



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



THIAGO EGYDIO TADEU E SILVA

**APLICAÇÃO DO POWER BI NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE
UMA FROTA DE ÔNIBUS DE TRANSPORTE DE COLABORADORES**

**OURO PRETO - MG
2023**

THIAGO EGYDIO TADEU E SILVA

thiago.tadeu@aluno.ufop.edu.br

**APLICAÇÃO DO POWER BI NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE
UMA FROTA DE ÔNIBUS DE TRANSPORTE DE COLABORADORES**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG
2023**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586a Silva, Thiago Egydio Tadeu e.
Aplicação do Power BI na gestão da manutenção de uma frota de ônibus de transporte de colaboradores. [manuscrito] / Thiago Egydio Tadeu e Silva. - 2023.
57 f.: il.: color., gráf., tab.. + Dashboard.

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira Da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Power BI (Software). 2. Manutenção. 3. Administração - Manutenção. 4. Ônibus. 5. Máquinas - Peças de máquinas. I. Silva, Washington Luís Vieira Da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Thiago Egidio Tadeu e Silva

Aplicação do Power BI na Gestão da Manutenção de uma frota de ônibus de transporte de colaboradores

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 03 de Agosto de 2023

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Siva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 08/08/2023



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/08/2023, às 09:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0579171** e o código CRC **34F30E09**.

À Deus dedico mais esta etapa vencida.
Meus pais, Fátima e Juca pelo apoio
imensurável de toda a vida.

A minha namorada, Bruna, pelo carinho
e ajuda a todo momento.
À Escola de Minas pelo ensino de
qualidade.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Dr. Washington Luís Vieira da Silva, pela sua dedicação na orientação, paciência, conhecimentos, materiais e pelo acompanhamento durante este processo.

Não posso deixar de agradecer também a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica. Seus ensinamentos, experiência e incentivo foram fundamentais para a minha formação e para o aprofundamento dos conhecimentos necessários para a realização deste trabalho.

Agradeço a meus pais, minha avó, minha irmã e minha namorada por todo apoio durante o dia a dia e em tudo que faço na vida, sem vocês nada disso seria possível.

Igualmente, agracio a todos os colegas de curso, especialmente o Thiago Silva, João Paulo, Bodão, Bodega e Alexander que compartilharam comigo maioria dos momentos dentro da UFOP.

Ademais, todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor. Mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus não somos o que éramos”.

Martin Luther King

RESUMO

A aplicação do *Power BI* na gestão da manutenção de uma frota de ônibus de transporte de colaboradores revelou-se uma estratégia eficiente para aprimorar o gerenciamento nos processos. Por meio de uma pesquisa qualitativa, exploratória e estudo de caso, foi analisado a forma como o *Power BI* pode ser aplicado nesse contexto específico. Para efeitos de visualização dos gráficos da ferramenta do *Power BI*, usou-se um filtro para selecionar dados de inspeções de ônibus de uma empresa da construção civil. A aplicação do *software* demonstrou que sua utilização proporcionou benefícios significativos, uma vez que a visualização dos gráficos do *dashboard* contribuiu de forma decisiva para a tomada de decisões e visualização de indicadores pela gestão da manutenção. Foi possível identificar os principais componentes dos ônibus que apresentavam falhas, sendo eles o sistema de freios, direção, suspensão, carroceria, rodas e pneus, que causavam a interrupção das operações, acarretando ações específicas do departamento de manutenção, resultando em uma diminuição do índice de reprovação após a implementação do *software Power BI*. Dessa forma, o uso do *Power BI* mostrou-se uma ferramenta valiosa para impulsionar a eficácia da gestão da manutenção e aprimorar o desempenho geral da frota de ônibus de transporte de colaboradores.

Palavras-chave: *Power BI*. Manutenção. Gestão da Manutenção. Ônibus. Elementos de máquinas.

ABSTRACT

The application of Power BI in managing the maintenance of a fleet of buses to transport employees proved to be an efficient strategy to improve process management. Through a qualitative, exploratory research and case study, we analyzed how Power BI can be applied in this specific context. For the purposes of viewing the graphs of the Power BI tool, a filter was used to select data from bus inspections of a civil construction company. The application of the software demonstrated that its use provided significant benefits, since the visualization of the dashboard graphs contributed decisively to decision making and visualization of indicatives by the maintenance management. It was possible to identify the main components of the buses that had failures, namely the brake system, steering, suspension, bodywork, wheels and tires, which caused the interruption of operations, leading to specific actions by the maintenance department, resulting in a decrease in the of disapproval after implementing the Power BI software. In this way, the use of Power BI proved to be a valuable tool to boost the effectiveness of maintenance management and improve the overall performance of the employee transport bus fleet.

Key-words: Power BI. Maintenance. Maintenance management. Bus. Machine elements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma planejamento, execução e controle de indicadores.....	14
Figura 2 - Dimensionamento dos recursos de manutenção com base no plano de manutenção.	15
Figura 3 - Fluxograma dos materiais e métodos utilizados na pesquisa.	21
Figura 4 - 1ª página do <i>checkList</i> pelo <i>Google forms</i>	24
Figura 5 - Organograma dos membros da empresa.	26
Figura 6 - <i>Checklist</i> online <i>Google Forms</i>	28
Figura 7 - Exemplo do checklist de um veículo aprovado e parte da descrição dos itens verificados.	30
Figura 8 - Exemplo do checklist de um veículo aprovado com ressalvas e parte da descrição dos itens verificados.	31
Figura 9 - Exemplo do checklist de um veículo reprovado e parte da descrição dos itens verificados.	32
Figura 10 - Base de dados.	34
Figura 11 - Dashboard das inspeções periódicas.....	36
Figura 12 - Gráfico do resultado das inspeções por ano do veículo.....	37
Figura 13 - Gráfico contador de itens críticos não conformes.	38
Figura 14 - Gráfico do percentual de reprovações por período.	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Geral	4
1.3.2	Específicos.....	4
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Manutenção	5
2.2	Métodos de manutenção	6
2.2.1	Manutenção corretiva	6
2.2.2	Manutenção preventiva.....	8
2.2.3	Manutenção preditiva	10
2.2.4	Manutenção autônoma.....	12
2.2.5	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	12
2.3	Gestão da Manutenção.....	13
2.4	Ferramenta Power BI.....	16
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Tipos de Pesquisa	18
3.2	Materiais e Métodos	21
3.3	Variáveis e Indicadores	22
3.4	Instrumento de coleta de dados	24
3.5	Tabulações de dados.....	24
3.6	Considerações finais do capítulo	25
4	RESULTADOS	26
4.1	Características da empresa.....	26
4.2	Gestão da manutenção da frota de transporte	27
4.2.1	Descrição da frota de transporte	27
4.2.2	CheckList.....	28
4.3	Aplicação do <i>Power BI</i>	33
4.3.1	Tratamento dos dados	33
4.3.2	Dashboard.....	35

4.3.3	Análise dos Indicadores.....	37
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	41
5.1	Conclusão	41
5.2	Recomendações de trabalhos futuros	42
6	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	43

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

De acordo com Sefstrom (2021), devido à globalização e novas tecnologias, as mudanças no mercado atual estão cada vez mais aceleradas. O mercado está passando por diversas e constantes mudanças onde há uma crescente competitividade.

Segundo Kardec e Nascif (1998), o atual cenário das empresas brasileiras é o foco em manter em perfeito estado o equipamento de seu parque produtivo, visando uma atividade de manutenção bem estruturada. Os autores ainda ressaltaram que nesse cenário não existe espaço para improviso, pois as características primárias das organizações e empresas são: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe (KARDEC E NASCIF, 1998).

Conforme Tavares (2005), a manutenção é uma das áreas que mais contribui fortemente na produtividade das empresas. Por ser um elemento crucial no custo e no ciclo de vidas dos equipamentos, tendo impacto profundo em todas as ações produtivas.

Kardec e Nascif (1998, p.32), afirmam que:

A manutenção deve contribuir para o atendimento do programa de produção, maximizando a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações dos órgãos operacionais, otimizando os recursos disponíveis com qualidade e segurança.

Para alcançar esse objetivo, é viável implementar a gestão da manutenção, que se baseia na definição de metas para solucionar problemas com o intuito de melhorar a eficiência geral. Isso implica em otimizar a utilização de mão de obra, máquinas e equipamentos, resultando em sua máxima disponibilidade (XENOS, 1998).

De acordo com Viana (2002), a aplicação de técnicas e conceitos da gestão da manutenção é primordial para os sistemas produtivos, visando minimizar falhas e maximizar a disponibilidade de sistemas, equipamentos e processos. Como resultado, a gestão da manutenção é amplamente empregada em diversos setores, como indústria, transporte, energia e serviços públicos.

A gestão da manutenção deve ser orientada por dados e informações confiáveis, possibilitando a tomada de decisões embasadas e a implementação de estratégias de manutenção eficientes (LUTOSA et al., 2008).

Há um *software* que permite transformar grandes conjuntos de dados em informações úteis e fáceis de entender, tornando possível tomar decisões mais assertivas. O *software* é o *Power Business Intelligence (Power BI)*, uma ferramenta de visualização de dados desenvolvida pela Microsoft que permite a criação de relatórios e *dashboards* interativos com base em dados de diferentes fontes (TAXCEL, 2018).

Parisi (2020) afirma que o *Power BI* permite a criação de soluções de visualização de dados avançadas que podem ajudar a melhorar a visualização de indicadores de manutenção de equipamentos. Por exemplo, os dados de falhas de equipamentos podem ser coletados e analisados com o *Power BI*, permitindo identificar padrões e tendências que indicam problemas potenciais. Isso pode ser usado para prever falhas e planejar manutenção preventiva (PARISI, 2020).

O *Power BI* também pode ser usado para criar *dashboards* personalizados que exibem informações relevantes para diferentes equipes ou departamentos, facilitando a colaboração e o compartilhamento de informações (PARISI, 2020).

Em resumo, a utilização do Power BI possibilita o desenvolvimento de soluções avançadas de visualização de dados, as quais desempenham um papel fundamental na gestão da manutenção. Essas soluções permitem identificar problemas potenciais, prever falhas e planejar a manutenção preventiva.

O presente trabalho tem como objetivo analisar como o uso da ferramenta de análise de dados, o *Power BI*, pode contribuir para a visualização de indicadores de manutenção que possam contribuir na gestão da manutenção de frota de ônibus para transporte de colaboradores.

Diante desses fatores apresentados, busca-se responder a seguinte problemática:

Como o *Power BI* pode ser aplicado para a gestão da manutenção da frota de ônibus de transporte de colaboradores?

1.2 Justificativa

Segundo Viana (2002), a gestão da manutenção tornou-se essencial para as empresas, à medida que buscavam aprimorar seus sistemas de manutenção e se adaptar às demandas do mercado, visando oferecer serviços de maior qualidade.

Além disso, por meio de uma estrutura empresarial bem-organizada e um planejamento adequado da gestão da manutenção, foi possível implementar métodos eficazes para solucionar problemas relacionados a altos custos de paralisação de equipamentos, ordens de serviço incorretas ou ausentes, e falta de peças essenciais em estoque (VIANA, 2002).

Freneda (2023) explica que as empresas que não compreendem a importância da gestão da manutenção podem enfrentar diversos problemas em relação à qualidade de seus equipamentos e serviços, o que resulta em falhas e dificuldades operacionais. Alguns exemplos comuns dessas consequências são:

- Descumprimento de prazos de produção;
- Aumento nos custos;
- Riscos elevados de acidentes;
- Insatisfação dos clientes;
- Queda nos lucros;
- Perda de contratos.

Portanto, é fundamental ressaltar a importância da gestão da manutenção. Essa prática preventiva garante que a empresa funcione de forma contínua, com uma equipe focada e produtiva, confiante na estrutura de trabalho estabelecida (FRENEDA, 2023).

Consoante a Menezes (2022), o investimento em *Business Intelligence* está cada vez maior em vários setores da indústria, sua aplicação está deixando modelos de gerenciamento mais rápidos e eficientes nas tomadas de decisão.

De acordo com Santos (2019), a utilização do *Power BI* também traz benefícios para a indústria, como:

- Melhoria da confiabilidade dos sistemas e equipamentos, reduzindo as falhas e maximizando a disponibilidade;
- Redução dos custos com manutenção corretiva, pois é possível planejar manutenção preventiva com base nos dados coletados;

- Melhoria da eficiência operacional, com a possibilidade de monitorar e avaliar o desempenho dos sistemas e equipamentos em tempo real;
- Facilidade na colaboração e compartilhamento de informações entre equipes e departamentos, pois é possível criar *dashboards* personalizados.

Portanto, a adoção dessa ferramenta é uma estratégia importante para aprimorar o gerenciamento da manutenção e alcançar a excelência em seus processos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Aplicar o *Power BI* na gestão da manutenção da frota de ônibus de transporte de colaboradores.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre manutenção, métodos de manutenção, Gestão da Manutenção e da ferramenta *Power BI*;
- Elaborar um procedimento metodológico para verificar a aplicação da ferramenta *Power BI*;
- Compreender como o *Power BI* pode ser utilizado para auxiliar na gestão da manutenção de uma frota de ônibus para transporte de passageiros.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a formulação do problema, a justificativa para realização do trabalho e seus objetivos. O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, onde se têm conceitos e teorias sobre manutenção, métodos de manutenção, gestão da manutenção e da ferramenta *Power BI*. Para o terceiro capítulo tem-se a metodologia adotada na pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos comparados. E fechando o trabalho, tem-se o quinto capítulo, o qual irá apresentar as conclusões deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

A manutenção tem seu conceito definido em diversas literaturas, glossários e normas específicas. O termo varia naturalmente entre as diversas fontes disponíveis e mesmo entre empresas de diferentes seguimentos. Essas variações ocorrem devido as definições e conceitos estarem evoluindo e se modificando com o passar do tempo (XENOS, 1998).

Segundo Kardec e Nascif (1998), a manutenção foi a atividade que mais passou por mudanças nas últimas décadas, essas mudanças são consequências do:

- Crescente aumento da diversidade e da quantidade dos itens físicos (instalações, equipamento e edificações) que tem a necessidade de serem mantidos;
- Complexidade dos projetos;
- Aparecimento de novas técnicas de manutenção;
- Novos enfoques sobre as responsabilidades e organizações da manutenção;
- Evidenciação da manutenção como função estratégica para melhoria de resultados e aumento da competitividade das organizações.

Conforme Xenos (1998), a manutenção pode ser definida como uma série de atividades que buscam impedir a degradação dos equipamentos causada pelo desgaste principalmente pelo uso. Esse desgaste se manifesta de diversas formas: desde a aparência externa ruim dos equipamentos até perdas de desempenho e paradas da produção, fabricação de produtos de má qualidade e poluição ambiental.

De acordo com a NBR 5462 (1994, p.6), manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Xenos (1998, p.20), interpreta o termo manter por “fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para os quais foi projetado, num nível de desempenho exigido”.

A atuação da manutenção não está relacionada somente no foco em máquinas e equipamentos que estão em operação, mas que também atua diretamente na criação de um projeto, para que a distribuição de peças, a acessibilidade dos conjuntos mecânicos e o

dimensionamento de peças e componentes sigam critérios para simplificar as operações da manutenção (ALMEIDA, 2005).

Tavares (2005 p.5) destaca que “as organizações industriais existem em função do lucro, utilizando-se de equipamentos e de mão-de-obra para transformar materiais brutos em produtos acabados de maior valor”, à vista disso, o autor ainda ressalta que devido as ações da manutenção influenciarem na capacidade de produção e no custo operacional dos equipamentos, a manutenção está correlacionada com a rentabilidade das organizações industriais.

Para Kardec e Nascif (1998, p.23), a missão da manutenção é “garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço”. Sendo assim, a missão está diretamente relacionada a preservação do sistema, e não de um equipamento isoladamente.

2.2 Métodos de manutenção

Há diferentes maneiras de classificar os diversos métodos de manutenção. Todas dependem da maneira que é feita a intervenção nos equipamentos, instalações ou sistemas. No presente estudo são consideradas as classificações de manutenção feitas por:

- Kardec e Nascif: Manutenção corretiva, preventiva e preditiva;
- Almeida: Manutenção corretiva, preventiva, preditiva e produtiva total;
- Xenos: Manutenção corretiva, preventiva, preditiva e autônoma.

2.2.1 Manutenção corretiva

Para Almeida (2005), a manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos executados com objetivo de atender rapidamente a produção, o equipamento ou a máquina que veio a parar, assim a equipe de manutenção precisa agir imediatamente para recompor seu funcionamento. Porém, mesmo muito ágil pode ocorrer prejuízos causados por uma parada de máquina imprevista, ou funcionários parados, compra de peças ocasional com valores inadequados, atrasos na produção, trabalho sob pressão, aumento de risco de acidentes, entre outros.

Como exemplo para Almeida (2005), o bom aproveitamento do tempo ocioso do mecânico, é quando é pedido que ele faça serviços do sistema produtivo como usinagem,

solda e operação de máquinas. Contudo, quando há máquinas paradas por defeito o serviço que o mecânico estava realizando é parada, acontecendo o abandono da atividade e a realocação do serviço, dedicando-se ao reparo do equipamento.

Similarmente, Xenos (1998) destaca que a manutenção corretiva é feita após a falha. Pressuposto que a opção por esse método é levada em conta os fatores econômicos, como exemplo: Qual opção é mais barata? Consertar uma falha ou tomar ações preventivas? Se for optado pela manutenção corretiva deve-se considerar as perdas por paradas de produção.

A manutenção corretiva é mais barata que a prevenção das falhas nos equipamentos, pela perspectiva do custo de manutenção, confirma Xenos (1998). Existem outros fatores importantes a serem considerados antes de decidir pela manutenção corretivas, são elas:

“Existem ações preventivas que podem ser tomadas para evitar a ocorrência da falha no equipamento? Essas ações são tecnicamente viáveis e econômicas?” (XENOS, 1998, p.24). A manutenção corretiva pode ser um método adequado quando não houver ações preventivas viáveis e econômicas.

Além disso, Xenos (1998) explica que pode haver interrupções da produção inesperada, pois não se sabe o momento da ocorrência das falhas. Caso essas interrupções forem excessivas e longas poderá ter prejuízos significativos. A utilização dos recursos necessários (mão de obra, ferramental e peças de reposição) se faz indispensável para agir rapidamente e reduzir os impactos na falha de produção.

Bem como é importante ressaltar que a manutenção corretiva é mais vantajosa. Apesar disso, não se pode conformar em utilizá-la, o ideal é identificar precisamente as causas da falha e assim impossibilitá-la (XENOS, 1998).

Já para Kardec e Nascif (1998, p.38), manutenção corretiva é “a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado.” Se faz a manutenção corretiva quando um equipamento apresenta um defeito ou um desempenho abaixo do esperado. Com isso, não é necessariamente uma manutenção de emergência.

Desse modo, conforme Kardec e Nascif (1998), a manutenção corretiva é dividida em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada:

De acordo com Kardec e Nascif (1998, p.39), é a “correção da falha de maneira aleatória”, conhecida como manutenção emergencial, onde não há tempo de preparação do serviço, resultando em altos custos com a perda da qualidade do produto, custos indiretos de manutenção e perdas de produção, além dos danos causados no equipamento.

- Manutenção corretiva planejada:

Segundo Kardec e Nascif (1998, p.41), é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial”. Sempre será de melhor qualidade um trabalho planejado com mais segurança, rapidez e menor custo comparado ao trabalho não planejado. Sua maior característica é o acompanhamento da qualidade da informação com o equipamento.

Exemplificando que mesmo por decisão gerencial seja deixar o equipamento chegar a sua falha, tal decisão é tomada a partir de planejamento pré-estabelecido para quando ocorrer a falha. Entende-se que a adoção da manutenção corretiva planejada está relacionada as implicações da falha (KARDEC E NASCIF, 1998).

2.2.2 Manutenção preventiva

Na opinião de Almeida (2005), a manutenção preventiva deu-se pela necessidade de evitar problemas causados por falhas e paradas inesperadas de máquinas. Este novo método é uma relação entre os estudos das frequências de falhas atendidas pela manutenção corretiva, diagnósticos das máquinas e informação sobre a vida útil das peças.

“A manutenção preventiva é a manutenção planejada e controlada, realizada em datas predeterminadas, de modo a manter a máquina ou equipamento em corretas condições de funcionamento e conservação, evitando paradas imprevistas” (ALMEIDA, 2005 p.17).

Segundo Almeida (2005), as vantagens da manutenção preventiva são:

- Balancear a utilização de recursos humanos, criando um ritmo de trabalho constante e pressupor a quantidade de trabalhadores no setor de manutenção, eliminando o tempo ocioso;
- Minimizar o tempo de espera na compra de peças, prevendo o consumo de peças e insumos e evitando estoques desnecessários ou falta;

- Confiabilidade de prazos, evitando atrasos ou esperar por quebras de máquinas;
- Satisfação dos clientes, respeitando os prazos de entrega e a organização;
- Gestão ambiental, voltando a implementação de equipamentos antipoluição.

A implementação da manutenção preventiva, conforme Almeida (2005) é determinada por quatro procedimentos listados a seguir:

- 1) Diagnóstico, verificação das condições de peças, registros de manutenção corretiva das máquinas, equipamentos, instalações, ferramentas, vida útil das peças;
- 2) Elaboração do plano de manutenção preventiva;
- 3) Elaboração do registo de manutenção preventiva;
- 4) Elaboração da ficha de lubrificação.

Conforme Xenos (1998), a manutenção preventiva deve ser a atividade principal de manutenção e deve ser feita periodicamente.

Este método envolve tarefas como reformas e troca de peças e inspeções principalmente. O custo da manutenção preventiva é mais caro comparada a manutenção corretiva, pois ocorre troca de peças e os componentes têm de ser reformados antes do fim de vida. Apesar disso, a frequência das falhas diminui e aumenta a disponibilidade dos equipamentos (XENOS, 1998).

É provável que mesmo com comprimento da manutenção preventiva as falhas não diminuam. A causa está relacionada a falta de padrão e procedimentos de manutenção, havendo influência dos conhecimentos e falta de habilidades dos profissionais responsáveis (XENOS, 1998).

Kardec e Nascif (1998, p.42), afirmam que a manutenção preventiva é “a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

Esse método busca evitar falhas ou procura prevenir. Deve haver uma definição de periodicidade da substituição dos equipamentos e peças. Kardec e Nascif (1998) pontuam que a manutenção preventiva será mais efetiva quanto maior for a simplicidade na reposição, quanto os custos de falhas forem mais caros e quando as falhas prejudicarem mais o processo.

Entretanto a manutenção preventiva proporciona conhecimento das ações possibilitando um bom gerenciamento das atividades além da antecipação do consumo de materiais (KARDEC E NASCIF, 1998).

Por fim, o lado negativo está relacionado a defeitos não existentes no equipamento por: Falha humana, contaminações no sistema, falha de sobressalentes, falhas dos procedimentos de manutenção e danos durante partidas e paras (KARDEC E NASCIF, 1998).

2.2.3 Manutenção preditiva

Conforme Almeida (2005, p.23), a manutenção preditiva tem a intenção de “ouvir a máquina”, isso é, identificar as condições de funcionamento de acordo com dados obtidos fornecidos pela própria máquina quando têm alguma anormalidade acontecendo.

Almeida (2005) afirma que essa manutenção baseia em inspeções periódicas, tendo os fenômenos como: vibração, ruídos, temperatura, entre outros, são observados por meios de instrumentos. Permitindo analisar a evolução de defeitos, viabilizando um planejamento em curto prazo para uma intervenção de manutenção (ALMEIDA, 2005).

A manutenção preditiva, segundo Almeida (2005) também indica o tempo de vida útil dos componentes das máquinas. Ao adotar esse tipo de manutenção a empresa conseguirá alcançar tais objetivos citados a seguir (ALMEIDA, 2005).

- Antecipar a necessidade de serviços de manutenção em uma determinada peça, possibilitando assim o seu maior aproveitamento;
- Eliminar desmontagens desnecessárias;
- Acompanhar a evolução do defeito e assim aumentando o tempo de disponibilidade do equipamento;
- Diminuir transtornos causados por paradas imprevistas por conta de defeitos já identificados;
- Impossibilitar que defeitos aumente os danos e se estenda a outros componentes da máquina;
- Reduzir custos;
- Segurar a qualidade dos produtos e serviços da empresa.

Para executar a manutenção preditiva, Almeida (2005) afirma que são necessários equipamentos específicos, instrumentos, treinamentos para os profissionais que irão executar as análises e avaliação de fenômenos como:

- Temperatura anormal;
- Evolução da vibração;
- Vibração excessiva;
- Ruído excessivo;
- Falta de precisão nas peças produzidas.

Após detectado o defeito, a manutenção preditiva adota dois procedimentos para resolver o problema detectado: realiza uma análise de tendência e estabelece um diagnóstico. Desse modo, é determinada a periodicidade das inspeções com intuito de manter as condições normais de funcionamento da máquina (ALMEIDA, 2005).

De acordo com Almeida (2005), a vantagem desse método é o gerenciamento do processo de manutenção, o aproveitamento da vida útil da máquina, diminuição dos custos com reparos, aumento da eficiência da máquina, maior credibilidade dos produtos e serviços e o planejamento e controle de aquisição dos estoques de peças de reposição.

Xenos (1998, p.26) afirma que “a manutenção preditiva é mais uma maneira de inspecionar os equipamentos”, pois esse método permite a otimização do tempo de troca de peças ou componentes, já que permite prever quando o componente está próximo do seu fim de vida ou da ocorrência de falha.

Atualmente a tecnologia disponível permitiu o desenvolvimento de várias técnicas de manutenção preditiva, contudo é necessário compreender que a manutenção preditiva é um dos componentes da manutenção preventiva. Dessa forma, quando executada, deve estar dentro do planejamento da manutenção preventiva. (XENOS, 1998).

Já para Kardec e Nascif (1998), a manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condições ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Também conhecida como manutenção com base no estado do equipamento.

Portanto, através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.

Com objetivo de prevenir falhas no equipamento, possibilitando uma operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível (KARDE E NASCIF, 1998).

Isso é, que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos, e é realizada uma manutenção corretiva planejada quando há necessidade da intervenção. Esse método é o que oferece melhores resultados, pois intervém pouco na planta (KARDE E NASCIF, 1998).

2.2.4 Manutenção autônoma

Segundo Xenos (1998), devido ao atual cenário de desenvolvimento da gestão pela qualidade total, tornou demasiadamente difíceis as metas de qualidade, custo e entrega. Com isso, temos uma demanda para que máquinas e equipamentos tenham um tempo de funcionamento muito maior, mas buscando o menor gasto possível.

Uma das soluções para esse problema é a capacitação para que operadores estejam aptos a detectarem anomalias nos estágios iniciais, esse tipo de detecção é feito com os sentidos naturais do operador ou com o uso de equipamentos mais sensíveis (XENOS, 1998).

De acordo com Xenos (1998 p.35), “a manutenção autônoma é uma estratégia simples e prática para envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção, principalmente na limpeza, lubrificação e inspeções visuais”. O autor ainda destaca que quando esse método é aplicado no chão de fábrica, aproxima mais as equipes de manutenção e os operadores da produção, que estão envolvidas em todos os processos.

Xenos (1998) destaca que a aplicação desse método nunca pode ser de forma isolada, devido a o mesmo ser insuficiente para sanar todas as falhas que podem ocorrer nos equipamentos. E ainda salienta, que a principal função dos operadores de produção é ter conhecimento pleno do equipamento ao qual está responsável.

2.2.5 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Segundo Almeida (2005), a Manutenção Produtiva Total é a aplicação que abrange a atuação de maneira conjunta de métodos da manutenção preventiva, preditiva e autônoma.

O objetivo global da TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais, sendo máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos. E em termos humanos, sendo o aprimoramento das capacitações pessoas envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes (ALMEIDA, 2005).

De acordo com Almeida (2005), a aplicação desse método é feita na base de 5 pilares, com o envolvimento de toda a empresa para o foco em alcançar as metas. Almeida (2005) cita que os cinco pilares são representados por:

- 1) Eficiência: conjunto de operações de manutenção preventiva e preditiva que aumentam a eficiência do equipamento;
- 2) Autorreparo: criação de um programa de operações básicas de manutenção para serem executadas pelos operadores;
- 3) Planejamento: estabelecimento de cronogramas de atividades para evitar paradas imprevistas;
- 4) Treinamento: criação de um programa de treinamento para capacitação dos operadores e mecânicos;
- 5) Ciclo de vida: Implantação de um sistema de gerenciamento do equipamento.

2.3 Gestão da Manutenção

De acordo com a Freneda (2023), a gestão da manutenção é um processo vital para garantir o adequado funcionamento dos recursos técnicos em uma empresa. Além de abranger os recursos permanentes, como máquinas, equipamentos, instalações e ferramentas, esse processo também engloba a prevenção de problemas e a realização eficiente da manutenção desses recursos.

Conforme Soeiro (2017), o planejamento da manutenção é um processo dinâmico e contínuo, onde os objetivos são estabelecidos e, a partir deles, as atividades necessárias são definidas. Essas atividades são programadas e executadas, e os resultados são monitorados e avaliados por meio de indicadores. A análise desses indicadores oferece informações valiosas para validar o planejamento e a programação, além de identificar oportunidades de ajustes e melhorias.

Segundo Soeiro (2017), o controle e a avaliação dos resultados desempenham um papel fundamental na garantia da eficácia do planejamento da manutenção. Através do uso de indicadores, é possível monitorar o progresso em relação aos objetivos estabelecidos e identificar áreas que requerem atenção e aprimoramento.

Dessa forma, o acompanhamento sistemático dos resultados permite tomar medidas corretivas e implementar melhorias, assegurando o sucesso do planejamento da manutenção (SOEIRO, 2017).

Com base no fluxograma da Figura 1, observamos que o fluxo se inicia com os objetivos da manutenção. Para alcançá-los, são iniciadas e programadas atividades que compõe os planos de execução. Os resultados dessas atividades devem ser controlados e avaliados, o que gera indicadores. Esses indicadores podem validar o planejamento e a programação alcançaram ou atingiram a necessidade de revisão (SOEIRO, 2017).

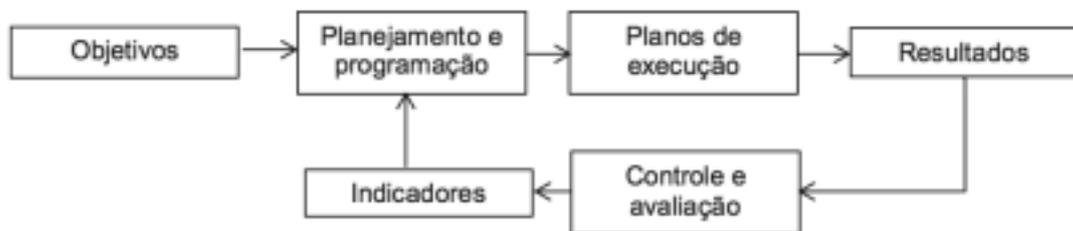


Figura 1 - Fluxograma planejamento, execução e controle de indicadores.
Fonte: Soeiro (2017).

De acordo com Xenos (1998), os principais elementos de um sistema de gerenciamento da manutenção é o plano de manutenção. A elaboração e a implementação desse plano possibilitarão que a empresa alcance seus objetivos de lucratividade e sustentabilidade por meio do uso de equipamentos livres de falhas, que não comprometam a qualidade, o custo e a entrega dos produtos e serviços, além de garantir a segurança e a integridade ambiental.

Como mostra na Figura 2, o plano de manutenção que contém todas as ações preventivas necessárias é a base do gerenciamento do departamento de manutenção. Por sua vez, o plano deve ser elaborado a parti das recomendações do fabricante do equipamento e da própria experiencia acumulada pela empresa na operação de equipamentos similares. Este conhecimento deve ser consolidado nos padrões de manutenção, que são a origem das informações do plano (XENOS, 1998).

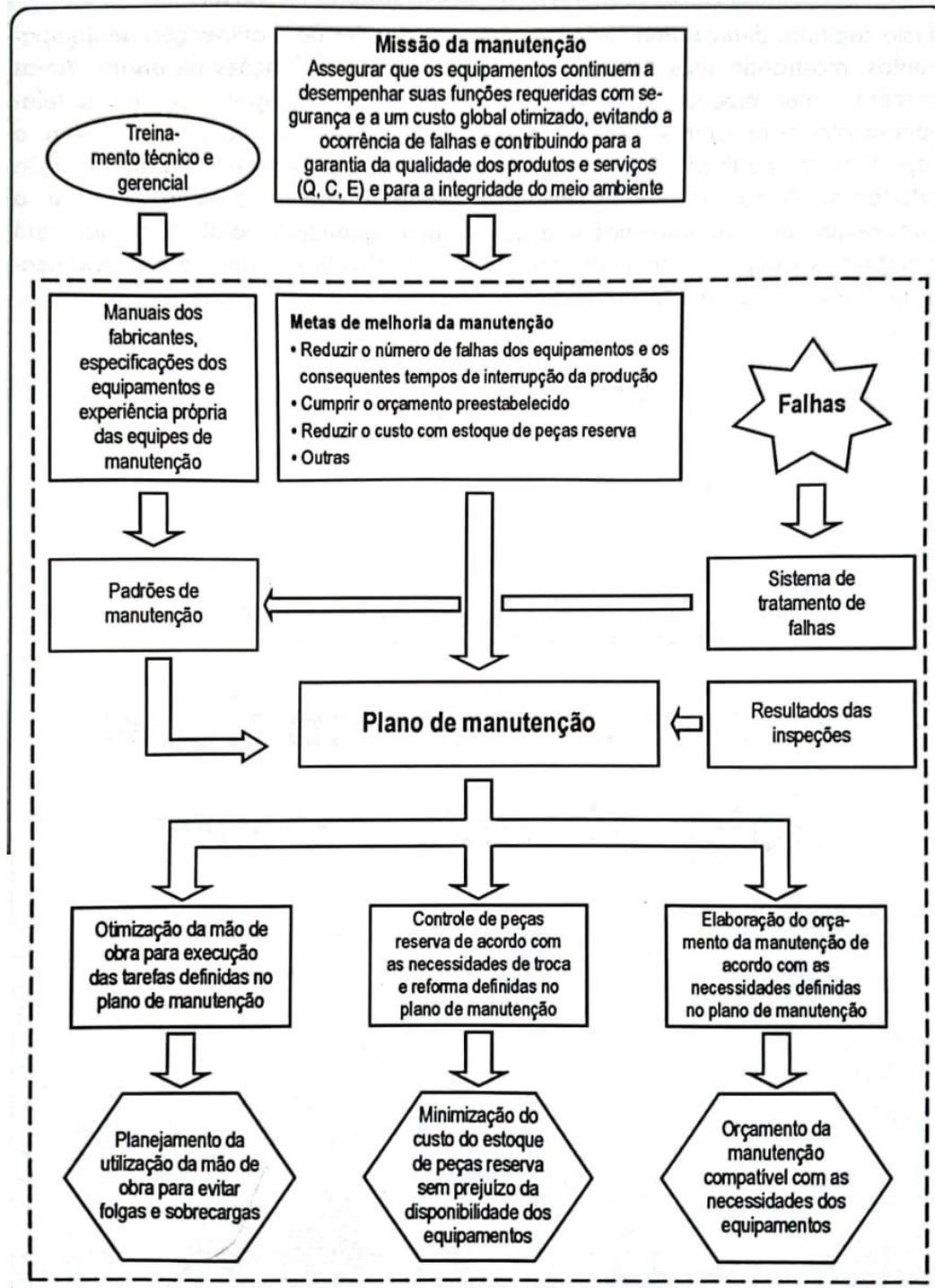


Figura 2 - Dimensionamento dos recursos de manutenção com base no plano de manutenção.
Fonte: Xenos (1998).

Xenos (1998, p.36) afirma que:

As informações do plano de manutenção devem ser continuamente revisadas com base nos resultados reais das inspeções, reformas e trocas de componentes e peças, realizadas no chão de fábrica. Além disso, os dados de falhas precisam ser registrados e analisados, através de um sistema formal de tratamento de falhas. Os resultados desta análise são uma outra fonte de informação essencial para a elaboração e revisão periódica do plano de manutenção.

Após a elaboração do plano de manutenção, torna-se possível dimensionar os recursos de mão de obra e materiais de forma a suprir precisamente as necessidades de manutenção dos equipamentos. Isso permite otimizar o uso da mão de obra e minimizar os custos de estoque de peças de reposição, sem comprometer a disponibilidade dos equipamentos. Atualmente, muitas empresas enfrentam desafios no gerenciamento da manutenção, citando a escassez de mão de obra e materiais como as principais causas dessas dificuldades (XENOS, 1998).

2.4 Ferramenta Power BI

O *Power BI* é um conjunto de ferramentas de *Business Intelligence* da empresa Microsoft. Conforme, Brito & Oliveira (2017, p.31) o *Power BI* é

Um serviço de *Business Intelligence* que oferece visualizações interativas com capacidades de *self-service*, ou seja, os usuários finais podem criar os seus relatórios e painéis sem a necessidade de conhecimentos avançados de banco de dados.

Brito & Oliveira (2017) detalham que o *Power BI* unifica o autoatendimento e o *Business Intelligence* com o objetivo de obter uma percepção mais profunda dos dados. Ou seja, o usuário pode criar suas próprias análises e soluções de maneira simples. Existem algumas versões do *Power BI* como o *Power BI Desktop*, o *Pro*, o *Premium*, o *Service*, o *Mobile*, o *Report Server* e o *Embedded*. A necessidade e o orçamento da empresa é que vai orientar a melhor versão a ser escolhida.

Além disso, Lago e Alves (2018) diz que uma das vantagens do *Power BI* comparado aos seus concorrentes é a qualidade na capacidade de tratamento dos dados, onde consegue ter uma ótima otimização com inúmeros conjuntos de dados.

De acordo com Brito & Oliveira (2017), a ferramenta foi lançada em 2013, com a necessidade de atender a demanda do mercado de trabalhar com vasta quantidade de dados e transformá-las em visualizações mais claras. Brito & Oliveira (2017, p.31), ainda afirmam que o *Power BI* “foi criado a partir dos componentes *Power Pivot* e *Power View* do Excel, portanto, possuem diversas similaridades”. Para mais, existe a versão gratuita do *software Power BI* onde é possível instalar em computadores domésticos.

O ponto forte da ferramenta é seu suporte a diversas conexões de dados. Onde pode ser conectada ao *Oracle, Dynamics 365, Azure, Facebook, Analytics Cloud*, arquivos de texto, Excel e outros, atesta Santos (2020). Além do mais, Santos (2020) afirma que os relatórios gerados pelo *software* podem ser compartilhados em nuvem, oferecendo a facilidade de acesso ao serviço da ferramenta.

Afirmando a confiabilidade da ferramenta, o *Power BI* é considerado uma solução que facilita o trabalho do gestor transformando dados em informações essenciais e indispensáveis para o auxílio na tomada de decisões. Inclusive, apresenta uma ótima iteração com diversas fontes de dados e atende à demanda de seus usuários por agilidade na análise de dados (SANTOS, 2020).

3 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é descrever o tipo de pesquisa realizada, apresentar os materiais, métodos, controladores e indicadores utilizados, bem como detalhar os procedimentos seguidos para a coleta e tabulação de dados. Além disso, serão desenvolvidas as considerações finais.

3.1 Tipos de Pesquisa

De acordo com Lakatos e Marconi (2006, p.9):

A pesquisa é um conjunto de procedimentos sistemáticos, que são baseados no raciocínio lógico e empírico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

A pesquisa busca a produção de conhecimento novo, a ampliação e aprofundamento de conhecimentos existentes, bem como a aplicação de conhecimentos pré-existentes em novas situações. Além disso, a pesquisa também pode ser utilizada para verificar a validade de teorias e hipóteses, bem como para desenvolver e testar novas teorias e hipóteses (LAKATOS E MARCONI).

Para Gil (2002, p.26), "pesquisa é um procedimento formal e sistemático de desenvolvimento do método científico". Ainda nesse contexto, Gil (2002, p.26) acrescenta que a pesquisa é "um processo metódico e sistemático voltado para a solução de problemas, a busca de novos conhecimentos ou a confirmação de hipóteses prévias".

Também destaca que a pesquisa é uma atividade que visa a produção de conhecimento e a obtenção de informações precisas e confiáveis sobre um tema específico. Ele ressalta que a pesquisa pode ser realizada em diversas áreas do conhecimento, tais como ciências naturais, sociais, humanas e tecnológicas, e que existem diferentes tipos de pesquisa (GIL, 2002).

Quanto aos tipos de pesquisa, Silva e Menezes (2005) declaram que existem duas formas básicas: quantitativa e qualitativa.

- Pesquisa quantitativa: é um tipo de pesquisa que se baseia em dados numéricos e estatísticos, com o objetivo de medir e analisar as relações entre variáveis. Esse tipo de pesquisa geralmente utiliza técnicas estatísticas para analisar os dados coletados, visando à obtenção de resultados precisos e generalizáveis para uma determinada população. A pesquisa quantitativa pode ser realizada por meio de levantamento por experimento, modelagem matemática, entre outras técnicas;

- Pesquisa qualitativa: é um tipo de pesquisa que se concentra em compreender o significado das experiências e dos fenômenos sociais, culturais e psicológicos, a partir de uma abordagem mais descritiva e interpretativa. A pesquisa qualitativa geralmente utiliza técnicas de coleta de dados como entrevistas, observação participante, estudo de caso, análise de documentos e outras técnicas que permitem a compreensão profunda do fenômeno estudado. Os resultados da pesquisa qualitativa não são quantificáveis e são interpretativos, mas fornecem uma compreensão mais profunda e rica sobre o fenômeno estudado.

Em resumo, para Silva e Menezes (2005), a pesquisa quantitativa é caracterizada pela coleta e análise de dados numéricos e estatísticos, enquanto a pesquisa qualitativa se concentra na compreensão mais profunda e interpretativa dos fenômenos estudados, utilizando técnicas descritivas e interpretativas. Ambos os tipos de pesquisa têm suas próprias técnicas e metodologias específicas e podem ser aplicados em diferentes áreas do conhecimento.

Para Gil (2002), a pesquisa pode ser classificada de diferentes formas, dependendo dos critérios utilizados. Uma das principais formas de classificação é quanto aos objetivos, que pode ser dividida em três categorias: exploratória, descritiva e explicativa.

- Pesquisa exploratória: é realizada quando o pesquisador tem um conhecimento inicial limitado sobre o tema de estudo e busca obter informações gerais e preliminares para orientar a pesquisa posterior. Esse tipo de pesquisa geralmente é realizado por meio de levantamento bibliográfico, entrevistas, observação ou estudo de casos;
- Pesquisa descritiva: tem como objetivo descrever as características de um fenômeno ou de uma população, sem se preocupar em explicá-las. Esse tipo de pesquisa geralmente é realizado por meio de levantamentos, estudo de caso, observação sistemática ou análise de documentos;
- Pesquisa explicativa: como o próprio nome sugere, tem como objetivo explicar as relações entre variáveis, buscando identificar as causas e os efeitos dos fenômenos estudados. Esse tipo de pesquisa geralmente é realizado por meio de experimento, estudo de caso ou levantamento experimental.

Além da classificação quanto aos objetivos, Gil (2002) também apresenta outras formas de classificação da pesquisa, como quanto aos procedimentos técnicos, quanto aos meios de investigação e quanto à abordagem do problema.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante. Dentre eles, dois procedimentos podem ser destacados por Gil (2002): a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica, conforme Gil (2002) é o levantamento e análise crítica da literatura existente sobre determinado tema ou problema de pesquisa. É uma etapa importante do processo de pesquisa, pois permite ao pesquisador conhecer e compreender as principais teorias, conceitos e pesquisas já realizadas sobre o assunto em questão. A pesquisa bibliográfica também ajuda a identificar lacunas e problemas que ainda precisam ser investigados, contribuindo para a definição do problema de pesquisa e a formulação de hipóteses.

De acordo com Mago (2014), o estudo de caso é uma técnica de pesquisa que se caracteriza pela análise aprofundada de uma unidade de estudo, que pode ser uma organização, um grupo social, um indivíduo, um programa, um evento, entre outros. O objetivo do estudo de caso é compreender em profundidade o fenômeno estudado, analisando-o em seu contexto, a partir de múltiplas fontes de dados e sob diferentes perspectivas.

Além disso, o estudo de caso permite ao pesquisador trabalhar com dados qualitativos e quantitativos, utilizando diferentes técnicas de coleta de dados, como entrevistas, observação, análise documental, entre outras.

O autor ressalta que o estudo de caso pode fornecer informações ricas e detalhadas sobre o fenômeno estudado, contribuindo para o desenvolvimento de teorias e para a compreensão dos processos e relações sociais envolvidos. Por isso tem sido amplamente utilizado em pesquisas de natureza exploratória, descritiva e explicativa, em que se busca entender em profundidade um fenômeno complexo e multifacetado.

A partir das informações simplificadas, é possível concluir que o presente trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa, exploratória, bibliográfica e estudo de caso.

3.2 Materiais e Métodos

De acordo com o dicionário Aurélio (2002), o termo "materiais" é definido como algo que pertence ou se refere à matéria, bem como o conjunto de objetos que compõem uma obra ou construção.

Segundo Lakatos e Marconi (2006), método é o conjunto de procedimentos que orientam a realização de uma pesquisa. Ele é composto por técnicas, instrumentos e estratégias que são utilizados para coletar e analisar dados, com o objetivo de responder às questões de pesquisa propostas.

O método é o caminho pelo qual se chega aos resultados e conclusões de uma pesquisa, e deve ser escolhido de acordo com a natureza do problema, os objetivos da pesquisa e as hipóteses formuladas. Dessa forma, o método é o conjunto de etapas que guiam o processo de pesquisa, desde o planejamento até a interpretação dos resultados, e que visam garantir a validade e a confiabilidade dos achados obtidos.

Conforme ilustrado na Figura 3, a metodologia deste estudo inicia-se com apresentação do *software*, seguida pela seleção da frota de transporte. Em seguida, foram coletados dados das inspeções e a montagem do dashboard permitindo a análise e discussão dos resultados, identificação dos benefícios e contribuições, bem como a apresentação das conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

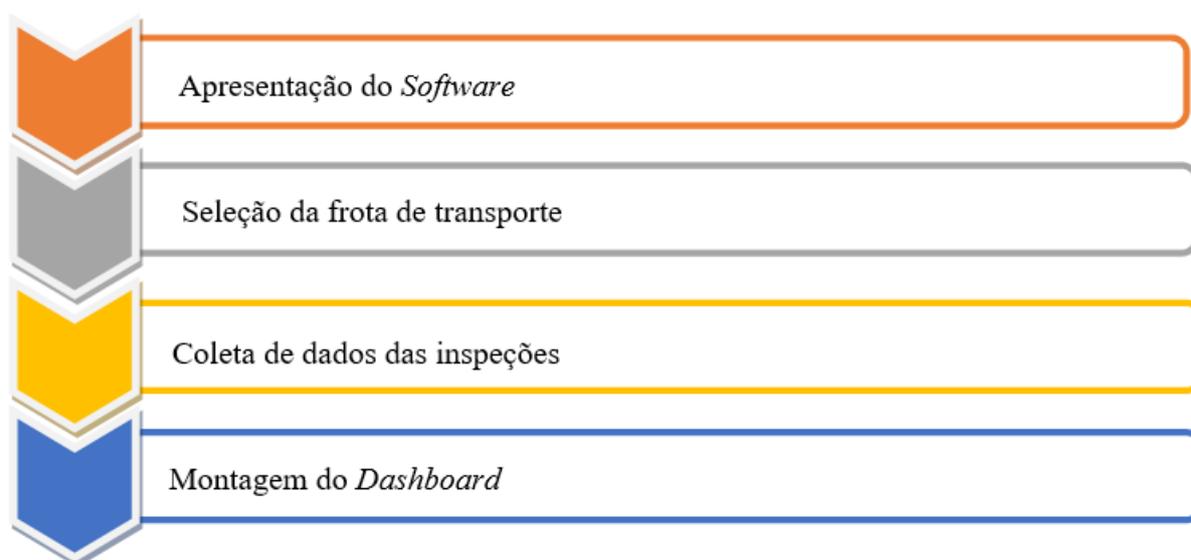


Figura 3 - Fluxograma dos materiais e métodos utilizados na pesquisa.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

3.3 Variáveis e Indicadores

De acordo com Lakatos e Marconi (2006), variável é qualquer característica ou propriedade de um fenômeno que possa ser medida, quantificada e observada em diferentes valores ou graus. Em outras palavras, uma variável é uma característica que pode mudar ou variar ao longo do tempo ou entre diferentes indivíduos ou situações. As variáveis podem ser independentes, quando são manipuladas ou controladas pelo pesquisador, ou dependentes, quando são medidas e observadas como resultado da manipulação da variável independente.

Segundo Gil (2002) a variável é uma característica, propriedade ou atributo que pode ser observado e mensurado em um objeto ou fenômeno. Em outras palavras, a variável é aquilo que pode ser objeto de estudo em uma pesquisa, e pode assumir diferentes valores ou graus de intensidade.

Gil (2002) destaca que as variáveis podem ser classificadas em duas categorias principais: variáveis independentes e variáveis dependentes. A variável independente é aquela que é manipulada ou controlada pelo pesquisador e que supostamente causa variação na variável dependente, que é aquela que é observada e medida como resultado da manipulação da variável independente.

Além disso, as variáveis podem ser classificadas como qualitativas ou quantitativas. As variáveis qualitativas são aquelas que não podem ser medidas numericamente, mas que podem ser descritas em termos de atributos ou qualidades. Já as variáveis quantitativas são aquelas que podem ser medidas numericamente e podem ser expressas em valores numéricos (LAKATOS E MARCONI, 2006).

Já os indicadores, de acordo com Lakatos e Marconi (2006), são medidas ou sinais que refletem ou indicam a existência de determinado fenômeno ou conceito. Eles são utilizados para mensurar variáveis que não podem ser diretamente observadas ou medidas.

Os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos. Os indicadores quantitativos são aqueles que podem ser expressos em números ou medidas numéricas, tais como percentagens, taxas, índices, entre outros. Já os indicadores qualitativos são aqueles que refletem atributos ou qualidades do fenômeno em questão, e não podem ser expressos em números.

Segundo ainda Lakatos e Marconi (2006), os indicadores são importantes na pesquisa científica, pois permitem medir e avaliar a presença ou ausência de determinado fenômeno, e

permitem comparar diferentes situações ou contextos. Eles podem ser utilizados tanto na elaboração de hipóteses e objetivos de pesquisa quanto na coleta e análise de dados.

Conforme Gil (2002), os indicadores são medidos ou sinais que permitem inferir a existência de determinado fenômeno ou conceito. Eles são utilizados para mensurar variáveis que não podem ser observadas diretamente ou que requerem uma análise mais aprofundada.

Gil (2002) destaca que os indicadores, mostrado na Tabela 1, são muito importantes na pesquisa científica, pois permitem coletar dados objetivos e confiáveis que podem ser utilizados para testar hipóteses e responder a questões de pesquisa.

Eles são usados em diversas etapas da pesquisa, desde a elaboração do projeto até a análise dos dados. Por isso, é importante selecionar indicadores adequados que permitam medir de forma precisa e confiável as variáveis que estão sendo estudadas de acordo com a Tabela 1 (GIL, 2002).

Tabela 1- Variáveis e seus indicadores

Variáveis	Indicadores
Gestão da Manutenção	Disponibilidade física Confiabilidade Inspeções Indicadores Dados Relatórios
Power BI	Funcionalidade Formas gráficas Ferramentas <i>Dashboards</i> Entrada e saída de dados

Fonte: Pesquisa direta (2023)

3.4 Instrumento de coleta de dados

A coleta de dados é extremamente crucial para o estudo do tópico em questão e para examinar as informações a fim de encontrar uma solução para o problema. Neste estudo, um *checklist* na plataforma do *Google Forms* será utilizado como instrumento para coletar dados.

Conforme a Figura 4, observa-se como será preenchida o *checklist* em que é feita conversão de respostas em dados no *Microsoft Excel*.

Teste de rampa - Vala A

Formulário de inscrição para veículos da Renova

egydio95@gmail.com [Alternar conta](#)

A foto e o nome associados à sua Conta do Google serão registrados quando você fizer upload de arquivos e enviar este formulário.. Seu e-mail não faz parte da resposta.

* Indica uma pergunta obrigatória

Responsável *

Escolher

Vala utilizada *

Vala A

Obra *

Paracatu

Bento Rodrigues

Mariana - Rio Doce

Outro: _____

Figura 4 - 1ª página do *checklist* pelo *Google forms*.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

3.5 Tabulações de dados

É utilizado o *software Microsoft Excel* para tabular os dados coletadas, aliado a ele será utilizado o *Microsoft Power BI* que permitirá uma visualização mais clara desses dados. Para a documentação dos resultados, é empregado o *Microsoft Word*.

3.6 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo, foram discutidos os mecanismos e ferramentas utilizados para conduzir este estudo, com instrumentos selecionados de acordo com o objeto de estudo proposto.

No próximo capítulo serão apresentados, a estrutura da empresa, o objeto de estudo e como foi aplicado o *software Power BI* juntamente com os resultados alcançados.

4 RESULTADOS

4.1 Características da empresa

Inicialmente, a empresa foi fundada como uma consultoria de engenharia mecânica com a missão de disseminar conhecimentos sobre segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, visando a prevenção de acidentes operacionais. Com o tempo, diante da crescente demanda por segurança nas operações de mineração e da construção civil, a empresa conquistou um contrato para inspecionar os veículos responsáveis pelo transporte de colaboradores. Essa nova demanda impulsionou uma reformulação na empresa, adequando-se para melhor atender aos seus objetivos.

Observa-se na Figura 5 como é o organograma dos membros da empresa.



Figura 5 - Organograma dos membros da empresa.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

Na empresa, o proprietário assume o papel de diretor, detendo a responsabilidade de estabelecer a direção estratégica do negócio. Nessa função, ele se encarrega de desenvolver metas e objetivos de longo prazo, identificar oportunidades de crescimento, bem como desempenhar um papel fundamental na construção e gerenciamento de equipes eficazes.

Enquanto isso, o engenheiro mecânico desempenha um papel na realização de análises técnicas e desenvolvimento de projetos, frequentemente utilizando *software* de modelagem e

simulação para construir sistemas mecânicos, como máquinas e equipamentos. Outra atuação do engenheiro é a supervisão das inspeções de rampa e instalações, assegurando que os projetos sejam executados em conformidade com os requisitos técnicos, normas de segurança e regulamentações atuais.

O analista de engenharia mecânica desempenha o papel de suporte técnico, oferecendo análises especializadas para os projetos e serviços em colaboração com o engenheiro. Sua atuação é garantir a qualidade e eficiência das empreitadas em curso.

O mecânico, por sua vez, tem como responsabilidade realizar avaliações técnicas em equipamentos e sistemas mecânicos. Seu conhecimento e experiência são fundamentais para determinar o desempenho, a eficiência e a confiabilidade desses elementos. Por meio de testes, coleta de dados e análise de falhas, o mecânico consegue identificar áreas passíveis de melhorias, e suas recomendações são valiosas para a otimização dos sistemas. Além disso, ele produz relatórios técnicos detalhados, contribuindo para a tomada de decisões informadas.

4.2 Gestão da manutenção da frota de transporte

A gestão da manutenção está centrada na segurança veicular, devido a isso foi implementado como ferramenta, a inspeção de rampa periódica de toda a frota de ônibus. As inspeções de rampa consistem em avaliações sistemáticas dos ônibus, realizadas em intervalos regulares, com o objetivo de verificar o estado geral dos veículos, identificar possíveis problemas ou desgastes e tomar as medidas necessárias para corrigi-los. Essas inspeções são conduzidas por profissionais do setor de manutenção através do preenchimento de um *checklist* específico.

Para efeitos de visualização da ferramenta do *Power BI*, usou-se um filtro para selecionar dados de uma empresa da construção civil.

4.2.1 Descrição da frota de transporte

A frota de ônibus de transporte de colaboradores da empresa de construção civil é composta por um total de 25 ônibus, os quais foram adquiridos ao longo dos anos, desde os modelos de 2009 até do ano mais recente de 2023. Cada veículo é cuidadosamente selecionado para atender às necessidades de segurança, conforto e eficiência dos colaboradores, garantindo que eles cheguem ao local de trabalho de forma segura e pontual.

4.2.2 CheckList

O *checklist* utilizado nas inspeções de rampa é uma ferramenta fundamental no processo de manutenção, seu desenvolvimento foi realizado através da plataforma *Google Forms* com o intuito de que sua aplicação e armazenamento fosse realizado totalmente online.

A figura 6 mostra parcialmente como foi desenvolvido a categoria de freio, onde todas as outras categorias seguem o mesmo padrão de preenchimento.

Freios - Acionamento Pneumático

Demais itens so sistema de freio, com excessão dos tambores

Pedal de freio (Pneumático) *

Conforme

Manopla do freio de estacionamento (Pneumático) *

Item Crítico

Não conforme

13 - Manopla do freio de estacionamento - FOTOS

ITEM CRÍTICO

Adicionar arquivo

Lonas de freio - 1º Eixo *

Item Crítico

Escolher

Figura 6 - Checklist online *Google Forms*.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Contém uma lista de itens que abrange todos os componentes do ônibus, desde o estado dos pneus, freios, suspensão e sistemas elétricos até a verificação de fluidos, cintos de

segurança e condições gerais do veículo. Cada item inspecionado segue um padrão de verificação de seus componentes, para que qualquer anormalidade possa ser observada.

Os itens verificados são divididos em duas categorias: críticos e não críticos.

- Itens críticos: são itens que influenciam diretamente na segurança veicular, inviabilizando o veículo de permanecer em operação;
- Itens não críticos: são itens que não influenciam diretamente na segurança veicular, mantendo o veículo ainda em operação.

Os itens são preenchidos como conformes e não conformes. Para “conformes” os itens que estão em correto estado de funcionamento, e “não conformes” para os itens que não estão em correto funcionamento. Esse preenchimento tem o intuito de evidenciar no final do *checklist* um relatório que mostra o item inspecionado, a situação o que mesmo se encontra e a descrição de como foi feita a verificação, categorizando o ônibus como aprovado, aprovado com ressalvas ou reprovado.

- Veículos aprovados: No relatório categorizado como aprovado, refere-se que todos os seus componentes do ônibus estão em correto estado de funcionamento, e não foram evidenciadas nenhuma não conformidade no preenchimento do checklist, o que garante a segurança e confiabilidade de operação do veículo.
- Veículo aprovado com ressalvas: um ou mais itens não críticos inspecionados no checklist estão apresentando não conformidades, mas sem influenciar na segurança de operação do veículo, como por exemplo: uma lâmpada de iluminação auxiliar não está conforme;
- Veículo reprovado: um ou mais itens críticos do veículo estão apresentando não conformidade e influenciam diretamente na segurança operacional do veículo, retirando esse ônibus de operação. Como por exemplo: pneu excedendo o limite de uso.

A figura 7, 8 e 9 exemplifica como é relatório da situação do veículo.

SITUAÇÃO FINAL			
RESULTADO	Aprovado		PREVISÃO DE DATA DE RETORNO:
MOTOR E PERIFÉRICOS			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre MOTOR E PERIFÉRICOS
Conforme	Estanqueidade do Motor (juntas, retentores, selos, mangueiras)	Verificar presença de vazamentos de qualquer tipo de fluido (com o motor frio e quente)	Conforme
Conforme	Óleo lubrificante do motor	Verificar nível e completar se necessário (marca de máximo)	
Conforme	Filtro de óleo	Verificar estado, fixação e vazamentos.	
Conforme	Filtro coalescente (respiro do motor)	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Coletores admissão/ escape	Verificar estado e fixação	
Conforme	Damper da polia do virabrequim (amortecedor de vibrações)	Verificar estado, fixação e alinhamento	
Conforme	Correias	Verificar tensão, presença de rachaduras, desfiamento, fixação e alinhamento de todas as polias.	
Conforme	Coxins do motor	Verificar estado e fixação	
Conforme	Ventilador e cubo viscoso	Verificar fixação e funcionamento (temperatura de trabalho)	
Conforme	Turbocompressor	Verificar estado e fixação, funcionamento do diafragma e wastegate (este com motor ligado), lacre da haste e se existe empenamento da haste de acionamento.	
Conforme	Compressor de ar	Verificar estado, fixação e conexões	
Conforme	Conexões elétricas do motor	Verificar estado e fixação dos chicotes, conectores, bornes, pontos de alimentação positiva e aterramentos.	
Conforme	Cárter	Verificar trincas, amassados e presença de vazamentos	
Conforme	Periféricos do motor	Verificar estado e fixação e corrigir o que for necessário	
Conforme	Funcionamento geral	Ligar o motor até que a temperatura de trabalho seja atingida, verificar ruídos, funcionamento irregular ou vibrações anormais. Verificar funcionamento em marcha lenta e testar funcionamento do acelerador em todo o curso de pedal disponível.	
Conforme	Módulo de controle - ECM	Realizar testes de diagnóstico e apagar falhas da memória com equipamento VMS, VISION ou INSITE. Verificar velocidade máxima e ajustar se necessário. Verificar fixação e conexões elétricas da ECM. Verificar fixação da central elétrica, relés e fusíveis.	
ALIMENTAÇÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ALIMENTAÇÃO
Conforme	Bicos injetores	Verificar fixação dos bicos e tubos de alimentação, checar presença de vazamentos.	Conforme
Conforme	Common rail, sensor e válvula de alívio	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Bomba alta pressão e válvula reguladora	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Filtro e pré-filtro de combustível	Verificar fixação e vazamentos	
Conforme	Tubulação de alimentação e retorno	Verificar fixação, vazamentos e travamento das conexões, checar presença de dobras ou amassados na tubulação.	
Conforme	Tanque de combustível	Verificar trincas, amassados, vazamentos e desobstrução do respiro; Verificar fixação das cintas; Testar funcionamento da tampa.	
ADMISSÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ADMISSÃO
Conforme	Filtro de ar	Verificar presença do filtro e estado do mesmo. Checar fixação da carcaça e da tampa.	Conforme
Conforme	Mangueiras (turbo, aftercooler e coletor)	Verificar fixação das abraçadeiras e estado quanto à ressecamento, trincas, cortes, perfurações, etc. Ligar o motor e verificar se existem vazamentos de ar.	
Conforme	Aftercooler	Verificar fixação nos coxins e estado geral do aftercooler	
ARREFECIMENTO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ARREFECIMENTO
Conforme	Mangueiras e conexões	Verificar estado quanto à danos, rasgos, deformações. Checar fixação e vazamentos.	Conforme
Conforme	Radiador	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Válvula termostática	Verificar funcionamento juntamente com o acoplamento do cubo viscoso da ventoinha e marcador de temperatura	
Conforme	Reservatório de expansão	Verificar nível e concentração do aditivo (especificação no manual do proprietário), e corrigir o que for necessário	

Figura 7 - Exemplo do checklist de um veículo aprovado e parte da descrição dos itens verificados.

Fonte: Pesquisa direta (2023).

SITUAÇÃO FINAL			
RESULTADO	Aprovado com ressalvas		PREVISÃO DE DATA DE RETORNO:
			13/08/2023
MOTOR E PERIFÉRICOS			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre MOTOR E PERIFÉRICOS
Não conforme	Estanqueidade do Motor (juntas, retentores, selos, mangueiras)	Verificar presença de vazamentos de qualquer tipo de fluido (com o motor frio e quente)	Motor: Vazamento crítico de óleo do motor próximo a caixa de marchas.
Conforme	Óleo lubrificante do motor	Verificar nível e completar se necessário (marca de máximo)	
Conforme	Filtro de óleo	Verificar estado, fixação e vazamentos.	
Conforme	Filtro coalescente (respiro do motor)	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Coletores admissão/ escape	Verificar estado e fixação	
Conforme	Damper da polia do virabrequim (amortecedor de vibrações)	Verificar estado, fixação e alinhamento	
Conforme	Correias	Verificar tensão, presença de rachaduras, desfiamento, fixação e alinhamento de todas as polias.	
Conforme	Coxins do motor	Verificar estado e fixação	
Conforme	Ventilador e cubo viscoso	Verificar fixação e funcionamento (temperatura de trabalho)	
Conforme	Turbocompressor	Verificar estado e fixação, funcionamento do diafragma e wastegate (este com motor ligado), lacre da haste e se existe empenamento da haste de acionamento.	
Conforme	Compressor de ar	Verificar estado, fixação e conexões	
Conforme	Conexões elétricas do motor	Verificar estado e fixação dos chicotes, conectores, bornes, pontos de alimentação positiva e aterramentos.	
Conforme	Cárter	Verificar trincas, amassados e presença de vazamentos	
Conforme	Periféricos do motor	Verificar estado e fixação e corrigir o que for necessário	
Conforme	Funcionamento geral	Ligar o motor até que a temperatura de trabalho seja atingida, verificar ruídos, funcionamento irregular ou vibrações anormais. Verificar funcionamento em marcha lenta e testar funcionamento do acelerador em todo o curso de pedal disponível.	
Conforme	Módulo de controle - ECM	Realizar testes de diagnóstico e apagar falhas da memória com equipamento VMS, VISION ou INSITE. Verificar velocidade máxima e ajustar se necessário. Verificar fixação e conexões elétricas da ECM. Verificar fixação da central elétrica, relés e fusíveis.	
ALIMENTAÇÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ALIMENTAÇÃO
Conforme	Bicos injetores	Verificar fixação dos bicos e tubos de alimentação, checar presença de vazamentos.	Conforme
Conforme	Common rail, sensor e válvula de alívio	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Bomba alta pressão e válvula reguladora	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Filtro e pré-filtro de combustível	Verificar fixação e vazamentos	
Conforme	Tubulação de alimentação e retorno	Verificar fixação, vazamentos e travamento das conexões, checar presença de dobras ou amassados na tubulação.	
Conforme	Tanque de combustível	Verificar trincas, amassados, vazamentos e desobstrução do respiro; Verificar fixação das cintas; Testar funcionamento da tampa.	
ADMISSÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ADMISSÃO
Conforme	Filtro de ar	Verificar presença do filtro e estado do mesmo. Checar fixação da carcaça e da tampa.	Conforme
Conforme	Mangueiras (turbo, aftercooler e coletor)	Verificar fixação das abraçadeiras e estado quanto à ressecamento, trincas, cortes, perfurações, etc. Ligar o motor e verificar se existem vazamentos de ar.	
Conforme	Aftercooler	Verificar fixação nos coxins e estado geral do aftercooler	
ARREFECIMENTO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ARREFECIMENTO
Conforme	Mangueiras e conexões	Verificar estado quanto à danos, rasgos, deformações. Checar fixação e vazamentos.	Conforme
Conforme	Radiador	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Válvula termostática	Verificar funcionamento juntamente com o acoplamento do cubo viscoso da ventoinha e marcador de temperatura	
Conforme	Reservatório de expansão	Verificar nível e concentração do aditivo (especificação no manual do proprietário), e corrigir o que for necessário	

Figura 8 - Exemplo do checklist de um veículo aprovado com ressalvas e parte da descrição dos itens verificados.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

SITUAÇÃO FINAL			
RESULTADO	Reprovado		PREVISÃO DE DATA DE RETORNO:
			IMEDIATO
MOTOR E PERIFÉRICOS			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre MOTOR E PERIFÉRICOS
Não conforme	Estanqueidade do Motor (juntas, retentores, selos, mangueiras)	Verificar presença de vazamentos de qualquer tipo de fluido (com o motor frio e quente)	Vazamento crítico no cárter Vazamento no filtro diesel Vazamento nos cilindros Conferir vazamentos gerais no motor e saná-los
Conforme	Óleo lubrificante do motor	Verificar nível e completar se necessário (marca de máximo)	
Conforme	Filtro de óleo	Verificar estado, fixação e vazamentos.	
Conforme	Filtro coalescente (respiro do motor)	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Coletores admissão/ escape	Verificar estado e fixação	
Conforme	Damper da polia do virabrequim (amortecedor de vibrações)	Verificar estado, fixação e alinhamento	
Conforme	Correias	Verificar tensão, presença de rachaduras, desfiamento, fixação e alinhamento de todas as polias.	
Conforme	Coxins do motor	Verificar estado e fixação	
Conforme	Ventilador e cubo viscoso	Verificar fixação e funcionamento (temperatura de trabalho)	
Conforme	Turbocompressor	Verificar estado e fixação, funcionamento do diafragma e wastegate (este com motor ligado), lacre da haste e se existe empenamento da haste de acionamento.	
Conforme	Compressor de ar	Verificar estado, fixação e conexões	
Conforme	Conexões elétricas do motor	Verificar estado e fixação dos chicotes, conectores, bornes, pontos de alimentação positiva e aterramentos.	
Não conforme	Cárter	Verificar trincas, amassados e presença de vazamentos	
Conforme	Periféricos do motor	Verificar estado e fixação e corrigir o que for necessário	
Conforme	Funcionamento geral	Ligar o motor até que a temperatura de trabalho seja atingida, verificar ruídos, funcionamento irregular ou vibrações anormais. Verificar funcionamento em marcha lenta e testar funcionamento do acelerador em todo o curso de pedal disponível.	
Conforme	Módulo de controle - ECM	Realizar testes de diagnóstico e apagar falhas da memória com equipamento VMS, VISION ou INSITE. Verificar velocidade máxima e ajustar se necessário. Verificar fixação e conexões elétricas da ECM. Verificar fixação da central elétrica, relés e fusíveis.	
ALIMENTAÇÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ALIMENTAÇÃO
Conforme	Bicos injetores	Verificar fixação dos bicos e tubos de alimentação, checar presença de vazamentos.	Conforme
Conforme	Common rail, sensor e válvula de alívio	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Bomba alta pressão e válvula reguladora	Verificar fixação, vazamentos e conexões elétricas	
Conforme	Filtro e pré-filtro de combustível	Verificar fixação e vazamentos	
Conforme	Tubulação de alimentação e retorno	Verificar fixação, vazamentos e travamento das conexões, checar presença de dobras ou amassados na tubulação.	
Conforme	Tanque de combustível	Verificar trincas, amassados, vazamentos e desobstrução do respiro; Verificar fixação das cintas; Testar funcionamento da tampa.	
ADMISSÃO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ADMISSÃO
Conforme	Filtro de ar	Verificar presença do filtro e estado do mesmo. Checar fixação da carcaça e da tampa.	Conforme
Conforme	Mangueiras (turbo, aftercooler e coletor)	Verificar fixação das abraçadeiras e estado quanto à ressecamento, trincas, cortes, perfurações, etc. Ligar o motor e verificar se existem vazamentos de ar.	
Conforme	Aftercooler	Verificar fixação nos coxins e estado geral do aftercooler	
ARREFECIMENTO			
Situação	Item	Descrição	Observações sobre ARREFECIMENTO
Conforme	Mangueiras e conexões	Verificar estado quanto à dancs, rasgos, deformações. Checar fixação e vazamentos.	Conforme
Conforme	Radiador	Verificar estado, fixação e vazamentos	
Conforme	Válvula termostática	Verificar funcionamento juntamente com o acoplamento do cubo viscoso da ventoinha e marcador de temperatura	
Conforme	Reservatório de expansão	Verificar nível e concentração do aditivo (especificação no manual do proprietário), e corrigir o que for necessário	

Figura 9 - Exemplo do checklist de um veículo reprovado e parte da descrição dos itens verificados.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

4.3 Aplicação do *Power BI*

Nesta etapa é apresentado como foi aplicado o *software Power BI* para atuar no gerenciamento da manutenção da frota de transporte. Inicialmente demonstrando a forma como foi obtido e tratado os dados usados na construção do *dashboard* e posteriormente a análise de cada indicativo gerado pela ferramenta.

4.3.1 Tratamento dos dados

A obtenção de informações dos dados ocorreu ao longo de um período de oito meses de inspeções de rampa, iniciando em novembro de 2022 até junho de 2023. Algumas informações não foram incluídas nesta pesquisa, devido à confidencialidade da empresa.

Contudo, a implantação da base de dados foi preparada em uma planilha no *Excel*, a partir da coleta de informações do *checklist* das inspeções periódicas. Foram verificados a qualidade dos dados, feito as correções necessárias e removidas as informações irrelevantes e duplicas. Parte dessa base de dados é retratada na Figura 10 em seguida.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Código	Resultado	Status Laudo	Data de retorno	Status de Vencimento	Contratada TAG		Ano Onibus	Link	Carimbo de data/hora	Responsável	Vala utilizada	Obra	Tipo de Inspeção	Subcontratada proprietária do Veículo	Placa do veículo
1.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2021	https://drive.google.co	08/09/2022 16:16:52		Vala A		Inicial		
2.0	Aprovado	Obsoleto	09/10/2022	-			2014	https://drive.google.co	09/09/2022 12:22:16		Vala A		Inicial		
3.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2009	https://drive.google.co	09/09/2022 17:41:11		Vala A		Inicial		
4.0	Aprovado	Vigente	-	-			2012	https://drive.google.co	10/09/2022 12:07:40		Vala A		Inicial		
5.0	Aprovado	Obsoleto	13/10/2022	-			2015	https://drive.google.co	13/09/2022 07:09:55		Vala A		Inicial		
6.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2011	https://drive.google.co	13/09/2022 11:24:24		Vala A		Inicial		
7.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2009	https://drive.google.co	13/09/2022 16:51:10		Vala A		Inicial		
8.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2012	https://drive.google.co	14/09/2022 11:58:16		Vala A		Inicial		
9.0	Aprovado	Obsoleto	-	-			2020	https://drive.google.co	14/09/2022 15:17:54		Vala A		Inicial		
10.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2010	https://drive.google.co	15/09/2022 16:45:43		Vala A		Inicial		
11.0	Aprovado	Obsoleto	16/10/2022	-			2021	https://drive.google.co	16/09/2022 09:57:41		Vala A		Inicial		
12.0	Aprovado	Obsoleto	16/10/2022	-			2014	https://drive.google.co	16/09/2022 16:10:58		Vala A		Inicial		
13.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2010	https://drive.google.co	17/09/2022 12:05:39		Vala A		Inicial		
14.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2013	https://drive.google.co	19/09/2022 10:37:22		Vala A		Inicial		
15.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2010	https://drive.google.co	19/09/2022 15:25:13		Vala A		Inicial		
16.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2014	https://drive.google.co	20/09/2022 11:38:24		Vala A		Inicial		
17.0	Reprovado	Vigente	IMEDIATO	Válido			2011	https://drive.google.co	21/09/2022 11:36:15		Vala A		Inicial		
18.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2005	https://drive.google.co	21/09/2022 16:21:02		Vala A		Inicial		
19.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2011	https://drive.google.co	22/09/2022 10:22:29		Vala A		Inicial		
20.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2009	https://drive.google.co	23/09/2022 16:07:48		Vala A		Inicial		
21.0	Reprovado	Obsoleto	IMEDIATO	-			2014	https://drive.google.co	26/09/2022 15:50:03		Vala A		Inicial		
22.0	Aprovado	Vigente	29/10/2022	Vencido			2009	https://drive.google.co	29/09/2022 10:15:26		Vala A		Inicial		

Figura 10 - Base de dados.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

Posteriormente, os dados foram importados para o *Power BI*, para agregar novas informações com base nos dados existentes.

4.3.2 Dashboard

As visualizações para o *dashboard* foram criadas como gráficos de barras, gráficos de linha, tabelas etc. A personalização foi feita a partir de ferramentas disponíveis no *Power BI* para ajustar o *layout* do *dashboard*. Foram adicionados filtros interativos para permitir que os usuários selecionem critérios específicos, como o período que foi feito a inspeção, a medição e em qual obra o veículo está mobilizado.

A figura 11 apresenta o *dashboard*, onde observa-se que o foco foi nas informações de reprovação por período, resultado de reprovação por ano de modelo do veículo e visualização do índice de reprovação dos itens críticos, que ocasionaram a parada do veículo.



Figura 11 - Dashboard das inspeções periódicas.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

4.3.3 Análise dos Indicadores

No setor de manutenção foram monitorados e analisados os indicativos gerados a partir do *Power BI*, visualizando-se padrões, detectando-se falhas e otimizando-se os processos de manutenção, assim proporcionando uma gestão mais assertiva e estratégica.

A Figura 12 mostra o gráfico de resultado das inspeções por ano do veículo.

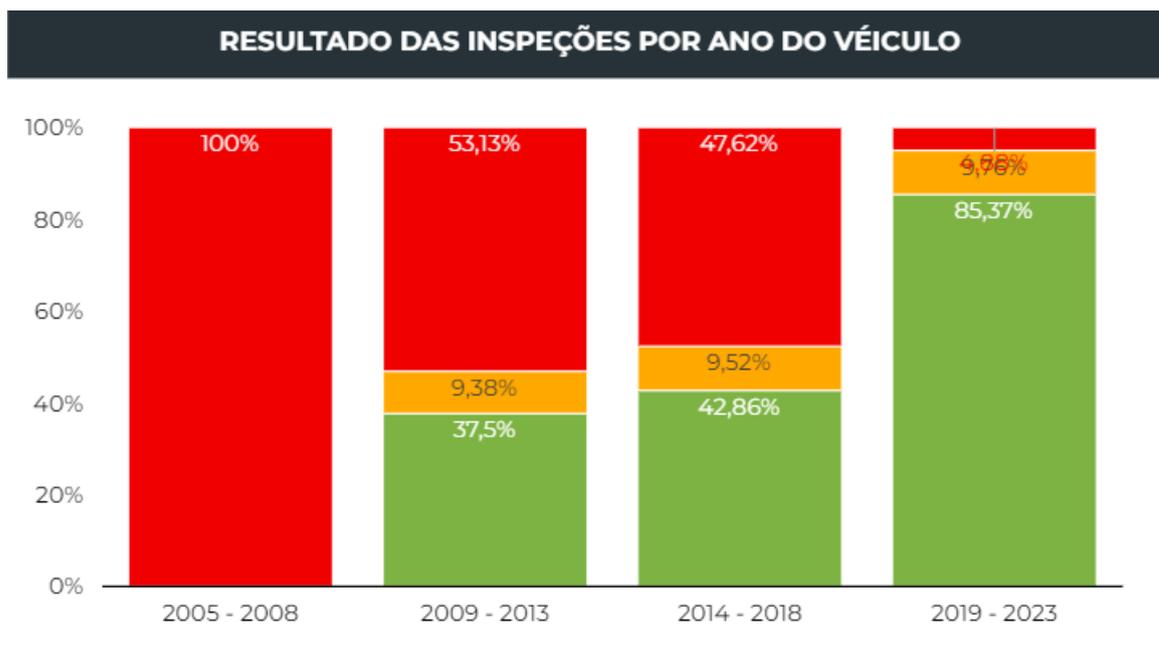


Figura 12 - Gráfico do resultado das inspeções por ano do veículo.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

O gráfico, indicado pela Figura 12, apresenta uma análise do índice de reprovação de ônibus em relação ao ano de fabricação dos veículos. Através dessa representação visual, observou-se uma tendência clara: quanto mais antigo é o ônibus, maior é o número de reprovações, e à medida que os veículos se tornam mais recentes, ocorre uma diminuição nas reprovações e um aumento nas aprovações.

Essa relação entre o ano de fabricação e o índice de reprovação pode ser explicada por diversos fatores. Primeiramente, ônibus mais antigos tendem a apresentar um desgaste maior em seus componentes mecânicos e sistemas, o que aumentam as chances de falhas e problemas durante a inspeção. Componentes como freios, suspensão, motor e sistemas elétricos podem estar mais sujeitos a desgastes e danos ao longo dos anos, tornando o veículo mais propenso a falhas que justificam sua reprovação.

A análise do gráfico permitiu uma melhor programação da manutenção preventiva, priorização de recursos, justificativa para a renovação da frota e monitoramento contínuo do desempenho.

A próxima análise foi feita em relação aos itens críticos que são inspecionados. A Figura 13 mostra como *dashboard* evidenciou o gráfico.

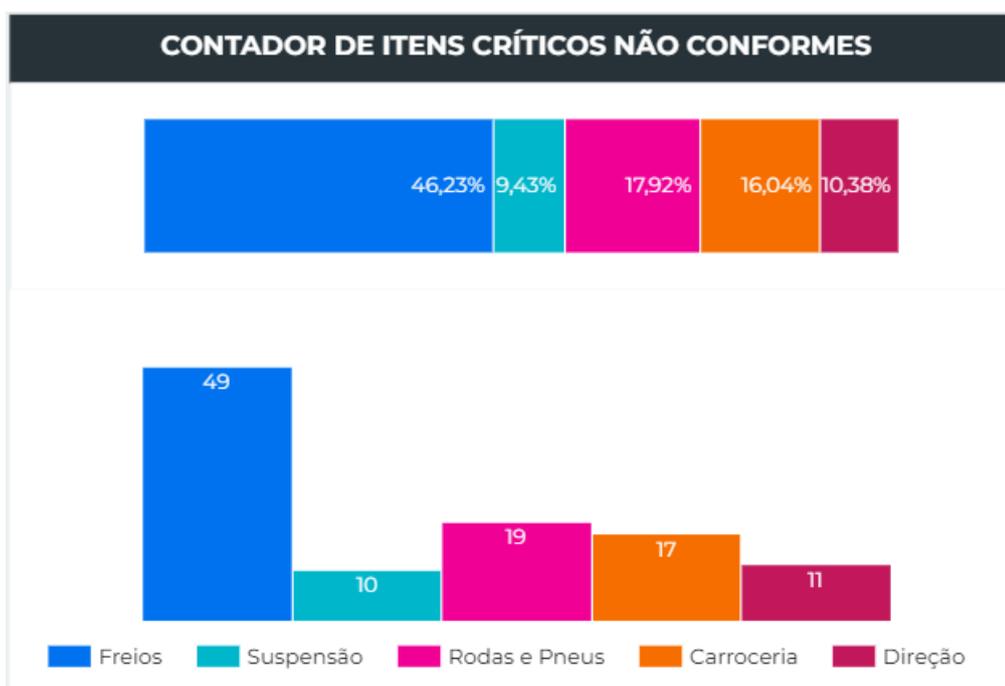


Figura 13 - Gráfico contador de itens críticos não conformes.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

O gráfico, Figura 13, apresenta uma análise detalhada do índice de reprovação considerando os principais itens que contribuíram para as reprovações. Os dados fornecidos mostram a porcentagem de reprovação atribuída a cada um desses itens específicos.

De acordo com a Figura 13, os freios são responsáveis por 46,23% das reprovações dos ônibus até a presente data desse estudo. Isso indica que problemas relacionados ao sistema de freios, como desgaste excessivo das lonas ou tambores, falhas nos sistemas pneumáticos são os principais motivos de reprovação.

Tornou-se necessário adequar como a análise de medida do desgaste desses componentes eram feitos, e também de como eram catalogados as medidas após cada inspeção para que o controle desses itens de maior reprovação.

A suspensão é responsável por 9,43% das reprovações, o que indica que problemas relacionados ao sistema de suspensão, como amortecedores desgastados por vazamento, molas quebradas ou buchas apresentando folga, contribuem para uma parcela significativa das

reprovações. A manutenção adequada da suspensão, incluindo a verificação e substituição regular de peças desgastadas, foi uma ação necessária para garantir o conforto e a segurança dos colaboradores durante o transporte.

Outro item relevante são as rodas e pneus, que correspondem a 17,92% das reprovações. Isso sugere que problemas como pneus excedendo o limite de desgaste, danificados, com pressão inadequada, além de rodas em má condição, são causas comuns de reprovação. Com isso foi necessário aplicar junto do *checklist*, uma inspeção visual realizada pelos motorista antes de operar o veículo.

O gráfico da Figura 13 apresenta também que os itens da carroceria são responsáveis por 16,04% das reprovações. Essa categoria inclui problemas relacionados aos itens de iluminação e sinalização, parabrisas, retrovisores, entre outros.

Por fim, o *dashboard* mostrou como seu uso teve influência no índice de reprovações durante esses oito meses, como pode ser visto na Figura 14.

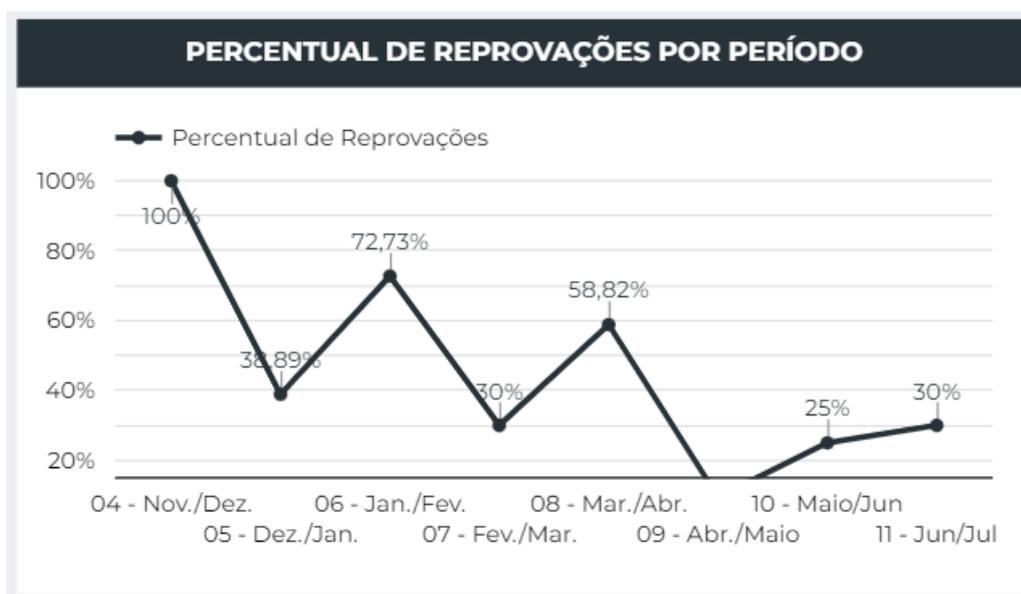


Figura 14 - Gráfico do percentual de reprovações por período.
Fonte: Pesquisa direta (2023).

O uso do *dashboard* teve um impacto significativo na diminuição desses índices, quando aliado às ações da gestão da manutenção que foram implementadas após a análise desses dados.

O percentual de reprovação inicialmente eram de 100% dos ônibus que passavam pela inspeção de rampa, ocorreu a necessidade de uma atualização completa do *checklist* e das atividades feitas pelo departamento de manutenção. Com isso teve-se uma queda inicial de

61,11% no primeiro mês de utilização do *software* junto ao *checklist* atualizado, os valores de reprovação oscilam entre 70% e 50% aproximadamente nos próximos meses de inspeções, e por fim o percentual de reprovação teve uma queda de 70% no fim de oito meses de uso do *software*.

Com base nos dados fornecidos pelo gráfico, observa-se que a gestão da manutenção pode vir utilizar essas informações para priorizar recursos e esforços na inspeção, manutenção preventiva e reparo desses itens críticos. Identificar as principais causas de reprovação pode ajudar a gestão para que implemente estratégias mais eficazes, reduzindo o índice de reprovação e garantindo um transporte seguro e confiável para os colaboradores e os funcionários responsáveis por guiar os ônibus.

Ao ter acesso a um painel de controle que fornece informações precisas e atualizadas sobre as reprovações, a gestão da manutenção pôde identificar rapidamente os principais itens que contribuía para as reprovações, como freios, suspensão, rodas e pneus, além de itens da carroceria. Essa visão detalhada permitiu que a equipe direcionasse seus esforços para as áreas críticas e desenvolvesse estratégias específicas para mitigar os problemas.

Como resultado dessas ações, aliadas ao uso do *dashboard* como ferramenta de apoio, a gestão da manutenção conseguiu adequar o *checklist* de modo a atender os maiores pontos necessários. A programação de manutenção preventiva, a disponibilidade de peças de reposição e o monitoramento contínuo foram elementos-chave para alcançar essa melhoria.

Em resumo, o uso do *dashboard* neste trabalho permitiu à gestão da manutenção uma visão clara das áreas que precisavam de atenção especial. Ao implementar ações específicas com base nesses dados, a equipe foi capaz de reduzir as reprovações e melhorar a eficiência e a segurança dos ônibus. O uso de análises de dados em tempo real foi fundamental para orientar a tomada de decisões ágeis e direcionar as ações corretas para melhorar a gestão da manutenção.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O trabalho apresentado teve como objetivo aplicar o software Power BI na gestão da manutenção da frota de ônibus de transporte de colaboradores.

Logo, conclui-se que sua elaboração demonstrou como o *software* pode ser aplicado na gestão da manutenção veicular de frota. Através do uso dessa ferramenta de análise de dados foi possível obter *insights* valiosos que contribuíram para a melhoria dos índices de reprovação dos veículos.

Através da análise dos dados coletados e do desenvolvimento de um *dashboard* personalizado, o departamento de manutenção conseguiu realizar análises detalhadas dos principais itens que contribuem para as reprovações, como freios, suspensão, rodas e pneus, além de itens da carroceria, possibilitando uma compreensão clara dos problemas recorrentes e direcionasse seus esforços para áreas específicas.

Com todas as informações das análises feitas, a equipe de manutenção pôde inspecionar regularmente os itens críticos, identificar problemas em estágios iniciais e realizar as devidas correções antes que os veículos fossem reprovados.

Outra contribuição crucial do *dashboard* para o sucesso das ações de manutenção da avaliação foi a possibilidade de planejar uma disponibilidade adequada de peças de reposição. O monitoramento contínuo e a análise dos dados fornecidos pelo *Power BI* permitiram à gestão da manutenção acompanhar os resultados das estratégias implementadas, identificar áreas de melhoria e realizar ajustes necessários ao longo do tempo.

Essas ações foram fundamentais para a melhoria dos resultados e a redução das reprovações, conseqüentemente houve uma diminuição de 70% nos índices de reprovação, o que contribuiu para a otimização da frota e a garantia de um transporte mais seguro e eficiente para os colaboradores.

É fato que a aplicação do *Power BI* é fundamental para melhoria da eficiência, da segurança e da confiabilidade dos veículos neste trabalho. O uso do *software* demonstrou ser uma ferramenta valiosa para impulsionar a eficácia da gestão da manutenção e aprimorar o desempenho global da frota.

5.2 Recomendações de trabalhos futuros

Por fim, após ser apresentado a eficácia do uso do *software Power BI* na gestão da manutenção, os possíveis trabalhos que podem ser efetuados são:

- Aplicação do *software Power BI* na gestão da manutenção de uma frota de micro-ônibus de colaboradores;
- Aplicação do *software Power BI* na Engenharia da Confiabilidade;
- A importância da atualização do *checklist* para coleta de dados em estudos de planejamento e controle da manutenção (PCM);

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT, NBR. "5462. 1994." Confiabilidade e Manutenibilidade.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial - Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. Editora Saraiva, 2005. *E-book*. ISBN 9788536519791. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519791/>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

AURELIO, **O minidicionário da língua portuguesa**. 4ª edição revista e ampliada do minidicionário Aurélio. 7ª impressão – Rio de Janeiro, 2002.

BRITO, Thiago da Silva; Oliveira, Rafael da Silva. **Solução de business intelligence utilizando a plataforma Microsoft na área da segurança pública**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade federal do Estado do Rio de Janeiro, Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://bsi.uniriotec.br/tcc/textos/2017111ThiagoBritoRafaelOliveira.pdf>>. Disponível em: 14 de fevereiro de 2023.

FRENEDA, L. **O que é Gestão da Manutenção e por que você deve implementá-la**. Disponível em: <<https://fieldcontrol.com.br/blog/gestao-da-manutencao>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. - São Paulo: Atlas Editora, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção-Função Estratégica**, 1998 edn. QualityMark Editora, 1998.

LAGO, K.; ALVES, L. **Dominando o Power BI**. [S.l.]: DATAB, 2018. v. 1.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M, A. **Metodologia científica**. 6ª Ed. – São Paulo: Atlas Editora, 2006.

LUTOSA, Leandro *et al*. **Planejamento e Controle da Produção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. v. 1. ISBN 988535220261.

MENEZES. **Business Intelligence abre possibilidades no agronegócio**. Disponível em: <<https://portal.comunique-se.com.br/business-intelligence-abre-possibilidades-no-agronegocio/>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

MAGO, Diane Dal. **Metodologia para estudo de caso**. Palhoça: UnisulVirtual, 2014. ISBN 978-85-7817-651-8

PARISI, Baby. **Painel de gestão acadêmica dos cursos de graduação do instituto federal de educação, ciência e tecnologia Sergipe: uma proposta de Power bi® como ferramenta gerencial**. Orientador: Dr. Kleber Fernandes de Oliveira. 2020. 112 p. Monografia (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional) - Discente, São Cristóvão, 2020. Disponível em:<
https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13940/2/BABY_FATIMA_BARBOSA_PARISI.pdf. Acesso em: 11 jan. 2023.

SANTOS, IRIS. **Plataforma Microsoft Power bi: estudo de caso da utilização pela secretária de saúde do estado do espírito santo para gestão da pandemia do covid-19**. Orientador: Simone de Souza Christo. 2019. 35 f. Monografia (Especialização em Tecnologias Empresariais) - Discente, Guarapari, 2019. Disponível em:<
https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/849/ARTIGO_PLATAFORMA_%20MICROSOFT_%20POWER%20_BI%20_ESTUDO%20_DE%20_CASO_%20DA%20_U TILIZA%20c3%87%20c3%83O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SANTOS, Hugo. **Business Intelligence aplicado no desenvolvimento de indicadores da manutenção**. Orientador: Dra Karla Boaventura Pimenta Palmieri. 2019. 75 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Discente, [S. l.], 2019. Disponível em:<
https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2183/6/monografia_businessintelligenceaplicado.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SANTOS, Natália *et al.* **O suporte de ferramentas de ti na logística: um estudo de caso sobre o Power bi**. Orientador: Mestre Peter Jandl Junior. 2020. 69 p. Monografia (Tecnólogo em Logística) - Discente, Jundiaí, 2021. Disponível em:<
http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/5467/1/Tecnologiaemlogistica_2021_1_nataliabarlettadossantos_Osuportede%20ferramentas%20detinalogi%20cc%81sticaumestudodecasosobreopower%20.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2023.

SEFSTROM, Matheus da Silveira. **Diagnóstico organizacional e propostas de melhorias: empresa de venda, locação e assistência técnica de equipamentos**. Disponível em:<
<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/9696/TCC%20Matheus%20da%20Silveira%20Sefstrom.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis, SC: UFSC, 2005.

SOEIRO, Marcus Vinicius de Abreu *et al.* **Gestão da Manutenção**. 1. ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017. ISBN 978-85-8482-833-3.

TAVARES L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 2005.

TAXCEL. **A importância das ferramentas de Bi para o setor tributário**. 23 de janeiro de 2018. Disponível em:< <https://blog.taxceladdins.com.br/a-importancia-das-ferramentas-de-bi-business-intelligence-para-o-setor-tributario/>>. Acesso em 10 de janeiro 2023.

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualimark LTDA., 2002

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v. 171, 1998.