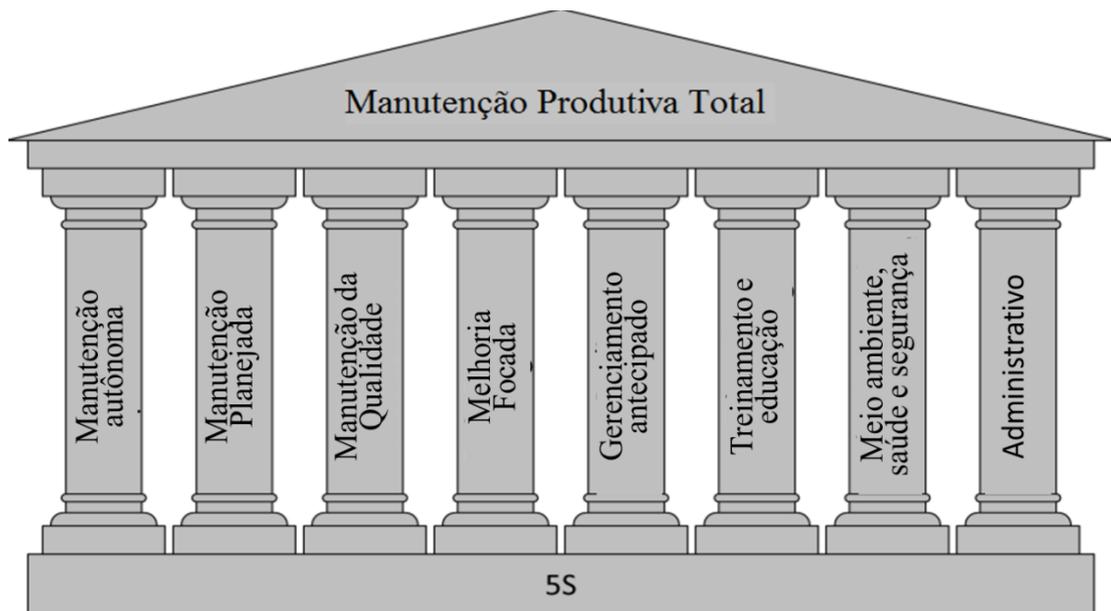
De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2011) a evolução natural da manutenção corretiva e preventiva deu origem a Manutenção Produtiva Total, com o objetivo de incorporar esforços para reduzir defeitos de qualidade provocados pelo desgaste e mau funcionamento dos equipamentos. A metodologia também englobou maior envolvimento dos operadores, então o termo manutenção preventiva, foi substituído por manutenção produtiva, sendo uma abordagem otimizada.

A Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* (TPM), é uma abordagem inovadora de técnicas de manutenção que otimiza a eficiência dos equipamentos por meio de melhorias contínuas envolvendo o produto e o processo, a partir um sistema de

manutenção baseado em confiabilidade de classe mundial utilizando manutenção preventiva, preditiva e proativa (AGUSTIADY; CUDNEY, 2018).

As práticas básicas de implementação do TPM são frequentemente chamadas de pilares que são a base da abordagem, apresentados na Figura 1 e descritas por Tinguely e Granetz (2018) como:

Figura 1 – Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Adaptado de Tinguely e Granetz (2018)

1. Manutenção autônoma: o operador executa as manutenções básicas no equipamento que trabalha, detém maior conhecimento e monitora bem as condições do mesmo.
2. Manutenção planejada: manutenção realizada de acordo com planejamento, para evitar as falhas.
3. Manutenção da qualidade: a qualidade é buscada com procura de erros e o uso de técnicas preventivas de erros nos processos de produção, bem como análise das causas de raiz, para eliminar a recorrência de problemas.
4. Melhoria focada: pequenas equipes multifuncionais focadas em desenvolvimento de projetos de melhoria, otimização para os equipamentos.
5. Gerenciamento antecipado dos equipamentos: desenvolvimento de novos equipamentos com base em lições aprendidas, melhoria nos equipamentos atuais.
6. Treinamento e educação: fornecimento de capacitações e treinamentos para os colaboradores, preenche lacunas de conhecimento de compreensão desconhecida das

máquinas, é também necessário para operadores para desenvolver as aptidões para manter rotineiramente o equipamento e identificar questões futuras.

7. Meio ambiente, saúde e segurança: fornecer condições de trabalho seguras e sustentáveis, eliminando riscos, diminuindo acidentes e complicações.
8. Administrativo: os benefícios do TPM são expandidos para além do equipamento e da fábrica, abordando assuntos de funções administrativas. Estas atividades apoiam produção e a fábrica através de operações administrativas melhoradas.

O trabalho realizado por David, Méndez e Rodriguez (2017) apresenta uma metodologia de aplicação da TPM em uma linha de usinagem de autopeças, com o objetivo de evitar perdas e aumentar a produtividade. Associado ao 5S foi notado maior ordem e limpeza no local de trabalho, além da disciplina dos operadores envolvidos. Também foi possível direcionar eficientemente os recursos da manutenção de acordo com os registros detalhados das máquinas. A prática da manutenção autônoma impactou significativamente os tempos de manutenção, pois evitou tempo de espera para atendimento realizado pela equipe de manutenção. Foi constatado que a implementação da TPM contribui não só para o aumento inicial da disponibilidade do equipamento, mas também para a eficiência e qualidade do produto, por envolver toda a organização, aumentando os níveis de conhecimento e desempenho.

2.5 Plano de manutenção

O cumprimento do segundo pilar da Manutenção Produtiva Total “Manutenção Planejada” está diretamente ligado à existência de uma estratégia de gestão das manutenções programadas, nesse contexto, a utilização de planos de manutenção para gestão da frota é essencial.

A utilização de um plano de manutenção é uma alternativa necessária para minimizar o impacto na receita da empresa, pois de qualquer forma investimentos significativos devem ser realizados, porém o controle e gerenciamento conseguem expressar o momento ideal para a sua realização, evitando antecipação ou atraso da manutenção (KATO, 2005).

De acordo com Campos e Belhot (1994) podem ser adotados diferentes critérios para o estabelecimento de um plano de manutenção, entre eles: horas de funcionamento, consumo de combustível ou quilometragem rodada. O acompanhamento de acordo com horas de

funcionamento se aplica melhor a motores estacionários devido à inexistência de odômetro; o segundo critério se adequa a operações do tipo "coleta de lixo" em que, mesmo com o veículo parado, há desgaste das peças do motor em funcionamento; o terceiro critério é o mais comumente usado para frotas de veículos.

Tradicionalmente, o plano de manutenção é realizado com base na experiência dos colaboradores e nas orientações contidas no manual do fabricante do equipamento. De acordo com Bloom (2006), os principais elementos a serem definidos no planejamento da manutenção de um equipamento são: a estratégia de manutenção para cada sistema ou componente e o intervalo de tempo entre as manutenções. Normalmente, a melhor estratégia de manutenção é a preditiva, mas nem sempre a empresa tem recursos direcionados para essa atividade. Então, deve-se recorrer a manutenção preventiva baseada no tempo. Se a manutenção preventiva também não for aplicável, deve-se analisar se a falha pode ser tolerada para a realização de uma manutenção corretiva (ALEBRANT; LUIS; RIBEIRO, 2014). A determinação do intervalo de tempo deve ser de acordo com o que foi citado no início deste parágrafo, além de verificar a orientação de normas e regulamentos, paradas programadas, condições de acesso ao componente e outras atividades de manutenção programadas para o mesmo componente (BLOOM, 2006).

De acordo com Campos e Belhot (1994, p. 174), "O plano de manutenção deve ser constituído pela melhor combinação das políticas de manutenção, coordenadas com o objetivo de promover uma melhor utilização do tempo e dos recursos disponíveis."

Segundo Campos, Belhot (1994) é considerado bastante aceitável uma composição a partir de 85% de manutenção preventiva sendo o restante referente à manutenções corretivas. Para que se possa comprovar a economia obtida com o plano de manutenção implantado, deve-se realizar medidas anteriores e posteriores à sua aplicação.

Realizar a revisão do veículo após a ocorrência de erros e falhas nos sistemas sempre será mais dispendioso que realizar a revisão preventinva, uma vez que a manutenção corretiva repara danos já ocorridos e a preventiva evita a ocorrência de falhas e quebras em momentos inoportunos (SLACK et. al., 2016).

Conforme mencionado nos pilares da Manutenção Produtiva Total por Tingley e Granetz (2018) além da manutenção planejada, o pilar melhoria focada é um importante quesito na implementação da metodologia, esse pilar possui certa relação com a a filosofia do *Lean Manufacturing*, pois ambos referem-se em suas ideias centrais à projetos de melhorias e implementação de otimizações nos processos. Dessa forma, as definições e aplicações do *Lean Manufacturing* são discutidas.

2.6 *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta)

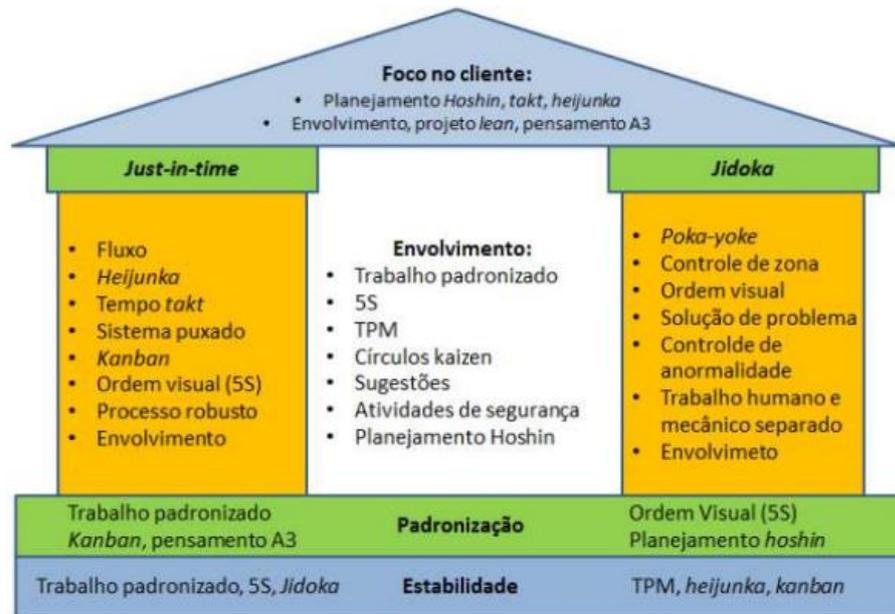
O conceito *Lean* (enxuto) teve origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial, quando o país enfrentava escassez de matéria-prima, mão de obra e equipamentos, sendo necessário a reconstrução das áreas devastadas com pouco recurso. Nesse contexto, o mercado em expansão e consumista abriu espaço a um período de restrições de recursos e uma tendência do mercado consumidor em exigir inovações constantes (DIMARIO et al., 2020; WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

A empresa automotiva Toyota Motor Company se adaptou a esse cenário e passou a produzir automóveis com menos estoque, esforço humano, investimento e até menos defeitos, a partir da introdução de uma maior variedade de produtos (BHAMU; SANGWAN, 2014). Esse método de gerenciamento e produção foi denominado inicialmente como Sistema Toyota de Produção (STP), criado pelos engenheiros japoneses Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. A ideia se espalhou rapidamente pelo mundo a partir da publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones e Roos (2004), publicado pela primeira vez em 1990, devido aos ótimos resultados apresentados (SUGIMORI et al., 1977). O termo “*Lean Manufacturing*” ou “Manufatura Enxuta”, foi dado posteriormente pelos pesquisadores do Programa Internacional de Veículos Motorizados do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (GUPTA; JAIN, 2013).

Visto como uma alternativa contraintuitiva ao modelo tradicional de fabricação do Fordismo, o objetivo da manufatura enxuta é ser altamente responsivo à demanda do cliente, reduzindo o desperdício (BHAMU; SANGWAN, 2014). A customização da produção foi uma característica do século XXI, devido aos modelos empregados anteriormente que não eram os mais apropriados, uma vez que a produção em massa encontrava dificuldade em flexibilização, pois faziam uso de linhas de montagem e produtos padronizados que já não atendiam mais a necessidade do cliente e traziam prejuízo para as organizações (DIMARIO et al., 2020).

Comumente representado por uma casa como representado na Figura 2, o STP tem o cliente como foco principal, e é baseado em dois pilares focados na eliminação de desperdícios e excelência em qualidade, a partir da capacitação dos colaboradores, visando sempre a segurança do trabalho (DIMARIO et al., 2020).

Figura 2 – Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Dimario et al. (2020)

O primeiro pilar, *Just in Time* (JIT), é o veículo utilizado para alcançar o objetivo de eliminar os desperdícios na produção. Traduzindo para o português, *JIT*, representa o termo “na hora certa” e foi desenvolvido por Taiichi Ohno (1982), vice-presidente executivo da Toyota Motor Company, que se espalhou para outras empresas do Japão no final da década de 1970 (SINGH; INDEPREET, 2012). O objetivo principal do *JIT* é eliminar todos os desperdícios de toda a cadeia de suprimentos e melhorar o produto continuamente (SINGH; INDEPREET, 2012), que é alcançado trabalhando com estoque mínimo e pequenas produções, somente quando solicitado pelo próximo cliente da cadeia produtiva.

Já o segundo pilar, *Jidoka* significa “automação com espírito humano” e é o outro pilar da casa do STP, que tem como foco principal não só a qualidade do produto final, mas também do processo e do trabalho dos colaboradores, visando sempre a segurança e ergonomia. A ideia principal do *Jidoka*, é inserir dispositivos nas máquinas que sejam capazes de alertar qualquer anomalia na produção (automação) e quando o funcionário, de qualquer nível, for alertado, deverá interromper o processo (autonomia), impedindo o fluxo de peças defeituosas (DIMARIO et al., 2020).

Além das ferramentas que constituem os dois pilares do STP, outras surgiram para auxiliar o funcionamento delas, como pode ser observado também na Figura 2. Tais ferramentas tem como foco melhoria contínua, organização do ambiente, gestão visual, padronização dos

processos, envolvimento de toda a equipe (incluindo a gerência) e estabilidade a partir da manutenção (DIMARIO et al., 2020).

A melhoria contínua é um dos principais focos da manufatura enxuta, pois a partir dela é possível manter os resultados positivos obtidos durante a implementação da *LM* e traz a ideia de que sempre tem algo que se possa melhorar ainda mais. O *Kaizen* é a ferramenta criada com o objetivo de sempre manter os olhares dos colaboradores críticos a linha de produção e incentivar a sua percepção de possíveis melhorias. De acordo com Rother e Shook (1999), *Kaizen* significa a melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício. É recomendado a utilização dessa ferramenta sempre que for implementado um novo conceito de manufatura enxuta no ambiente e ela consiste basicamente em envolver toda a equipe, para alcançar pequenas melhorias e gerar grandes resultados.

As etapas para a implementação do *Kaizen* funcionam como um ciclo e são: identificar oportunidade de melhoria, planejar ações, conferir a realidade do processo, aplicar as mudanças, verificar e mensurar os resultados, padronizar os métodos com resultados satisfatórios, aplicar as mudanças novamente, documentar a realidade e retornar para a primeira etapa (ARAUJO; RENTES, 2006).

Um estudo feito por Abu et al. (2019) obtido a partir da aplicação do *LM* em uma indústria de móveis na Malásia, apresentou as vantagens e os obstáculos enfrentados durante esse processo. De acordo com os autores foi possível aumentar a eficiência, melhorar a limpeza e organização do local, além de otimizar a utilização do espaço. Foi constatado que os maiores obstáculos encontrados estão relacionados aos colaboradores devido à falta de conhecimento sobre o assunto e resistência à mudança. Esses desafios foram enfrentados logo na primeira fase da aplicação do *Lean* com a implementação de treinamentos e investimento de recursos financeiros.

Com o objetivo de reduzir os tempos de produção em uma indústria têxtil, Andrade et al. (2019) aplicaram a metodologia da manufatura enxuta e obtiveram resultados surpreendentes. A partir da aplicação das ferramentas 5S, Ciclo Deming e Kanban combinadas, no setor de produção de camisas pólo, o faturamento da empresa aumentou em 84%, sendo que essa metodologia também pode ser implementada em diversas outras áreas. Além disso, a produção desse modelo de camisas aumentou em 41%, o número de produtos defeituosos e pedidos não atendidos foi reduzido em 25% e 26%, respectivamente, e os tempos de produção de camisas pólo foram reduzidos em 77%.

Diante dos exemplos citados, é notório que a aplicação de conceitos da filosofia do *Lean Manufacturing* traz benefícios às empresas e seus processos, podendo refletir nos diferentes setores existentes.

2.7 Ferramentas da Qualidade: Diagrama de Pareto e Diagrama de Ishiwaka

Para aplicar os conceitos da filosofia do *Lean Manufacturing*, algumas ferramentas podem ser necessárias, como foi citado, a ferramenta *Kaizen* envolve toda a análise e resolução de um problema, a medida que se aprofunda no processo de análise existem ferramentas importantes que podem ser utilizadas. Nesse sentido, as ferramentas da qualidade podem ser utilizadas juntamente aos conceitos do *Kaizen*.

Entretanto, é importante definir primeiramente a “qualidade”, conceito chave para tratar as ferramentas envolvidas nesse assunto. Para Campos (1992) pode-se entender a qualidade como um produto ou serviço que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades do cliente.

De acordo com Powell (1995) a gestão da qualidade envolve um conjunto de práticas que enfatiza, entre outros temas, a melhoria contínua, o atendimento aos requisitos do cliente, reduzindo o retrabalho e fomentando o envolvimento dos funcionários, a cooperação em equipe, o *benchmanrking* competitivo e relações mais estreitas com fornecedores. Em concordância à essa definição, Machado (2012) menciona que o controle da qualidade é voltado ao gerenciamento estratégico, no qual a maior preocupação é concorrer ao mercado, buscando suprir as necessidades do cliente e do mercado.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE,2019) o Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa é uma técnica que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra, é utilizado para visualizar as causas principais e secundárias de um problema e também para antecipar possíveis cenários. Já o Diagrama de Pareto ou Princípio de Pareto 80/20 é um gráfico composto por barras ordenadas, o qual ajuda na identificação dos problemas que causam maiores prejuízos ao permitir a visualização dos itens e sua constância de ocorrência.

No estudo de Pakes (2022), foi utilizado o Diagrama de Pareto para constatação da maior relevância do problema de contaminação durante uma aplicação prática em busca melhorias em qualidade de produtos e processos dentro do setor de moldação de uma

indústria têxtil localizada no interior do Estado de São Paulo. Nesse mesmo estudo o Diagrama de Ishikawa foi utilizado para estratificar as causas do problema de contaminação e poder mapear as ações de melhorias no processo.

Nas análises de Rocha (2022) em um estudo de caso em uma empresa do ramo hospitalar, foram aplicadas ferramentas de qualidade, dentre elas, o Diagrama de Ishikawa para executar melhorias em um produto existente. O problema encontrado foi o rompimento na extremidade do tubo no produto em questão, e o diagrama foi utilizado para estratificar as causas do problema, posteriormente as algumas das causas foram validadas de acordo com a estratégia dos 5 porquês e um plano de ação para otimizar o processo foi elaborado.

2.8 Definição do tipo de pesquisa utilizado

Diante do exposto na apresentação do assunto, com a necessidade de avaliar o processo de gestão de frota da unidade de trabalho em questão, é necessário definir os tipos de pesquisa segundo à natureza, aos objetivos, à abordagem e ao método.

Quanto à natureza de pesquisa, estabelece que esta é uma pesquisa básica. Segundo Gil (2008) a pesquisa pura ou pesquisa básica procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas, enquanto a pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas do seu conhecimento.

Quanto aos objetivos, define-se que a pesquisa é do tipo descritiva. segundo Koche (2011) A pesquisa descritiva não-experimental estuda as relações entre duas ou mais variáveis de um dado fenômeno sem manipulá-las e a pesquisa constata e avalia essas relações à medida que as variáveis se manifestam espontaneamente em fatos, situações e nas condições que já existem. Outras definições são feitas para esse tipo de pesquisa, pesquisa cuja finalidade é descrever situações, fatos, opiniões ou comportamentos, buscando mapear a distribuição de um fenômeno no contexto pesquisado. (SILVA et al., 2012). Ainda sobre as pesquisas descritivas Gil (2008, p.28), “As pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.”

A abordagem do trabalho possui aspectos quantitativos e qualitativos, pois avalia dados números, mas também se fundamenta em aspectos descritivos. De acordo Malhotra (2001,

p.155), “a pesquisa qualitativa proporciona uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplica alguma forma da análise estatística”. O método da abordagem será um estudo de caso, pois será avaliado uma situação real específica e as discussões serão portadas em cima desse fenômeno. De acordo com Yin (2001) estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Nesse caso o fenômeno ou objeto de estudo seria todo o processo de gestão da frota de veículos e a investigação dos seus detalhes é a análise para levantamento de ineficiências e assim oportunidades de melhorias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão apresentados os materiais e métodos utilizados ao longo deste trabalho, compreendendo os dados do local do estudo, os detalhes das bases de dados utilizadas, das visitas em campo e das etapas de realização das análises.

3.1 Apresentação do local do estudo

O estudo foi realizado em uma frota de veículos utilizada em um contrato de prestação de serviços específico de uma empresa de manutenção predial, localizada na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O período englobado pela análise foi de 18 meses, entre as datas 01/01/2021 e 30/06/2022. No último mês da análise na unidade de trabalho haviam 169 colaboradores que prestavam serviços de manutenção predial em uma empresa terceira do ramo de mineração, dentre eles 16 utilizavam os veículos aqui referidos. O contrato com a empresa engloba os serviços de manutenção predial com os diferentes escopos: civil, elétrica, mecânica, hidráulica e climatização em oito minas de extração de minério, onde os veículos utilizados são: carros utilitários, caminhonetes e caminhões.

Os carros utilitários são utilizados para deslocamento de parte dos funcionários até a região de entrada das minas, as caminhonetes são utilizadas para mobilidade dentro das regiões de minas, levando os funcionários para as diferentes frentes de trabalho, bem como ferramentas e cargas pequenas e os caminhões são utilizados dentro das áreas de minas para transporte de materiais, equipamentos e demais itens das instalações prediais da empresa terceira. Vale salientar que as condições das estradas no interior das minas são severas, com estrada de chão em toda sua extensão, terrenos acidentados em certos percursos e a presença de material particulado como poeira e pó de minério no ar.

3.2 Etapas de realização do trabalho

Neste item serão apresentados os dados utilizados na elaboração do trabalho, os detalhes sobre as bases de dados da empresa, as considerações utilizadas, os detalhes da visita de campo e a estratificação das análises realizadas. O projeto de mapeamento de melhorias em questão, pode ser tratado como uma aplicação das boas práticas descritas pelo *Lean Manufacturing*, diante da situação que é feita uma avaliação desde a etapa inicial do processo de gestão dos veículos, um apontamento das ineficiências do processo e um mapeamento de melhorias utilizando ferramentas da qualidade.

3.2.1 Detalhamento dos veículos da unidade de trabalho

Para iniciar a pesquisa, são expostos em detalhes os ativos pertencentes à unidade de trabalho do contrato em questão. As informações são provenientes do sistema interno de gestão de frota da empresa. Os veículos pertencentes à esse contrato, como também, as informações de marca, descrição, placa, ano de fabricação, situação e são expressos nas Tabelas 1, 2 e 3, totalizando 40 veículos, agrupados pelas três categorias: Carros utilitários, caminhonetes e caminhões.

Tabela 1 – Carros utilitários utilizados pela empresa na unidade de trabalho.

MARCA	VEÍCULO	CATEGORIA	PLACA	ANO	SITUAÇÃO
FIAT	ARGO	CARRO UTILITÁRIO	QXT-1C	2020	LOCADO
FORD	KA	CARRO UTILITÁRIO	BDV-0J	2020	LOCADO
FORD	KA	CARRO UTILITÁRIO	BDV-0J	2020	LOCADO
VOLKSWAGEN	GOL	CARRO UTILITÁRIO	QNI-19	2017	LOCADO

Fonte: Do autor (2023).

Tabela 2 – Caminhonetes utilizadas pela empresa na unidade de trabalho.

MARCA	VEÍCULO	CATEGORIA	PLACA	ANO	SITUAÇÃO
CHEVROLET	S10	CAMINHONETE	EEE-67	2018	PRÓPRIO
FIAT	STRADA	CAMINHONETE	RFA-8G	2020	LOCADO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FRF-60	2015	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FRW-31	2014	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FSX-29	2014	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FGQ-78	2012	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FKG-65	2016	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FJU-1B	2014	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FWE-32	2016	PRÓPRIO
MITSUBISHI	L200 TRITON	CAMINHONETE	FYR-75	2016	LOCADO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	FBX-2I	2013	PRÓPRIO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	QUH-55	2012	LOCADO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	FBX-4H	2013	PRÓPRIO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	FKK-3A	2013	PRÓPRIO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	QUH-55	2019	LOCADO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	FBX-48	2013	PRÓPRIO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	QUH-55	2016	LOCADO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	QUH-55	2012	LOCADO
NISSAN	FRONTIER	CAMINHONETE	RFA-5A	2016	LOCADO
TOYOTA	HILUX	CAMINHONETE	QPE-11	2018	LOCADO
VOLKSWAGEN	AMAROK	CAMINHONETE	QOO-15	2018	LOCADO
VOLKSWAGEN	AMAROK	CAMINHONETE	QND-28	2017	LOCADO
VOLKSWAGEN	AMAROK	CAMINHONETE	QQW-39	2018	LOCADO
VOLKSWAGEN	SAVEIRO G7	CAMINHONETE	BDX-1C	2020	LOCADO

Fonte: Do autor (2023).

Tabela 3 – Caminhões utilizados pela empresa na unidade de trabalho.

MARCA	VEÍCULO	CATEGORIA	PLACA	ANO	SITUAÇÃO
IVECO	DAYLY TRUCK 70C17	CAMINHÃO	FNF-51	2013	PRÓPRIO
IVECO	DAYLY TRUCK 70C17	CAMINHÃO	FWI-78	2014	PRÓPRIO
IVECO	DAYLY TRUCK 70C17	CAMINHÃO	FNM-49	2013	PRÓPRIO
IVECO	DAYLY TRUCK 70C17	CAMINHÃO	FNF-49	2013	PRÓPRIO
IVECO	DAYLY TRUCK 70C17	CAMINHÃO	FNX-71	2014	PRÓPRIO
MERCEDES-BENZ	ACCELO 815C	CAMINHÃO	FAB-6I	2017	PRÓPRIO
MERCEDES-BENZ	ACCELO 815C	CAMINHÃO	FLQ-9A	2017	PRÓPRIO
MERCEDES-BENZ	ACCELO 815C	CAMINHÃO	FUR-51	2017	PRÓPRIO
VOLKSWAGEN	EXPRESS DRC	CAMINHÃO	GHC-3H	2021	PRÓPRIO
VOLKSWAGEN	EXPRESS DRC	CAMINHÃO	GHU-5C	2021	PRÓPRIO
VOLKSWAGEN	3/4 CAMINHÃO 9,17	CAMINHÃO	QQZ-64	2003	LOCADO
VOLKSWAGEN	3/4 CAMINHÃO 9,17	CAMINHÃO	IXJ-9B	2016	LOCADO

Fonte: Do autor (2023).

Para preservar o sigilo dos dados de documentação dos veículos, as placas dos mesmos foram tratadas ocultando os dois últimos dígitos de sua composição. As informações expressas sobre os anos dos veículos são referentes aos anos de fabricação dos mesmos. Quanto à situação, os veículos da categoria “Próprio” são referentes à veículos pertencentes à empresa prestadora de serviços, e os veículos da categoria “Locado” são veículos que a empresa loca com outras empresas terceiras que prestam serviços de fornecimento de veículos. Vale mencionar que as atividades de manutenção dos veículos próprios são de responsabilidade da empresa em questão, enquanto os veículos locados, as próprias empresas terceiras que fornecem os veículos, também gerem a manutenção.

Dos veículos da unidade, sete não estiveram operando em todo o período da avaliação:

Caminhonetes:

- FBX-48 retirado da unidade em dezembro/2021: 11 meses de histórico;
- FGQ-78 retirado da unidade em dezembro/2021: 11 meses de histórico;
- FJU-1B retirado da unidade em janeiro/2022: 12 meses de histórico;

Caminhões:

- FNX-71 retirado da unidade em janeiro de 2022: 12 meses de histórico;
- FNM-49 retirado da unidade em fevereiro/2022: 13 meses de histórico;
- GHC-3H alocado na unidade em janeiro/2022: 6 meses de histórico;
- GHU-53 alocado na unidade em janeiro/2022: 6 meses de histórico;

É importante destaca-los, pois nas análises futuras, esses veículos serão tratados de forma diferente dos demais.

3.2.2 Obtenção do histórico de manutenção dos veículos

Nos sistemas utilizados pela empresa, não eram registrados detalhadamente cada manutenção executada pelos veículos, possuíam registros dos valores das requisições de compras abertas para cada veículo e suas notas fiscais de pagamento com os respectivos serviços realizados. Cada um dos responsáveis pelos veículos possuíam seus controles próprios, alguns com riqueza de detalhes, outros apenas com informações superficiais, dessa forma para futuramente elaborar uma análise confiável, teve-se a necessidade de consolidar todos os dados de forma padrão em um mesmo arquivo.

Para consolidar todos os dados de manutenção de cada veículo em um único arquivo foi elaborado uma planilha, com a utilização do *software Microsoft Excel 2020*, a qual foi preenchida de acordo com as informações das notas fiscais emitidas pelos prestadores de serviços de manutenção. O período da análise foi de 18 meses, sendo delimitado pelas seguintes datas: 01/01/2021 até 30/06/2022. Esse período foi definido como base de análise para elaboração de um intervalo amplo das manutenções dos veículos e delimitação de um período sem trocas de veículos. Se fossem englobados anos anteriores, algumas substituições de veículos já teriam ocorrido e a quantidade de dados para tratar também seria maior.

A planilha elaborada com as informações das notas é exemplificada na Figura 3. Este arquivo conta com as seguintes informações:

Figura 3 – Planilha utilizada para arquivamento de informações de manutenção.

Requisição	Oficina	Veículo	Placa	Ano	Data Emissão	Tipo Manutenção	Sistema do veículo	Item	Quantidade	Valor	Total

Fonte: Do autor (2023).

- **Requisição:** Corresponde ao código da requisição de compra gerada para cada atividade de manutenção;
- **Oficina:** Nome do prestador do serviço de manutenção;
- **Veículo:** Modelo do veículo referente à manutenção que foi executada;
- **Placa:** Placa do veículo;
- **Data emissão:** Data da emissão da requisição ou data realização do serviço de manutenção;
- **Tipo de manutenção:** Tipo de manutenção executada, subdividido nas categorias: corretiva, preventiva, lavagem/lubrificação e extra;
- **Sistema do veículo:** Sistema alvo da manutenção do veículo de acordo com as subdivisões padrão dos sistemas dos veículos;
- **Item:** Componente alvo da manutenção;
- **Quantidade:** Quantidade de itens;
- **Valor:** Valor unitário para aquele item;
- **Total:** Valor total de manutenção do item;

3.2.3 Tratamento inicial dos dados do histórico de manutenção

As colunas da Figura 1 referentes à “Tipo de manutenção” e “Sistema do veículo” foram preenchidas posteriormente aos outros dados disponíveis nas notas, seguindo critérios pré estabelecidos.

A coluna “Tipo de Manutenção” foi classificada em cinco (5) categorias, segundo as definições dos tipos de manutenção de acordo com a NBR 5264, exposto no referencial teórico do trabalho com algumas considerações:

- Corretiva: Manutenções referentes à quebras, avarias, substituição de peças fora das peças com intervalos pré definidos de trocas;
- Preventiva: Manutenções de itens que seguem periodicidade ou quilometragem para serem substituídos; trocas de pneus e inspeções de revisão;
- Lavagem/Lubrificação: Ocorrências relacionadas à todos os tipos de lavagem dos veículos e lubrificações dos pinos de lubrificação.
- Extra: Manutenções referentes à itens que não são itens de fábrica dos veículos: itens de segurança e acessórios;
- Na: Gastos relacionados à pagamentos para elaboração de planos de manutenção por parte das oficinas parceiras.

A coluna “Sistema do veículo” foi classificada em quatorze (14) categorias conforme o padrão dos sistemas dos veículos já utilizados em outros *checklists* pela empresa, incluindo algumas categorias específicas aplicáveis ao caso em estudo. As subdivisões foram expressas no Quadro 1.

Quadro 1 – Sistemas do veículo incluindo adaptações para delimitação das categorias.

NÚMERO	SISTEMA DO VEÍCULO	DESCRIÇÃO
1	FREIOS	Componentes do sistema de freios
2	SUSPENSÃO	Componentes do sistema de suspensão
3	DIREÇÃO	Componentes do sistema de direção
4	ELÉTRICO/SENSORES	Componentes do sistema elétrico e eletrônico
5	ALIMENTAÇÃO/INJEÇÃO	Componentes da injeção eletrônica e componentes de alimentação (inclusos filtro de ar e filtro de combustível)
6	TRANSMISSÃO	Componentes do sistema de transmissão
7	MOTOR	Componentes do motor incluindo filtro de óleo, correias/correntes e componentes do sistema de arrefecimento e do sistema de escapamento
8	PNEUS	Pneus e serviços de troca de pneus , alinhamento e balanceamento
9	LANTERNAGEM/VIDROS	Reparos externos na lataria, pintura e reparos relacionados vidros e para-brisas
10	ACESSÓRIOS	Acessórios internos à cabine, itens referentes a ar condicionado, acabamentos internos do veículo
11	EXTRA	Itens não de fábrica dos veículos: itens de segurança e acessórios
12	REVISÃO	Serviços de revisão executados em sistemas diversos
13	GUINCHO	Serviços de reboque
14	CARROCERIA	Chassi e carroceria

Fonte: Do autor (2023).

3.2.4 Visitas em campo

Para melhor conhecimento do processo de gestão dos veículos, foram realizadas duas visitas em campos nas minas onde os veículos da empresa operam. Nessas visitas foram coletados planos de manutenção dos veículos que possuíam, diretamente com os responsáveis da unidade, como também informações em relação à lavagem e lubrificação dos veículos, fotos de alguns dos veículos e seus estados de conservação. Estes dados coletados presencialmente serão utilizados nas análises futuras e expostos nos resultados do trabalho.

3.2.5 Análises do processo de gestão da frota

Com todas as informações prévias de manutenção dos veículos levantadas, arquivos de documentação dos veículos, bem como as informações de como funcionam o processo de

gestão dos veículos foi possível realizar as análises detalhadas do processo. As informações numéricas da planilha do histórico de manutenções foram utilizadas no *software Microsoft Power Bi* para poder gerar visuais e gráficos que auxiliem o entendimento do cenário e sejam feitas as comparações para obter as ineficiências do processo. As seguintes análises foram realizadas:

- 1 - Análise do custo total com manutenções no período dos 18 meses (01/01/2021 a 30/06/2022): para analisar os processos de manutenção dos veículos, a primeira análise realizada foi um gráfico sequencial de valores gastos com manutenção no período, evidenciando a média gasta mensal e o valor total gasto com manutenção no período da análise;
- 2 - Análise da representatividade das categorias de veículos próprios e locados no valor total gasto nas manutenções dos veículos: foi elaborada uma árvore hierárquica evidenciando a participação dos veículos próprios e locados no custo total para definir o foco do trabalho;
- 3 - Elaboração dos Diagramas de Pareto: foi realizada a representação via Diagrama de Pareto para os veículos próprios, segregando as categorias caminhonetes e caminhões para ter-se um critério comparativo entre ativos semelhantes e entender a variação dos custos com manutenção por veículo;
- 4 - Estratificação das análises: com a finalidade de avaliar o processo de gestão da frota como um todo, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa, no qual todas as categorias do mesmo foram exploradas, visando abranger todo o processo e identificar ineficiências no mesmo. Em sequência, foi realizada a comprovação das causas do Diagrama de Ishikawa. Nesta etapa todos os dados numéricos coletados na planilha do histórico de manutenção, bem como os dados coletados na visita em campo foram utilizados;
- 5 – Elaboração de sugestões de melhorias: com as causas do problema comprovadas na etapa anterior, foram propostas sugestões de melhorias para cada causa influente, por meio de uma tabela designando a causa relacionada, a sugestão proposta e o setor responsável.

3.2.6 Limitações das análises

É importante mencionar que as informações de quilometragem rodada de cada veículo não eram acompanhadas estritamente pela empresa, ou arquivadas em local comum, então as análises se limitaram às informações do processo, avaliações do histórico de manutenção e informações coletadas nas visitas, considera-se como um trabalho inicial para monitoramento da frota, de tal forma que mais informações específicas seriam necessárias para trazer análises envolvendo custo e quilômetro rodado, ou até mesmo comparações de desempenhos de diferentes modelos de veículos operando nas mesmas condições e análises de depreciação para substituição da frota.

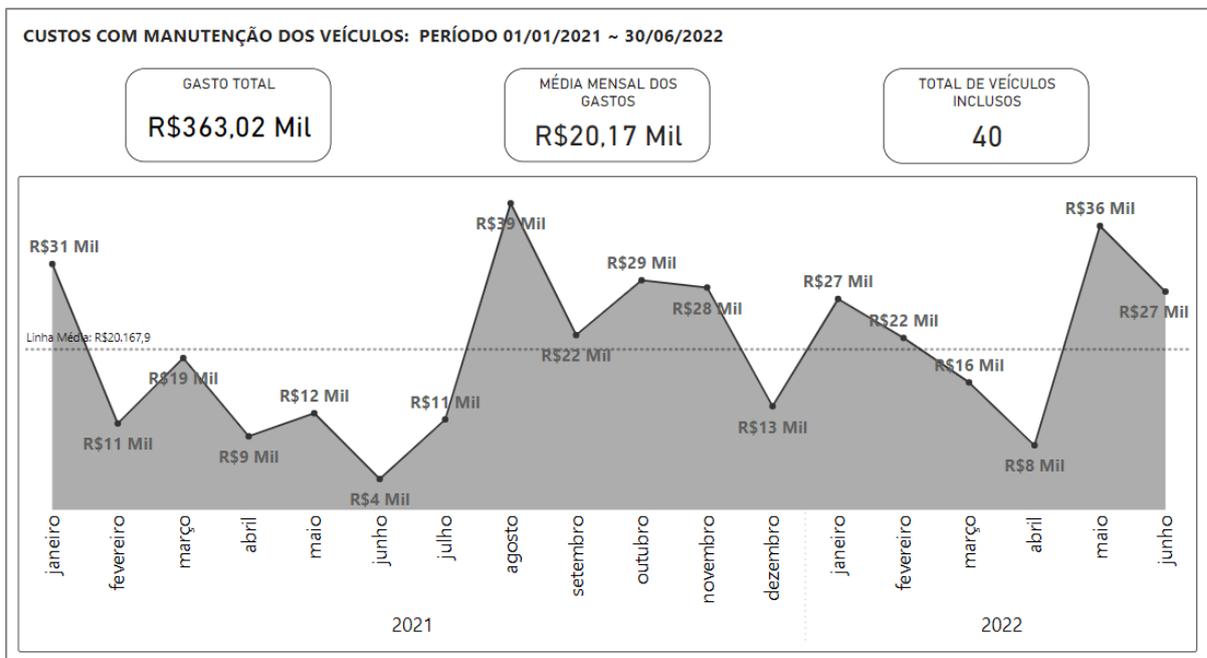
As comparações feitas entre veículos semelhantes foram elaboradas com base na operação dos veículos nas mesmas condições, pois todos operavam com vários condutores diferentes, alternando a utilização dos veículos e nos mesmos tipos de terrenos, com baixa variação de uso, devido à utilização para a mesma finalidade nas regiões de minas.

4 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Cenário de manutenção dos veículos

A primeira análise elaborada foi a Análise do custo total com manutenções no período englobando todos os veículos descritos nas Tabelas 1,2 e 3. O painel visual foi elaborado e é exibido na Figura 4.

Figura 4 – Painel do gráfico sequencial do custo geral de manutenção dos veículos.



A partir dessa análise, é evidenciado que os valores gastos com manutenção têm alta variabilidade no mês a mês, tendo meses com valores elevados, por exemplo, gasto de R\$39.000,00 (agosto/2021) e meses com valores muito baixos gasto de R\$4.000,00 (junho/2021), apresentando valores com grande desvio em relação à linha média (linha pontilhada traçada sob o gráfico de área). Tal cenário denota que as atividades de manutenção em geral, não seguem um planejamento mensal constante de investimentos, entretanto, até então, não se pode afirmar que não está sendo utilizada nenhuma estratégia de manutenção, pois o nível de detalhe ainda é reduzido.

No segundo painel criado, foi realizada a análise da representatividade das categorias de veículos próprios e locados no valor total gasto nas manutenções dos veículos. Foi segregado os custos por categoria de veículos: próprios e locados, para se quantificar a participação de cada categoria nos gastos gerais com o uso da ferramenta árvore hierárquica. A categoria “NA” foi alocada separadamente pois se refere à registros de gastos com a terceirização de elaboração de planos de manutenção de alguns veículos da unidade. Ainda foi detalhado por tipo de veículo: caminhonete e caminhão, para expressar os valores em relação do tipo do veículo. A Figura 5 demonstra essa análise.

Figura 5 – Painel estratificação dos custos com manutenção por categoria.

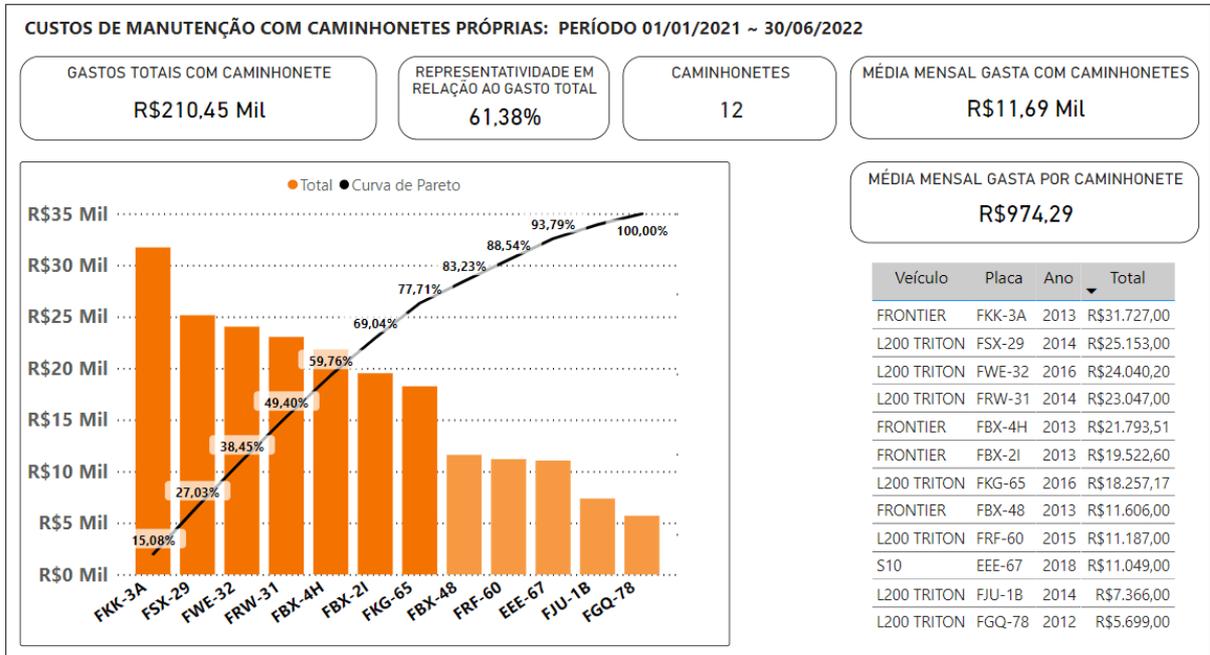


Fonte: Do Autor (2023).

De acordo com as informações exibidas na Figura 5, foi constatado que a maior parte dos custos (95,39%) foram relacionados aos veículos próprios, sendo que 4,61% foram relativos aos veículos locados (excluindo os gastos da categoria “NA”). Tal fato não é diferente do esperado, pois os veículos locados contam com contratos que estabelecem que os custos e trâmites relacionados à manutenção são por conta das locadoras. Diante dessa questão, o restante das análises do trabalho foi elaborado em relação à categoria mais relevante, os veículos próprios, incluindo entre eles apenas caminhonetes e caminhões.

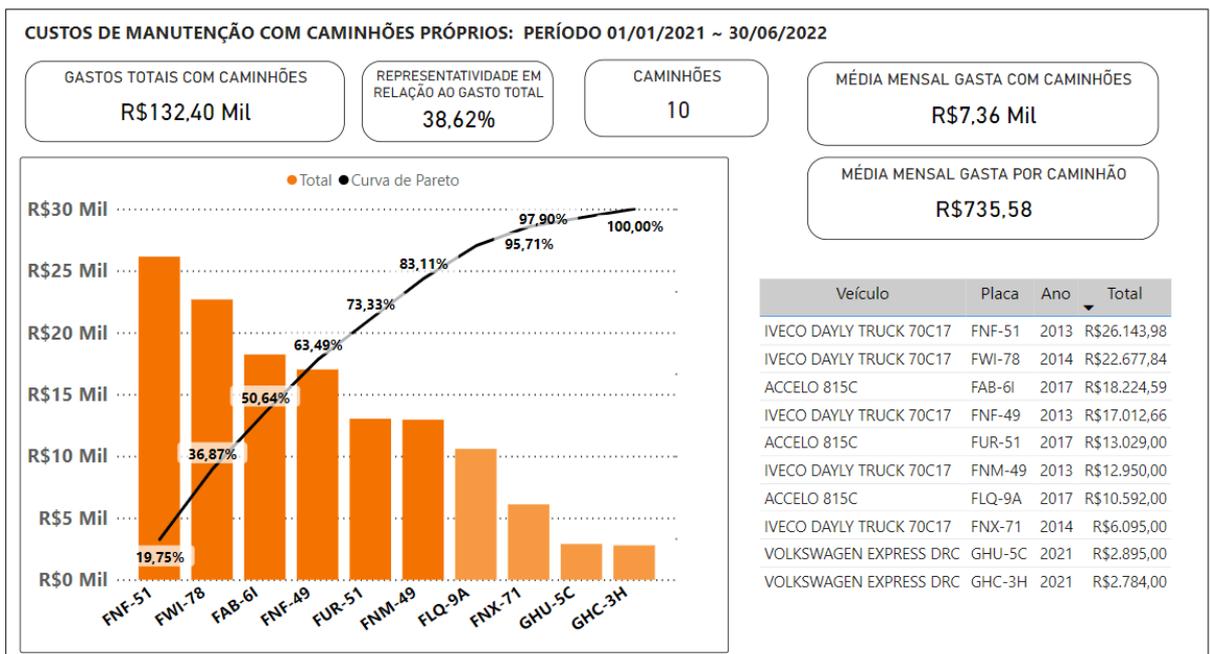
A próxima análise realizada foi a elaboração dos Diagramas de Pareto, detalhando o gasto de cada veículo por modelo e placa resumida, demonstrados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Painel estratificação por placa, Diagrama de Pareto: Caminhonetes.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 7 – Painel estratificação por placa, Diagrama de Pareto: Caminhões.



Fonte: Do Autor (2023).

A partir da análise da Figura 6, observa-se grande discrepância entre o valor da caminhonete que teve o maior custo R\$31.727,00 e a caminhonete que teve o menor custo R\$5.699,00 demonstrando variabilidade em relação aos gastos com as caminhonetes. Como os valores discrepantes não foram pontuais, ou seja, tem-se um alto desvio da média, pode-se afirmar que a manutenção estava sendo tratada de forma diferente quanto aos ativos semelhantes.

O mesmo fato se observa na Figura 7, alta discrepância entre os custos de manutenção, nesse caso ainda é importante destacar que dois caminhões Volkswagen Express DRC de ano 2021 tiveram gastos baixos, esse fato é relevante, pois evidencia o baixo valor gasto com os veículos mais novos.

Ainda é importante mencionar, pelos Diagramas de Pareto, as seguintes relações:

- 7 Caminhonetes representam aproximadamente 80% dos custos da categoria (total de 12 veículos)
- 6 Caminhões representam aproximadamente 80% dos custos da categoria (total de 10 veículos)

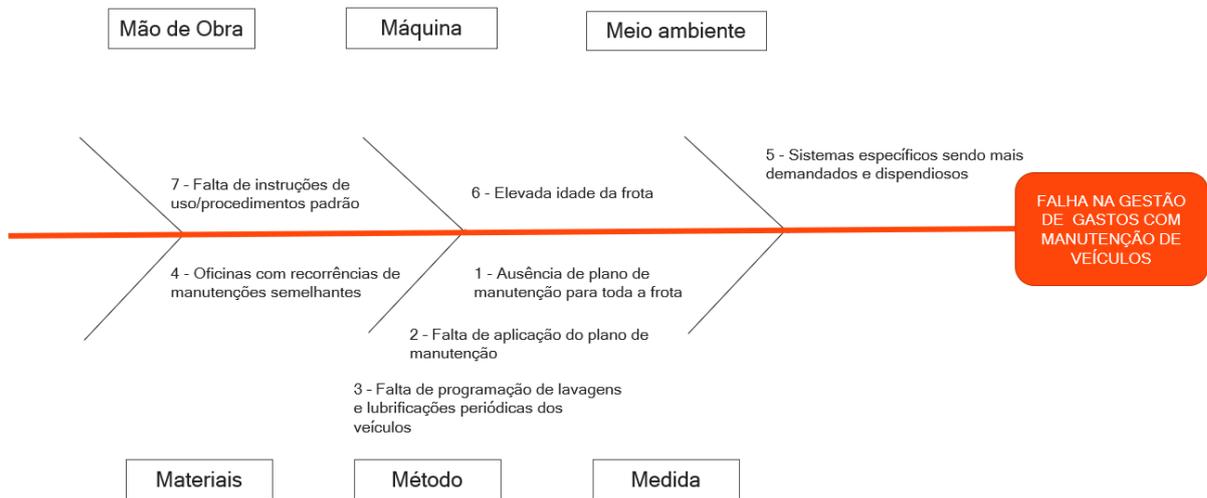
Essa interpretação pode representar duas abordagens diferentes: a primeira, que se tem alguns veículos críticos que mesmo seguindo uma estratégia de manutenção resultam em manutenções em curtos períodos de tempo e são desvantajosos para a unidade, devido às suas condições estruturais e às degradações que podem ter sofrido ao longo dos anos de uso e a segunda, que alguns dos veículos não seguem uma estratégia de manutenção bem definida e assim são mais onerosos para a unidade, representando alto índice de quebras e manutenções corretivas. Este questionamento será aprofundado com a estratificação das outras análises.

4.2 Análise de causas do problema

Para encontrar soluções embasadas para os questionamentos feitos anteriormente e avaliar as causas concretas dos problemas com a gestão da frota de veículos em geral, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa consultando a equipe de engenharia de processos da empresa. O diagrama foi elaborado após serem analisados os dados numéricos das análises anteriores, bem como utilizando as informações do cenário captadas nas visitas em campo. A

Figura 8 demonstra o Diagrama de Ishikawa elaborado para levantar todas as causas das ineficiências da gestão da frota.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa para avaliação de causas do problema.



Fonte: Do Autor (2023).

Os motivos de cada causa definida para avaliação no diagrama e suas explicações são discutidos a seguir.

Causa 1 – Ausência de plano de manutenção para toda a frota: verificar se todos os veículos da unidade possuem registros de plano de manutenção;

Causa 2 – Falta de aplicação do plano de manutenção: verificar se os veículos que possuem plano de manutenção, seguem fielmente a execução das manutenções programadas;

Causa 3 – Falta de programação de lavagem e lubrificação periódica dos veículos: verificar se as atividades de lavagem e lubrificação são executadas de acordo com a periodicidade correta;

Causa 4 – Oficinas com recorrências de manutenções semelhantes: verificar a qualidade dos serviços prestados pelas oficinas, validando se manutenções nos mesmos componentes e veículos se repetem dentro de curtos intervalos de tempo;

Causa 5 – Sistemas específicos sendo mais demandados e dispendiosos: verificar se algumas categorias de sistemas dos veículos são altamente dispendiosas em relação às outras, e se possuem relação com o tipo do serviço executado com os veículos;

Causa 6 – Elevada idade da frota: verificar se o ano modelo dos veículos estabelece relação direta com o alto custo dos mesmos.

Causa 7 – Falta de instruções de uso/procedimentos padrão: Verificar se existem instruções de uso para os veículos e seus sistemas críticos.

4.2.1 Comprovações de causas

Causa 1 – Ausência de plano de manutenção para toda a frota: para verificar a existência de planos de manutenção para todos os veículos, não havia um sistema específico onde os mesmos eram registrados e acompanhados. Cada supervisor armazenava suas informações e geriam o processo de forma diferente. Para consolidar todos os planos de manutenção, durante a visita em campo, foram coletados separadamente os arquivos com cada responsável.

Após a avaliação dos planos de manutenção, a seguinte relação pode ser consolidada em tabela: as características dos veículos: modelos, placas resumidas e anos de fabricação, juntamente com a informação se o veículo possuía ou não possuía plano de manutenção. Para os veículos que contavam com plano de manutenção a data da elaboração dos mesmos também foram exibidas. A Tabela 4 expressa a relação encontrada entre os veículos que possuíam e os veículos que não possuíam planos de manutenção para caminhonetes e em seguida a Tabela 5 expressa a relação para os caminhões.

Tabela 4 – Relação de controle de existência de planos de manutenção: Caminhonetes.

Modelo	Placa	Ano Fabricação	Plano de Manutenção	Data do plano
FRONTIER	FBX-2I	2013	SIM	16/02/2022
FRONTIER	FKK-3A	2013	SIM	16/02/2022
L200 TRITON	FRF-60	2015	SIM	05/04/2022
L200 TRITON	FRW-31	2014	SIM	16/02/2022
L200 TRITON	FSX-29	2014	SIM	16/02/2022
S10	EEE-67	2018	SIM	09/03/2022
FRONTIER	FBX-48	2013	NÃO	
FRONTIER	FBX-4H	2013	NÃO	
L200 TRITON	FGQ-78	2012	NÃO	
L200 TRITON	FKG-65	2016	NÃO	
L200 TRITON	FJU-1B	2014	NÃO	
L200 TRITON	FWE-32	2016	NÃO	

Fonte: Do Autor (2023).

Tabela 5 – Relação de controle de existência de planos de manutenção: Caminhões.

Modelo	Placa	Ano Fabricação	Plano de Manutenção	Data do plano
ACCELO 815C	FAB-6I	2017	SIM	17/02/2022
ACCELO 815C	FLQ-9A	2017	SIM	17/02/2022
ACCELO 815C	FUR-51	2017	SIM	09/03/2022
VOLKSWAGEN EXPRESS DRC	GHU-5C	2021	SIM	05/05/2022
IVECO DAYLY TRUCK 70C17	FNF-51	2013	NÃO	
IVECO DAYLY TRUCK 70C17	FWI-78	2014	NÃO	
IVECO DAYLY TRUCK 70C17	FNM-49	2013	NÃO	
IVECO DAYLY TRUCK 70C17	FNX-71	2014	NÃO	
IVECO DAYLY TRUCK 70C17	FNF-49	2013	NÃO	
VOLKSWAGEN EXPRESS DRC	GHC-3H	2021	NÃO	

Fonte: Do Autor (2023).

Conforme exposto nas Tabelas 4 e 5, vários veículos não possuíam o documento do plano de manutenção, para as caminhonetes a proporção é de 50% (6/12) dos veículos possuindo plano e para os caminhões é ainda menor apenas 40% (4/10). Vale salientar que os veículos que não possuem os planos, ainda executam manutenções, porém podem estar sujeitos a não seguir as periodicidades estabelecidas no manual corretamente e ficarem apenas dependentes das realizações dos serviços repassados pela oficina. Tal causa comprovada, constata a influência da mesma no processo de gestão dos veículos.

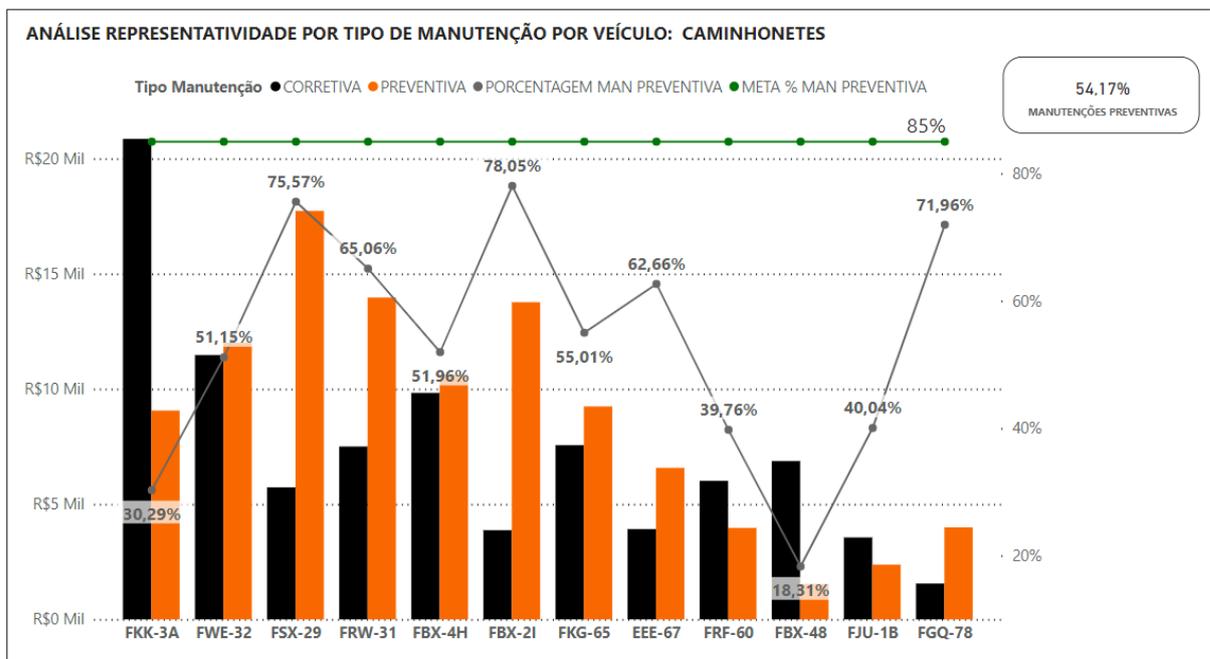
Causa 2 – Falta de aplicação do plano de manutenção: essa análise é um complemento da análise anterior, visando comprovar se os veículos em geral (mesmo aqueles que foram constatados que não possuem planos de manutenção próprios) seguem alguma estratégia de manutenção ou os planos de manutenção propriamente ditos.

A comprovação foi feita em duas análises distintas, a primeira consistiu em exibir os gráficos das representatividades das manutenções corretivas e preventivas dos veículos, das duas categorias caminhonetes e caminhões, visando comparar com os valores encontrados na literatura, para ter-se um critério sólido do processo. A segunda análise foi um comparativo financeiro do gasto esperado com manutenção básica dos veículos e o gasto real arquivado no histórico de manutenção para cada categoria de veículo.

Para a primeira análise foi considerado a coluna “Tipo Manutenção” exibida na Figura 3 na seção 3 Materiais e métodos, em que as ocorrências de manutenção do tipo preventiva e corretiva foram utilizadas para exibir o cenário das manutenções, as manutenções classificadas

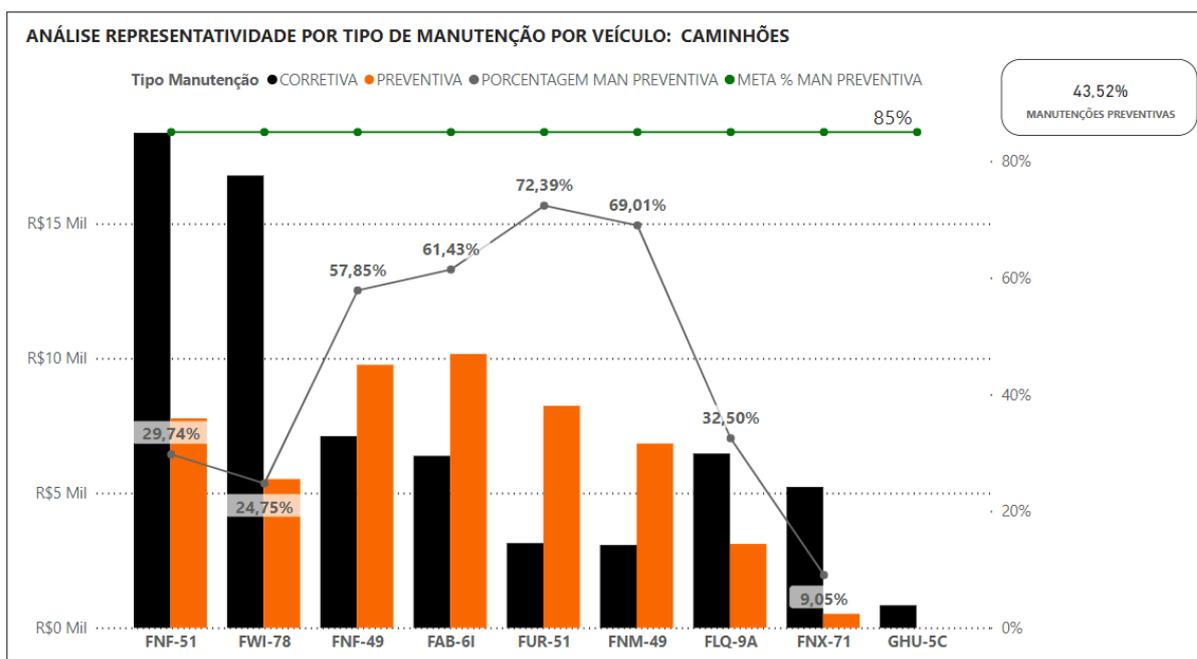
anteriormente como “Extra” e Lavagem/Lubrificação” não foram consideradas nesta etapa. A Figura 9, representa a análise por tipo de manutenção para a categoria de caminhonetes e na sequência, a Figura 10, representa com os mesmos parâmetros o cenário para os caminhões. Os gráficos expõem os valores gastos para cada tipo de manutenção no eixo vertical de acordo com as colunas pretas e laranjas, a linha cinza representa a porcentagem das manutenções preventivas perante o total gasto com manutenções preventivas e corretivas, a linha verde representa o valor da meta encontrado na literatura para porcentagem de manutenções preventivas aceitável conforme citado por Belhot (1994) e o cartão à direita, representa o valor médio das manutenções preventivas de toda a categoria correspondente.

Figura 9 – Relação de representatividade por tipo de manutenção de caminhonetes.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 10 – Relação de representatividade por tipo de manutenção de caminhões.



Fonte: Do Autor (2023).

De acordo com as análises, nota-se que o valor médio de manutenções preventivas obtido expressado no cartão da Figura 9 para caminhonetes 54,17% é bem inferior ao esperado, como também no cartão da Figura 10, 43,52%. Esse fato representa o alto índice de gastos com manutenções corretivas e assim tem grande impacto no processo de gestão dos veículos.

Para a segunda análise foi feito um comparativo das manutenções básicas esperadas no curto prazo, ou seja, que enquadrariam no período englobado pela análise de acordo com as informações dos manuais dos veículos, para a categoria das caminhonetes foi tomado como um padrão o manual da caminhonete L200 Triton 2014, sendo que, para essas manutenções básicas veículos do mesmo porte não possuem grande variação. Para os caminhões foi tomado como base o manual do caminhão Iveco Daily Truck 70C17 e do Accelo 815C, únicos modelos presentes nessa segunda análise. Vale salientar que para condições de operação extremas, como os locais de grande material particulado no ar, os manuais evidenciam que as periodicidades de trocas podem ser menores e como não serão utilizados os manuais específicos de cada veículo, devido à grande diversidade, faixas de tolerâncias quanto aos gastos esperados e realizados serão colocadas. Para realizar as comparações foi elaborada uma planilha, que contém as seguintes informações:

- Item: refere-se ao componente de substituição considerado pelo manual;
- Distância: distância em quilômetros para cada substituição do referido item;

- Tempo: período de tempo em meses para cada substituição do referido item;
- Preço médio: preço médio do componente considerando todas as ocorrências de substituição no histórico de manutenção, desde o início do período englobado na análise até o final, para ter-se um valor aceitável para critérios de comparação;
- Quantidade (Qtd): quantidade de itens demandados em cada manutenção do referido item;
- Valor total por execução: o valor total gasto em cada manutenção do referido item, é composto pela multiplicação da coluna “Preço Médio” pela “Qtd”;
- Quantidade mínima de execuções esperadas: total de execuções esperadas do referido item no período da análise (18 meses) de acordo com a distância ou o tempo das substituições considerando operações em condições extremas;
- Total esperado: valor total esperado para cada manutenção do referido item, se refere à multiplicação do “Total por Execução” por “Qtd Execuções Esperadas”.

Para ter-se o cenário real dos gastos, foi elaborado outra planilha com os gastos por veículo para as respectivas manutenções englobadas, para consolidar estes valores foram filtrados apenas as manutenções referentes aos itens englobados na planilha do histórico das manutenções dos veículos. Os veículos que não estavam em utilização durante todo o período da análise, para critérios de simplificação, foram excluídos do cenário, os mesmos aparecem com a observação “Não Aplicável”.

Para consolidar a frequência de substituições corretas, os manuais dos veículos estabelecem que a troca deve ocorrer de acordo com o alcance do primeiro evento, seja ele a periodicidade em meses estabelecida ou a quilometragem do veículo. Para se ter conhecimento da quilometragem rodada com cada veículo, foi fornecido pela empresa as médias de utilização mensal dos veículos nas unidades de trabalho, seguindo na Tabela 6.

Tabela 6 - Média mensal de rodagem dos veículos nas unidades.

MARCA	VEÍCULO	PERCURSO MENSAL (km)
MITSUBISHI	L200 TRITON	1100
IVECO	DAILY TRUCK 817C	2300
MERCEDES-BENZ	ACCELO 815C	2300

Fonte: Do Autor (2023).

Dessa forma, tem-se que em média no período de dezoito meses as caminhonetes percorreram cerca de 19.800 km, enquanto os caminhões percorreram cerca de 41.400 km.

Em relação à definição do item referente à quantidade mínima de execuções de manutenção esperadas no período para os acessórios filtro de ar e filtro de ar condicionado/cabine, foram consideradas as condições extremas de uso devido ao tipo do terreno em que os veículos são utilizados, com grande presença de material particulado no ar.

Quanto às demandas das manutenções, para as caminhonetes a capacidade nominal de óleo no cárter com a troca do filtro de óleo é de 8 litros (7 litros do cárter e 1 litro do filtro de óleo), considerando os modelos L200 Triton Diesel, segundo o manual do proprietário. (MITSUBHISHI GROUP, 2014. p. 250). Considerando assim, a quantidade de 8 unidades de óleo para cada troca.

O Quadro 2 expressa a relação de manutenções preventivas básicas esperadas calculadas para as caminhonetes e o Quadro 3 expressa os valores esperados calculados e gastos por veículo com as respectivas manutenções.

Quadro 2 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas no curto prazo.

Manutenções Preventivas Esperadas Curto Prazo: Caminhonetes							
Item	Distancia (km)	Tempo (meses)	Preço Médio (reais)	Qtd (un)	Total Por Execução (reais)	Qtd Execuções Esperadas (un)	Total Esperado (reais)
Óleo	5000	6	R\$ 46,84	8	R\$ 374,72	3	R\$ 1.124,16
Filtro de óleo	5000	6	R\$ 100,29	1	R\$ 100,29	3	R\$ 300,87
Filtro de ar	10000	12	R\$ 88,59	1	R\$ 88,59	3	R\$ 265,77
Filtro de combustível	10000	12	R\$ 141,77	1	R\$ 141,77	2	R\$ 283,54
Filtro de ar condicionado/cabine	10000	12	R\$ 72,04	1	R\$ 72,04	3	R\$ 216,12
Alinhamento e balanceamento	10000	12	R\$ 223,33	1	R\$ 223,33	1	R\$ 223,33
Total Por veículo							R\$ 2.413,79

Fonte: Do Autor (2023).

Quadro 3 – Relação de custos com manutenções preventivas realizados: caminhonetes.

Placa	Valor Esperado	Valor Gasto	Variação	Status
FBX-4H	R\$ 2.413,79	R\$ 3.009,20	124,7%	Conforme
FBX-2I	R\$ 2.413,79	R\$ 2.616,00	108,4%	Conforme
FKG-65	R\$ 2.413,79	R\$ 2.311,20	95,7%	Conforme
FWE-32	R\$ 2.413,79	R\$ 2.226,70	92,2%	Conforme
FRW-31	R\$ 2.413,79	R\$ 2.215,00	91,8%	Conforme
EEE-67	R\$ 2.413,79	R\$ 2.025,00	83,9%	Conforme
FRF-60	R\$ 2.413,79	R\$ 1.750,00	72,5%	Não Conforme
FKK-3A	R\$ 2.413,79	R\$ 1.503,00	62,3%	Não Conforme
FSX-29	R\$ 2.413,79	R\$ 1.425,00	59,0%	Não Conforme
FJU-1B	-	R\$ 1.005,00	-	Não Aplicável
FBX-48	-	R\$ 880,00	-	Não Aplicável
FGQ-78	-	R\$ 845,00	-	Não Aplicável

Fonte: Do Autor (2023).

Para a classificação da coluna “Status” foi adotado como aceitável uma variação inferior ao gasto esperado de 25%, por estar sendo utilizado o valor do preço médio das peças e serviços. De acordo com o Quadro 3, dos nove (9) veículos que se enquadravam na análise, seis (6) estavam conforme quanto às manutenções básicas esperadas, representando uma porcentagem de aderência de 66,67%.

Cabe mencionar que os veículos que ficaram com a classificação “Não conforme” possuíam planos de manutenção, conforme a Tabela 4 da análise anterior. Tal fato, denota que os planos de manutenção não estavam sendo aplicados estritamente para todos os veículos, entretanto os valores da variação ao esperado não foram grandes.

Para os caminhões as mesmas análises foram feitas, com algumas diferenças pontuais, os valores esperados com as manutenções básicas foram separados de acordo com os modelos Iveco Daily Truck 70C17 e do Accelo 815C, devido à capacidades nominais diferentes das quantidades de óleo no motor e agora tem-se a presença do filtro separador de água do combustível como manutenção básica.

Para os veículos Iveco Daily Truck placas (FNF-51; FWI-78; FNF-49) a capacidade nominal de óleo no cárter com a troca do filtro de óleo é de 6,9 litros (IVECO, 2014. P.152). Sendo assim, foi adotado nas manutenções a compra de 7 unidades. Para os veículos Mercedes-Benz Accelo 815C placas (FAB-6I; FLQ-9A; FUR-51) A capacidade nominal de óleo no cárter

com a troca do filtro de óleo é de 15,8 litros (MERCEDÉS-BENZ DO BRASIL LTDA, 2017. p. 289). Nesse caso, foi adotado nas manutenções a compra de 16 unidades. Os Quadros 4 e 5 expressam os custos esperados com as manutenções para essas categorias.

Quadro 4 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas: Daily Truck 70C17.

Manutenções Preventivas Esperadas Curto Prazo: Caminhões Iveco Daily Truck 70C17							
Item	Distancia (km)	Tempo (meses)	Preço Médio (reais)	Qtd (un)	Total Por Execução (reais)	Qtd Execuções Esperadas (un)	Total Esperado (reais)
Óleo	20000	12	R\$ 46,14	7	R\$ 322,98	2	R\$ 645,96
Filtro de óleo	20000	12	R\$ 92,56	1	R\$ 92,56	2	R\$ 185,12
Filtro de ar	20000	12	R\$ 204,90	1	R\$ 204,90	3	R\$ 614,70
Filtro de combustível	40000	12	R\$ 129,76	1	R\$ 129,76	2	R\$ 259,52
Filtro de ar condicionado/ cabine	20000	6	R\$ 72,04	1	R\$ 72,04	3	R\$ 216,12
Filtro Separador de Água (Raccor)	40000	12	R\$ 178,11	1	R\$ 178,11	1	R\$ 178,11
Alinhamento e balanceamento	10000	12	R\$ 350,00	1	R\$ 350,00	1	R\$ 350,00
Total Por veículo							R\$ 2.449,53

Fonte: Do Autor (2023).

Quadro 5 – Relação de manutenção preventivas básicas esperadas: Accelo 815C.

Manutenções Preventivas Esperadas Curto Prazo: Caminhões Accelo 815C							
Item	Distancia (km)	Tempo (meses)	Preço Médio (reais)	Qtd (un)	Total Por Execução (reais)	Qtd Execuções Esperadas (un)	Total Esperado (reais)
Óleo	20000	12	R\$ 46,14	16	R\$ 738,24	2	R\$ 1.476,48
Filtro de óleo	20000	12	R\$ 92,56	1	R\$ 92,56	2	R\$ 185,12
Filtro de ar	20000	12	R\$ 204,90	1	R\$ 204,90	3	R\$ 614,70
Filtro de combustível	40000	12	R\$ 129,76	1	R\$ 129,76	2	R\$ 259,52
Filtro de ar condicionado/ cabine	20000	6	R\$ 72,04	1	R\$ 72,04	3	R\$ 216,12
Filtro Separador de Água (Raccor)	40000	12	R\$ 178,11	1	R\$ 178,11	1	R\$ 178,11
Alinhamento e balanceamento	10000	12	R\$ 350,00	1	R\$ 350,00	1	R\$ 350,00
Total Por veículo							R\$ 3.280,05

Fonte: Do Autor (2023).

O Quadro 6 expressa os valores esperados e gastos por veículo com as respectivas manutenções, de acordo com o modelo dos veículos.

Quadro 6 – Relação de custos com manutenções preventivas realizados: Caminhões.

Placa	Valor Esperado	Valor Gasto	Variação	Status
FAB-6I	R\$ 3.458,16	R\$4.415,00	127,7%	Conforme
FUR-51	R\$ 3.458,16	R\$3.780,00	109,3%	Conforme
FWI-78	R\$ 2.449,53	R\$2.466,53	100,7%	Conforme
FNF-49	R\$ 2.449,53	R\$2.109,91	86,1%	Conforme
FLQ-9A	R\$ 3.458,16	R\$1.600,00	46,3%	Não Conforme
FNF-51	R\$ 2.449,53	R\$1.511,97	61,7%	Não Conforme
FNM-49	-	R\$ 0,00	-	Não Aplicável
GHC-3H	-	R\$ 0,00	-	Não Aplicável
GHU-5C	-	R\$ 0,00	-	Não Aplicável
FNX-71	-	R\$ 0,00	-	Não Aplicável

Fonte: Do Autor (2023).

Para a classificação da coluna “Status” a mesma uma variação inferior de 20% ao gasto esperado foi adotada para os caminhões. De acordo com o Quadro 6 , dos seis (6) veículos que se enquadravam na análise, quatro (4) estavam conforme quanto às manutenções básicas esperadas, representando uma porcentagem de aderência de 66,67%. Dos veículos não conforme para esta categoria, um possuía plano de manutenção (FLQ-9A) e o outro não (FNF-51) de acordo com as informações da análise anterior, Tabela 5. Tal fato, esclarece também, que mesmo com plano de manutenção, um dos veículos não seguia fielmente o planejamento.

4 – Falta de programação de lavagem e lubrificação periódica dos veículos: para avaliar o quesito de lavagens e lubrificações na visita em campo, foi solicitado o controle utilizado para as realizações das atividades. A informação obtida foi que as atividades não seguiam cronograma pré-definido e sim, eram realizadas de acordo com a disponibilidade dos veículos e seus estados.

Para evidenciar as condições críticas que os veículos são submetidos e a importância da realização das atividades de lavagem e lubrificação a seguir são expostas nas Figuras 11 e 12 fotos das condições das caminhonetes obtidas durante a visita.

Figura 11 – Foto do exterior de uma caminhonete utilizada em serviço pela empresa.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 12 – Foto da parte inferior de uma caminhonete utilizada em serviço pela empresa.



Fonte: Do Autor (2023).

Conforme visto nas fotos, as condições que os veículos são submetidos são críticas, um ambiente com muita poeira e barro, que pode comprometer a integridade dos sistemas do veículo caso não sejam tomados os cuidados necessários, sendo assim a necessidade de um controle rígido das lavagens e lubrificações, comprovando que esta é uma causa influente.

Causa 4 – Oficinas com recorrências de manutenções semelhantes: para a análise de recorrências de serviços semelhantes foi feita a seguinte busca na planilha do histórico de

manutenções: Para as três caminhonetes e três caminhões de maior custo gasto com manutenção no período, foram avaliados na planilha de históricos de manutenção manualmente item a item se ocorriam serviços repetidos para o mesmo veículo em períodos menores que seis meses, considerando os mesmos sistemas ou peças substituídas.

A Figura 13 representa um recorte das colunas utilizadas da planilha histórico de manutenção para a análise nesta etapa. Os campos são parte da planilha explicada na seção Materiais e Métodos deste trabalho.

Figura 13 –Recorte das colunas utilizadas referentes à planilha do histórico de manutenções para análise de recorrências.

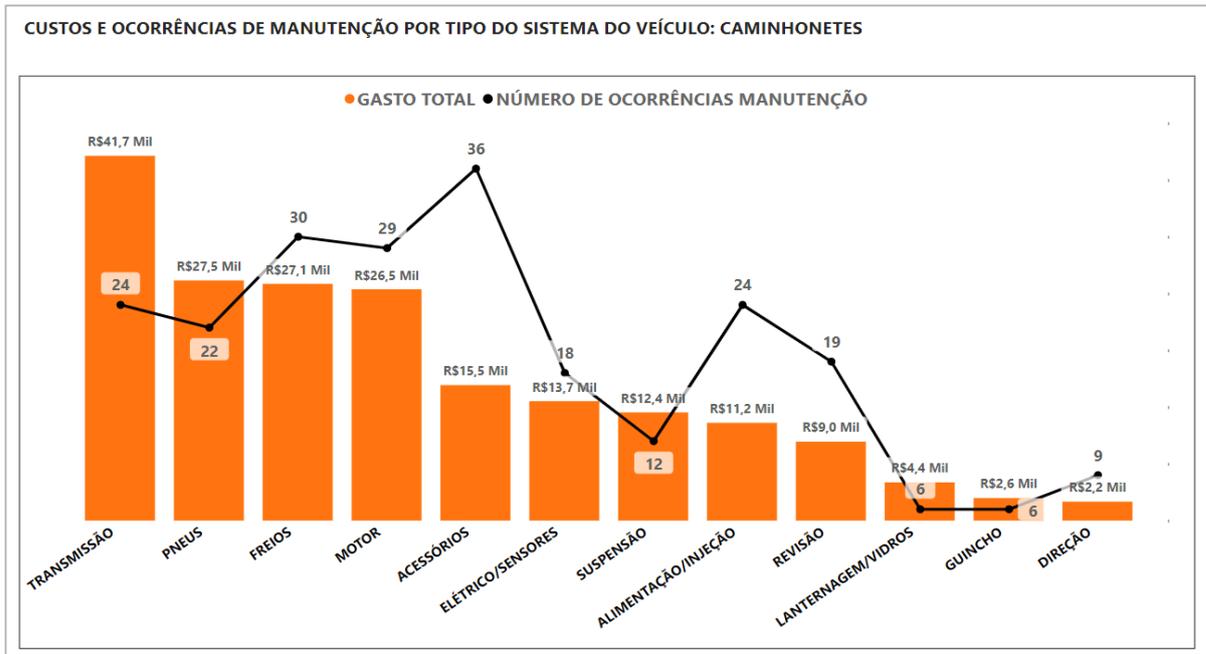
Data Emissão	Tipo Manutenção	Sistema do veículo	Item
28/03/2022	CORRETIVA	TRANSMISSÃO	DIANÓSTICO TRAÇÃO 4X4 C REMOÇÃO TAMPA DA CAIXA
28/03/2022	CORRETIVA	TRANSMISSÃO	TROCA ROLAMENTO CENTRAL CARDAN
28/03/2022	CORRETIVA	TRANSMISSÃO	TROCA ROLAMENTO CENTRAL CARDAN/CRUZETA
28/03/2022	CORRETIVA	DIREÇÃO	TROCA PONTEIRA/ TERMINAL DIREÇÃO INTERNO LD
28/03/2022	CORRETIVA	SUSPENSÃO	TROCA BIELETA LE
28/03/2022	CORRETIVA	DIREÇÃO	TERMINAL/PONTEIRA DIREÇÃO INTERNA LE
28/03/2022	CORRETIVA	SUSPENSÃO	BIELETA DIANTEIRA LE
28/03/2022	CORRETIVA	TRANSMISSÃO	ROLAMENTO BASE PINHÃO
28/03/2022	CORRETIVA	TRANSMISSÃO	ROLAMENTO LATERAL COROA DIFERENCIAL

Fonte: Do Autor (2023).

Não foi constatado na análise a recorrência de serviços semelhantes, então a causa foi considerada como não influente.

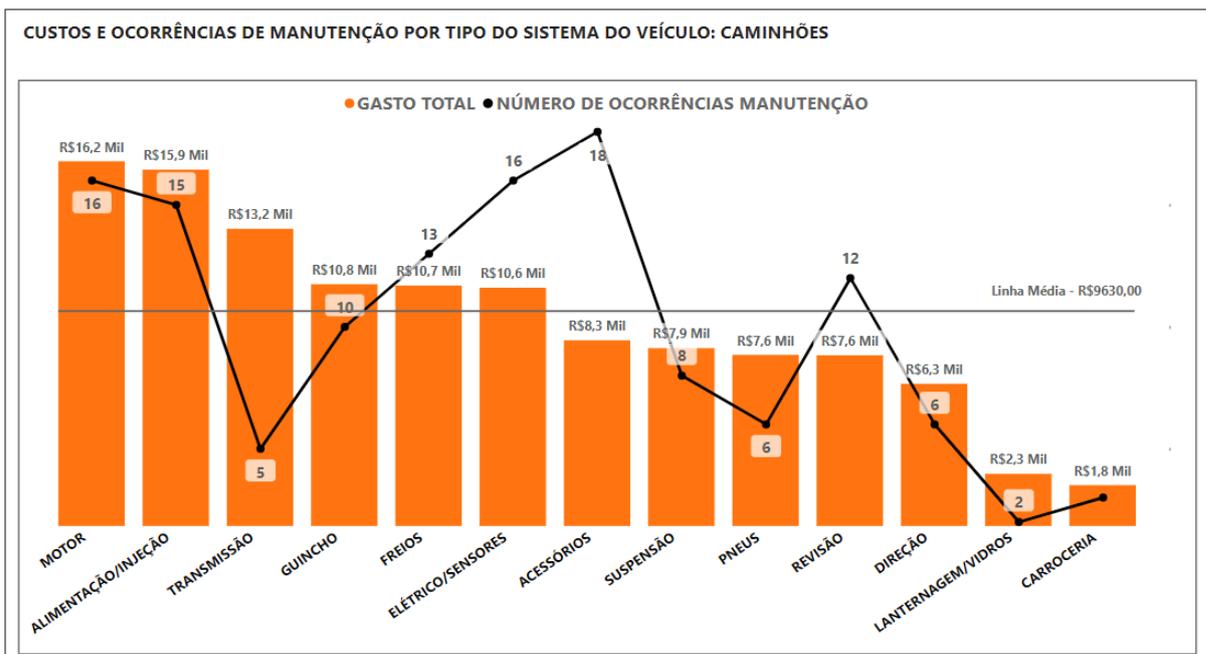
Causa 5 – Sistemas específicos sendo mais demandados e dispendiosos: para a validação desta causa, foram elaborados gráficos por tipo de sistema do veículo tanto para as caminhonetes, quanto para os caminhões, as variáveis avaliadas foram o custo financeiro e o número de ocorrências de manutenção por sistema.

Figura 14 – Painel gráfico do custo financeiro e número de ocorrências de manutenção por sistema do veículo para caminhonetes.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 15 – Painel gráfico custo financeiro e número de ocorrências de manutenção por sistema do veículo para caminhões.



Fonte: Do Autor (2023).

Em relação às caminhonetes, o sistema de transmissão foi o mais dispendioso, seguido de pneus e freios. Os altos custos com o sistema de transmissão são esperados, pois se referem ao sistema de manutenção de mão de obra técnica e de difícil acesso, bem como, com peças com alto nível tecnológico. Além disso, o sistema engloba vários subcomponentes, entre eles: componentes da caixa de câmbio, componentes do cubo de rodas, componentes da embreagem, cardã e fixadores, componentes do semieixo e do diferencial.

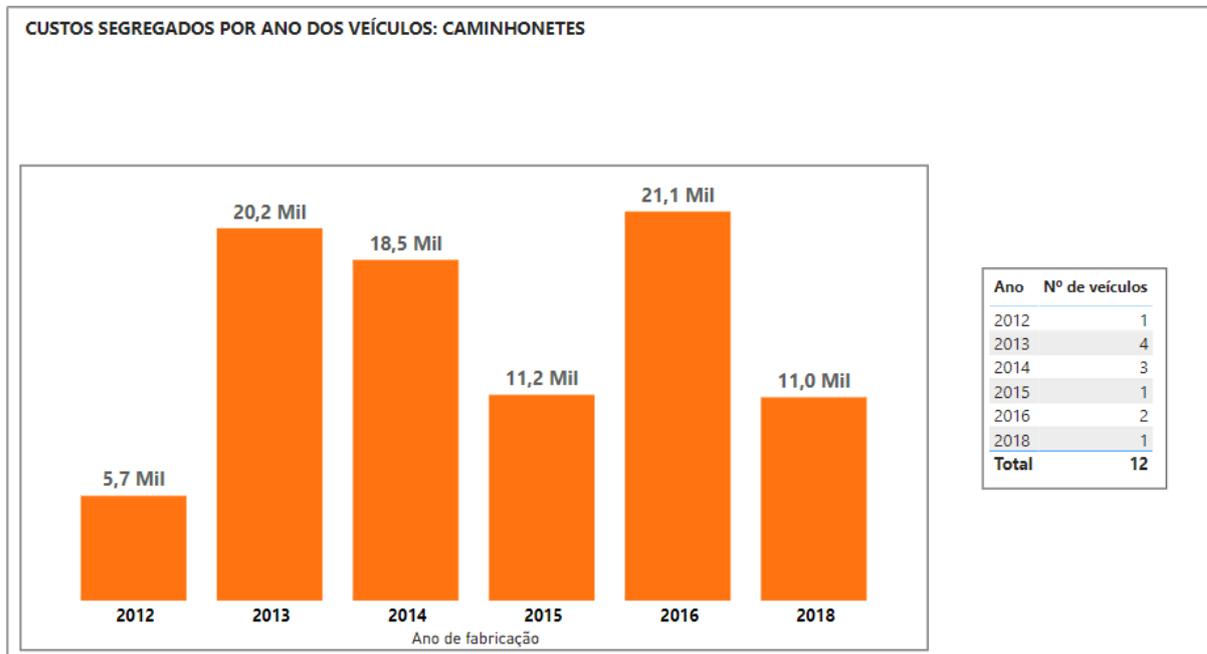
Para os caminhões, as três categorias mais expressivas foram: motor, alimentação/injeção e transmissão. Vale salientar que para esse tipo de veículo o gráfico representou valores sem grandes dispersões da média de gastos por categoria (R\$9.630,00) e que a categoria “Transmissão” também teve grande expressividade. Obteve-se algumas constatações fora do esperado, por exemplo a categoria “Pneus” ficar na nona posição, de acordo com o que propôs Dario (2014) eram esperados altos custos com pneus, diante da situação que os pneus de caminhões pelas suas especificações possuam alto custo de mercado, entretanto, o período da análise foi de 18 meses, sendo que se houvessem trocas imediatamente anteriores a esse período, novos pneus apenas seriam comprados depois do período englobado na análise. Outro fato é o alto custo com a categoria “Guincho”, na quarta posição, com valor expressivo e que representa manutenções nas quais o caminhão necessitou do uso de reboque para se locomover até a oficina, evidenciando a realização de manutenções corretivas.

Ainda foi incluso nos gráficos uma curva representando o número de ocorrências de manutenção (em preto) para detectar se alguns sistemas do veículo seriam impactados por uma ocorrência de quebra específica, por exemplo uma retífica de motor, que teria alto custo e distanciaria os setores envolvidos, no entanto, a curva demonstrou várias ocorrências por tipo de sistema, então, não tiveram ocorrências que prejudicassem as análises.

Sendo assim, diante dos valores gastos com os sistemas representados na análise, mesmo que alguns sistemas sobressaíram em valor gasto em relação aos outros, não se deve a motivos específicos da unidade de trabalho.

Causa 6 – Elevada idade da frota: Para avaliar se a idade da frota tinha um comportamento influente nos custos de manutenção, foram elaborados gráficos, com base no histórico de manutenção, dos valores totais gastos segregados por ano dos veículos. Entretanto, não se tinha o mesmo número de veículos para cada ano de fabricação. A Figura 16 representa o custo de manutenção segregado por ano dos veículos para as Caminhonetes, à direita do painel nesta figura, são expressos os anos dos veículos e a quantidade de modelos do respectivo ano para critério informativo.

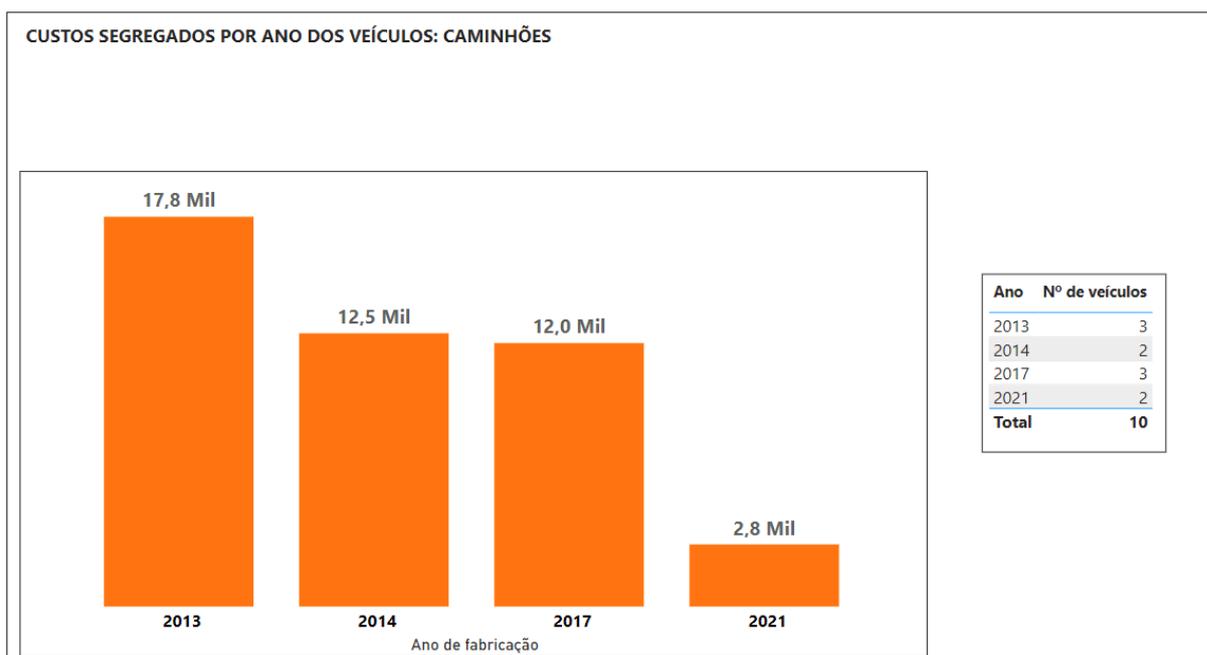
Figura 16 – Custo de manutenção segregado por ano dos veículos: Caminhonetes.



Fonte: Do Autor (2023).

Para os caminhões foi levantado a mesma relação, A Figura 17 representa o custo de manutenção segregado por ano dos veículos e à direita do painel nesta figura, são expressos os anos dos veículos e a quantidade de modelos do respectivo ano.

Figura 17 – Custo de manutenção segregado por ano dos veículos: Caminhões.



Fonte: Do Autor (2023).

Para as caminhonetes, pelo que foi exposto na Figura 16, a análise não demonstrou a tendência esperada, teve certa variabilidade nos resultados, entretanto, pode-se justificar esta variação devido à diferença no número de veículos de cada ano expressos à direita da Figura 17, não se tinha amostragem confiável para comparar veículos de mesmo ano, por exemplo, do ano de fabricação de 2012, tinha-se apenas um veículo na análise, podendo estar sujeito a ocorrências pontuais.

Para os caminhões na Figura 17, a análise foi consistente, pode-se observar um padrão, quanto mais antigo o veículo, maiores os custos com manutenção, com destaque ainda para os veículos de ano de fabricação 2021 que gastaram uma quantidade muito inferior aos demais.

Causa 7 – Falta de instruções de uso/procedimentos padrão: Esta causa foi avaliada na visita em campo, foram solicitados materiais a respeito da utilização dos veículos, dos seus sistemas, orientações de condução e não foi constatado a existência de nenhum procedimento padrão de utilização ou instruções de uso.

Sendo assim, um resumo com as causas exploradas foi consolidado no Quadro 7, evidenciando as conclusões das influências no processo da gestão dos veículos.

Quadro 7 – Consolidação das causas analisadas e suas classificações quanto a influência.

NÚMERO	CAUSA	INFLUÊNCIA
1	Ausência de plano de manutenção para toda a frota	Sim
2	Falta de aplicação do plano de manutenção	Sim
3	Falta de programação de lavagem e lubrificação periódica dos veículos	Sim
4	Oficinas com recorrências de manutenções semelhantes	Não
5	Sistemas específicos sendo mais demandados e dispendiosos	Não
6	Elevada idade da frota	Sim
7	Falta de instruções de uso/procedimentos padrão	Sim

Fonte: Do Autor (2023).

4.3 Sugestões de melhorias

Com base na comprovação de causas realizada, para possibilitar a implantação de melhorias no setor, foi elaborado um quadro com as sugestões de melhorias, avaliando cada

causa que foi comprovada individualmente. As sugestões foram expostas no Quadro 8, compostas pelos números, as causas relacionadas ao Diagrama de Ishikawa, as sugestões de ação com base na realidade da empresa e os setores responsáveis pela implementação.

Quadro 8 – Elaboração de sugestões de melhorias

Nº	CAUSA RELACIONADA	SUGESTÃO DE AÇÃO	SETOR RESPONSÁVEL
1	Ausência de plano de manutenção para toda a frota	Elaborar plano de manutenção padrão por modelo de veículo utilizado	Engenharia Cooperativo
2	Falta de aplicação do plano de manutenção	Utilizar o sistema Prisma 4 para cadastros dos planos de manutenção e controle das execuções	Engenharia de Processos Regional
		Realizar acompanhamento mensal de execução das manutenções conforme programado	Engenharia de Processos Regional/Supervisores de contrato
3	Falta de programação de lavagem e lubrificação periódica dos veículos	Incluir as atividades de lavagem e lubrificação no plano de manutenção e no software Prisma 4	Engenharia de Processos Regional
4	Elevada idade da frota	Implementar modelo de análise de depreciação anual dos ativos para tomada de decisão	Engenharia Cooperativo
5	Falta de instruções de uso/procedimentos padrão	Elaborar manual de instruções padrão para treinar equipes e procedimentos operacionais para as atividades críticas de uso dos veículos	Engenharia de Processos Regional

Fonte: Do Autor (2023).

A ação referente à causa 1, refere-se a uma padronização proposta para utilização em todos os veículos um modelo de plano de manutenção padrão, alterando apenas os itens e suas periodicidades de acordo com os manuais de cada veículo. Essa ação pretende evitar uma variedade de planos de manutenção não confiáveis e também a terceirização de planos de manutenção com as oficinas prestadoras de serviços, diante do cenário que a engenharia de processos corporativa possui capacidade técnica e ferramentas para controlar esse processo.

As ações referentes à causa 2, referem-se a utilizar um sistema de gestão já disponível na empresa para controlar as execuções dos planos de manutenção dos veículos em um local único, promovendo confiabilidade ao processo de manutenção, bem como poder gerar relatórios mensais das aderências ao planejamento das manutenções.

A ação referente à causa 3, pretende incluir as atividades de lavagem e lubrificação como atividades de manutenção padrão, sendo geridas no mesmo local que as manutenções comuns e tratadas com a mesma importância.

A ação referente à causa 4, pretende implementar um modelo de análise de depreciação para a frota de veículos, de forma que, seja feito um acompanhamento detalhado e as substituições dos ativos sejam feitas nos melhores momentos.

A ação referente à causa 5, pretende elaborar um manual de instruções básico para utilização do veículo, dos seus acessórios e itens de segurança, visando garantir maior vida útil para os veículos.

Dessa forma, pode-se avaliar todo o processo de gestão dos veículos, apontar seus pontos críticos por meio de análises detalhadas e sugerir as melhorias necessárias para otimizar o processo e garantir maior vida útil dos ativos.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho pretendeu avaliar as atividades envolvidas na gestão da frota dos veículos utilizados por uma empresa na prestação de serviços para propor melhorias ao processo, a partir do levantamento de dados dos veículos envolvidos, visitas e análises para entendimento do processo de gestão.

Para atingir os objetivos das análises foram traçados como objetivos específicos a exposição do cenário de gastos financeiros com a frota de veículos, a exposição do processo de gestão, o mapeamento das ineficiências e também a proposição de melhorias ao setor.

O cenário de gastos no período da análise foi exposto, tendo um total de R\$363.020,00, nessa análise também foi exposto a variação mensal dos gastos e a média mensal dos gastos com manutenção, foi observado que havia grande discrepância dos gastos no mês a mês e o custo de manutenção mensal com cada tipo de veículo no período foi evidenciado: R\$974,29 para as caminhonetes e R\$735,58 para os caminhões.

O processo de gestão dos veículos foi exposto ao longo do trabalho levantando as características principais para serem exploradas posteriormente nas análises de ineficiência. Nessa etapa foram entendidas as relações de como a equipe geria os veículos e suas atividades de manutenção.

As ineficiências do processo de gestão dos veículos foram expostas a partir da análise do Diagrama de Ishikawa que explorou a fundo cada causa que foi considerada como importante para a estruturação de um bom processo de gestão dos ativos, resultando em cinco causas principais influentes. Três das causas influentes foram relativas à estruturação de um bom processo de manutenção e acompanhamento, um referente à idade da frota e a outra referente à ausência de instruções de uso e procedimentos padrão na utilização dos veículos. Conforme foi levantado a hipótese que o processo não tinha estratégia de manutenção sólida sendo aplicada, esta foi comprovada na discussão dos resultados.

A proposição de melhorias foi realizada por meio da elaboração do quadro de sugestões de melhorias que se refere estritamente às tratativas para as ineficiências mapeadas pelo Diagrama de Ishikawa, envolvendo também os setores responsáveis pela aplicação.

Para otimizar as análises, poderiam ser feitos novos acompanhamentos individuais dos ativos e suas manutenções, pois devido à robustez dos sistemas e ao grande número de veículos, todos foram avaliados no contexto conjunto. É importante salientar também que as informações de quilometragem rodada por veículo mensal não eram conhecidas separadamente, então não

foram exploradas análises de custo por quilômetro rodado. Entretanto, a proposta de avaliar o processo como um todo foi atendida e um bom nível de detalhamento foi explorado nas análises.

REFERÊNCIAS

- ABU, F. et al. The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. **Journal of Cleaner Production**, v. 234, n. 10, p. 660–680, 2019.
- AGUSTIADY, T. K.; CUDNEY, E. A. Total productive maintenance. **Total Quality Management & Business**, v. 0, p. 1–8, 2018.
- ALEBRANT, A.; LUIS, J.; RIBEIRO, D. Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT. **Production**, v. 24, n. 3, p. 675–686, 2014.
- ANDRADE, Y. et al. Lean manufacturing model for the reduction of production times and reduction of the returns of defective items in textile industry. [s.l.] **Springer International Publishing**, 2019.
- ARAÚJO, C. A. C. DE; RENTES, A. F. A Metodologia Kaizen Na Condução De Processos De Mudança Em Sistemas De Produção Enxuta. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 133–142, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**, Rio de Janeiro, 1994.
- BALDISSARELLI, L.; FABRO, E. Predictive Maintenance in Industry 4.0. **Scientia Cum Industria**, v. 7, n. 2, p. 12–22, 2019.
- BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. Lean manufacturing: Literature review and research issues. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876–940, 2014.
- BLOOM, N. B. **Reliability Centered Maintenance: implementation made simple**. New York: [s.n.].
- CAMPOS, F. C.; BELHOT, R.V. Gestão da manutenção de frota de veículos: uma revisão. **Gestao & Producao**, v.1, n.2, p.171-88,1994.
- CAMPOS, V.F. **TQC:Controle da qualidade no estilo japonês**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H.; GRANEMANN, S. R. Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. **Journal of Transport Literature**, v.6, n.2, pp. 234-252, 2012.
- CLEMENTE, Q.K. **Gestão de Frota de Veículos Rodoviários**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2008.
- DARIO, M. **Práticas, indicadores e custos na gestão de pneus: estudo em uma empresa de transportes**. [s.l.] Universidade Metodista de Piracicaba, 2012.

DARIO, M. et al. Indicadores de desempenho, práticas e custos da manutenção na gestão de pneus de uma empresa de transportes. **Produção Online**, v. 14, n. 4, p. 1235–1269, 2014.

DAVID, J.; MÉNDEZ, M.; RODRIGUEZ, R. S. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity : a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line productive sector is caused by extended machine. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 92, p. 1013–1026, 2017.

DIMARIO, R. K. et al. Aplicação de Ferramentas de Manufatura Enxuta em processo de montagem de motocicletas no Polo Industrial de Manaus. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 26839–26861, 2020.

FELDENS, A.; MULLER, C. J; FILOMENA, T. P.; KLIEMANN NETO, F. J.; CASTRO, A. S.; ANZANELLO, M. J. Política para Avaliação e Substituição de Frota por Meio da Adoção de Modelo Multicritério. ABCustos - Associação Brasileira de Custos, v.5, n.1, 2010.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: [s.n.].

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUPTA, S.; JAIN, S. K. A literature review of lean manufacturing. **International Journal of Management Science and Engineering Management**, v. 8, n. 4, p. 241–249, 2013.

IVECO. **Manual de uso e manutenção Iveco Daily Truck 70C17HD**. Nova Lima: CNH Industrial Brasil Ltda, 2014. Disponível em: <<https://www.iveco.com/Brasil/Documents/MUM%20Scudato%20MY19%20-%20Ed.03.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

JAIN, A.; BHATTI, R.; SINGH, H. **Total productive maintenance (TPM) implementation practice**. v.5. [s.l: s.n.].

KATO, J. M. **Cenários estratégicos para o transporte rodoviário de cargas no Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

KOCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis, RJ : Vozes, 2011. Bibliografia ISBN 85.326.xxxx-x - Edição digital.

LIMA, E. C, NETO, C.R.O.Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. **Revista espaço acadêmico**, 2017.

MACHADO, S.S. **Gestão da qualidade**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Inhumas, GO: Rede e-Tec Brasil,2012.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MERCEDES-BENZ DO BRASIL LTDA. **Accelo Manual de operação**. Campinas: Mercedes-Benz do Brasil Ltda, 2017. Disponível em: <<https://www.mercedes-benz-trucks.com.br/caminhoes/servicos-e-pecas/manuais>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MITSUBISHI GROUP. **Manual do proprietário L200 Triton 2014**. Catalão: Mitsubishi Motors Corporation, 2014. Disponível em:
<<https://carmanuals2.com/mitsubishi/l200-triton-2014-manual-do-proprietario-104495>>.
Acesso em: 12 nov. 2022.

MOUBRAY, J., **Reliability-centered maintenance**. 2 ed. New York: Industrial Press Inc, 1997.

NITHIN, S. K. et al. Importance of condition monitoring in mechanical domain. **Materials Today: Proceedings Proceedings**, 2021.

PAKES, P. R. et al. Análise da aplicação das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA: estudo de caso em uma empresa do setor têxtil. **Revista GeSec**, São Paulo, v.13, p.812-827, 2022.

PEREIRA, D. B. S. **Análise do impacto das condições de rodovias pavimentadas na renovação da frota de transporte rodoviário de carga**. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

POWELL, T.C. Total quality management as competitive advantage -a review and empirical-study. **Strategic management journal**, v.16, n. 1, pp. 15-37, 1995.

ROCHA, T. S. et al. Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua na engenharia de produto em uma empresa de produtos hospitalares. **Revista Foco**, Curitiba, v15, p 01-20,2022.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Conheça as principais ferramentas de gestão**. Bahia, 2019.

Disponível em:

https://www.sebraeatende.com.br/system/files/conheca_as_principais_ferramentas_de_gestao.pdf

SEZER, Erim; ROMERO, David; GUEDEA, FEDERICO et al. An Industry 4.0-Enabled Low Cost Predictive Maintenance Approach for SMEs. In: IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC, 2018, Stuttgart: **Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc**, 2018, p. 1-8.

SHAFIEE, M.; CHUKOVA, S. Maintenance models in warranty : A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 229, n. 3, p. 561–572, 2013.

SHEUT, C.; KRAJEWSKI, L. J. A decision model for corrective maintenance management. **International Journal of Production Research**, v. 32, n. 6, p. 1365–1382, 1994.

- SINGH, G.; INDEPREET, S. A. Just-in-time manufacturing: literature review and directions. **International Journal of Business Continuity and Risk Management**, v. 3, n. 1, p. 57, 2012.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- STENSTRÖM, C. et al. Preventive and corrective maintenance – cost comparison and cost – benefit analysis. **Structure and Infrastructure Engineering**, v. 12, n. 5, p. 603–617, 2016.
- SUGIMORI, Y. et al. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for- human system. **THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION**, v. 15, n. 6, p. 553–564, 1977.
- TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro, Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda, 1999.
- TINGUELY, R. A.; GRANETZ, R. S. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. **Materials Science and Engineering**, v. 290, 2018.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses**. 3. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>. Acesso em: 03/11/2022.
- VALENTE A M; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A G. **Gerenciamento de Transportes e frotas**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- VALENTE, A.M. et al. **Gerenciamento de transporte e frotas**.São Paulo,Cengage Learning, 2016.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel**. Nova ed. R ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ZONTA, T. et al. Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. **Computers and Industrial Engineering**, v. 150, 2020.